

**PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE
POLLO PARA LA EMPRESA GRUPO SANTIAGO EXPRESS S.A.S**

**CARLOS ACOSTA CHAVEZ
GERALDINE ACOSTA CHAVEZ**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2015**

**PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE
POLLO PARA LA EMPRESA GRUPO SANTIAGO EXPRESS S.A.S**

CARLOS ACOSTA CHAVES

GERALDINE ACOSTA CHAVES

Proyecto de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Industrial

TUTOR TEMÁTICO DEL PROYECTO

Juan José Cardona

Ingeniero Industrial, Ingeniero de sistemas

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2015**

Tabla de contenido

1. LOCALIZACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE POLLO	8
1.1. Título del proyecto.....	8
1.2. Delimitación y alcance.....	8
1.3. Problema a tratar	9
1.3.1. Análisis del problema.....	10
1.3.1.1. ¿Qué genera el problema?.....	10
1.3.2. Planteamiento del problema	11
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivo del proyecto.....	14
2.3. Objetivos específicos	14
3. MARCO DE REFERENCIA	15
3.1 LA EMPRESA	15
3.1.2 Política de calidad	16
3.1.1. La producción	19
3.1.2 La cadena de suministro	19
3.2. MARCO TEÓRICO	22
3.3.1. Localización de plantas y almacenes	22
3.3.2 Sistemas de producción	26
3.3.3 Manejo de materiales	29
3.3.4. Distribución de planta.....	30
3.3.5 Centro de distribución.....	31
3.4 APOORTE INTELECTUAL.....	33
4. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	36
4.1 ETAPAS DEL PROYECTO.....	36
4.2 MATRIZ DE MARCO LÓGICO	38
TABLA 5: MATRIZ DE MARCO LÓGICO	38
5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	41
5.1 RECURSOS DISPONIBLES.....	41
5.2CRONOGRAMA	42
5.3. Equipo de investigadores.....	43
6. DESARROLLO DEL PROYECTO	44
6.1 objetivo uno.....	44
6.1.1 Recolección de datos y hallazgos para determinar tamaño de la nueva planta de proceso.....	44
6.1.2 Metodología.....	47
6.1.2 Resultados.....	51
6.2 Objetivo Dos	71
6.2.1 Recolección de datos y hallazgos para determinar la ubicación de la planta de producción.....	71
6.2.2 Metodología.....	72

6.2.3 Resultados	75
6.2 Objetivo tres	79
6.2.3 Recolección de datos y hallazgos para establecer una propuesta de decisión sobre las instalaciones actuales de la empresa Santiago Express	79
6.4.2 Metodología.....	81
6.4.3 Resultados	81
6.4 Objetivo cuatro	83
6.4.1 Recolección de datos y hallazgos para presentar una propuesta formal del proyecto a Santiago Express.....	83
6.4.2 Metodología.....	83
6.4.3 Resultados	84
7. CONCLUSIONES.....	85
8. RECOMENDACIONES.....	90
ANEXOS.....	93
Anexo 1.....	93
Anexo 2.....	95
Anexo 3.....	98
Anexo 4.....	100
Anexo 5.....	101
Anexo 6.....	102
Anexo 7.....	104
Escenario 1	104
Escenario 2	105
Escenario 3	106
Anexo 8.....	107
6. BIBLIOGRAFÍA.....	108

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1: CATÁLOGO DE PRODUCTOS SANTIAGO EXPRESS.....	16
TABLA 2: FACTORES PARA LA ELECCIÓN DE LA LOCALIDAD Y EMPLAZAMIENTO.....	24
Tabla 3: Diferencia entre centro de distribución y almacén.....	33
TABLA 4: ETAPAS DEL PROYECTO	37
TABLA 5: MATRIZ DE MARCO LÓGICO	38
TABLA 6: ÁREAS PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FILETES	46
TABLA 7: ÁREAS PLANTA DE PREFORMADO	46
TABLA 8: VENTAS TOTALES AÑO 2015	48
TABLA 9: PROYECCIONES DE PRODUCCIÓN DIARIA AÑOS 2024 Y 2039	50
TABLA 10: ÁREA FUTURA 2024 PLANTA DE FILETES	53
TABLA 11: ÁREA FUTURA 2024 PLANTA FILETES, PROCESOS AUTOMATIZADOS.....	54
TABLA 12: ÁREA FUTURA 2039 PLANTA DE FILETES	55
TABLA 13: ÁREA FUTURA 2039 PLANTA FILETES, PROCESO automatizado..	55
TABLA 14: NÚMERO DE MÁQUINAS REQUERIDAS PLANTA DE FILETES – 2024.....	57
TABLA 15: NÚMERO DE MÁQUINAS REQUERIDAS PLANTA DE FILETES – 2039.....	57
TABLA 16: TAMAÑO DE LA PLANTA DE FILETES CON PROCESOS CON Y SIN AUTOMATIZAR- 2024.....	58
TABLA 17: TAMAÑO DE LA PLANTA DE FILETES CON Y SIN AUTOMATIZAR PROCESO – 2039.....	58
TABLA 18: MÁQUINAS COMPARTIDAS EN LA PLANTA DE PREFORMADO	59
TABLA 19: TAMAÑO PARA LA PLANTA DE PREFORMADO SIN CAMBIAR MÁQUINA DE COCCIÓN- 2024.....	61
TABLA 20: TAMAÑO PARA LA PLANTA DE PREFORMADO CON MÁQUINA DE COCCIÓN DE MAYOR CAPACIDAD-2024.....	61
TABLA 21: MÁQUINAS PROPUESTA PARA PLANTA DE PREFORMADO.....	63
TABLA 22: COMPARACIÓN DE REDUCCIÓN DE MÁQUINAS Y OPERARIOS- CHORIZOS	64
TABLA 23: COMPARACIÓN DE REDUCCIÓN DE MÁQUINAS Y OPERARIOS- CORDÓN BLUE.....	65
TABLA 24: TAMAÑO DE LA PLANTA DE PREFORMADO SIN CAMBIAR MÁQUINAS- 2039.....	66
TABLA 25: MÁQUINAS QUE SE DEBEN CAMBIAR EN PLANTA DE PREFORMADO- 2039.....	67
TABLA 26: TAMAÑO DE PLANTA DE PREFORMADO CAMBIANDO MÁQUINAS- 2039.....	67

TABLA 27: ÁREAS DE LA PLANTA PREFORMADO AÑO 2024 Y 2039.....	68
TABLA 28: DIMENSIONES DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA LOS AÑOS 2024 Y 2039.....	69
TABLA 29: RESTRICCIÓN DE 70% DE ÁREA CONSTRUIDA	70
TABLA 30: RESTRICCIÓN DE 30% DE ÁREA CONSTRUIDA	70
TABLA 31: PUNTO ÓPTIMO DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN- MÉTODO CUANTITATIVO.....	74
TABLA 32: LOTES SELECCIONADOS DE ACUERDO AL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....	77
TABLA 33: EVALUACIÓN FACTORES CUALITATIVOS- ESCALA DE 1-5.....	79
TABLA 34: EVALUACIÓN FACTORES CUALITATIVOS- PORCENTAJE DE IMPORTANCIA	79
TABLA 35: PROYECCIÓN DE VENTAS TOTALES.....	93
TABLA 36: PROYECCIONES DE PRECIO DE VENTA POR PRODUCTO.....	94
TABLA 37: HOJA DE RUTA: PLANTA FILETES DE POLLO	95
TABLA 38: HOJA DE RUTA, CHORIZOS DE POLLO	96
TABLA 39: HOJA DE RUTA, CORDÓN BLUE.....	97
TABLA 40: CANTIDAD TOTAL DE OPERARIOS CON Y SIN MÁQUINA DE EMPAQUE ACTUAL - 2039.....	98
TABLA 41: CANTIDAD TOTAL DE OPERARIOS CON Y SIN MÁQUINA DE EMPAQUE ACTUAL - 2024.....	99
Tabla 42: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS CON PROCESOS AUTOMATIZADOS- 2024.....	100
TABLA 43: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS CON PROCESOS AUTOMATIZADOS- 2039.....	101
TABLA 44: CAPACIDAD FUTURA CON MÁQUINA DE COCCIÓN PARA CHORIZOS 2024 A UN TURNO DE 8 HORAS	102
TABLA 45: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE - 2024.....	102
TABLA 46: CANTIDAD DE OPERARIOS Y MÁQUINAS TOTALES- PLANTA DE PREFORMADO	103
TABLA 47: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CHORIZOS, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS 2039- CHORIZOS	104
TABLA 48: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS 2039- CORDÓN BLUE	105
TABLA 49: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CHORIZOS, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039.....	105
TABLA 50: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039	106
TABLA 51: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CHORIZOS, CON REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039.....	106
TABLA 52: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE, CON REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039.....	107

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación Santiago Express.....	19
Ilustración 2: consumo Per Cápita de pollo en Colombia.....	20
Ilustración 3: minisum Euclidiano	25
Ilustración 4: Minisum Euclidiano	26
Ilustración 5: algoritmo de Weizfeld	26
Ilustración 6: modelo genérico del flujo físico en un sistema de producción.....	27

1. LOCALIZACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE POLLO

1.1. Título del proyecto

Propuesta de localización para una planta procesadora de pollo congelado aplicado a la empresa Santiago Express S.A.S.

1.2. Delimitación y alcance

El proyecto de localización para una planta procesadora de pollo, es un proyecto de tipo industrial aplicado, que se llevará a cabo a partir del inicio del segundo semestre del año 2014 y culminara al finalizar el primer semestre del año 2015.

Para dar inicio a este proyecto se empezará por establecer la ubicación de la planta, para esto es preciso saber que para establecer la ubicación más adecuada para cualquier establecimiento se deben tener en cuenta dos métodos: uno cuantitativo que es aquel que generalmente se rige por objetivos como la minimización de costos de transporte o la maximización de la distancia mínima hacia cualquiera de los clientes.

El desarrollo de lo anteriormente mencionado se llevará a cabo en la empresa Santiago Express, procesadora de pollo que está ubicada en el barrio la Alameda de la ciudad de Cali; se analizará la situación actual de la empresa en cuanto a capacidad instalada, ubicación y los procesos de producción que emplean y se enmarcará en el área de producción y planta.

Analizando la situación de la empresa desde otro punto de vista, se puede enmarcar el proyecto desde la visión de que son pocas entre las pequeñas y medianas empresas las que utilizan métodos de distribución y localización de planta, ya que son empresas con baja automatización y con diseño de procesos basados en la experiencia dentro del sector del que son partícipes. Nuestro principal aporte a la ingeniería industrial es la comprobación de que

todos aquellos métodos y procesos que se mencionan en los libros, acerca de la localización de planta no solamente son aplicables a empresas internacionales que manejan grandes volúmenes de demanda y que la gran mayoría de sus procesos son automatizados. También se puede comprobar que conceptos de toda la teoría presente en los libros de diseño y localización de planta son exitosos al aplicarlos en estas empresas, que se puede aplicar y que no.

1.3. Problema a tratar

La empresa Santiago Express a raíz de su rápido crecimiento en los últimos cinco años se ha visto obligada a realizar inversiones en la ampliación de sus instalaciones para suplir la demanda y también para adecuar el lugar de trabajo de sus operarios, debido a que año tras año ha aumentado el número de sus clientes y consiguio la contratación de nuevo personal.

La empresa tuvo la necesidad de ampliar su planta, pero el lugar donde actualmente se encuentran ubicados no les permitió construir a sus alrededores, ya que es una zona altamente comercial donde se encuentran locales como restaurantes, supermercados, puntos de venta de diferentes productos, plantas de procesos y algunas casas residenciales, los cuales sus dueños no estaban dispuestos a vender, por esta razón optaron por comprar inmuebles relativamente cerca y dividir sus líneas de producción entre ellos. Al día de hoy pese a las modificaciones y las inversiones hechas, la empresa sigue teniendo dificultades con su capacidad instalada, ya que no tiene más espacio en este sector hacia donde expandirse.

Por su constante crecimiento y falta de espacio en el lugar en el que están ubicados, la compañía se ve obligada a trasladar sus plantas de proceso hacia otra ubicación, donde unifiquen sus líneas de producción (preformado y filete de pollo), además de dar solución a problemas tales como: desorden en su línea de producción, hacinamiento de empleados, falta de espacio para las máquinas de proceso, capacidad de producción entre otros. Es importante

tener en cuenta que para trasladar su planta hacia otro lugar deben tener en cuenta el plan de ordenamiento territorial, ya que este restringe el lugar hacia donde se pueden ubicar plantas industriales.

1.3.1. Análisis del problema

Debido al problema de ubicación actual de la planta Santiago Express, y la inexistente posibilidad de expandirse en el sector donde están ubicados, se requiere la construcción de una nueva planta en otro lugar que les permita crecer tanto como su demanda lo requiere, así como también dar solución a problemas dentro la línea de producción que no permite que su proceso de producción sea tan adecuado como se requiere. Es por esto que no se puede cubrir la demanda futura, las perspectivas de crecimiento con la capacidad actual, aunque ya se hicieron todos los cambios posibles para mejorar dicha capacidad aún no se puede cumplir con la demanda.

1.3.1.1. ¿Qué genera el problema?

- Insuficiencia en la capacidad instalada
- Cuellos de botella en el área de empaque
- División de sus líneas de producción
- Conocimiento centralizado de operarios en un solo proceso
- Falta de automatización de algunos procesos
- Hacinamiento de personal en la planta
- Problemas en la salida y entrada de su proceso productivo
- Su ubicación actual no les permite expandir su planta procesadora

1.3.1.2. ¿Qué oportunidades se generan con la construcción de la nueva planta?

La ubicación de la planta o las decisiones de la estrategia de localización se toman en el nivel corporativo más alto, con frecuencia por razones que tienen poco que ver con la eficiencia o eficacia de la operación, pero en las que hasta cierto grado influyen factores.

Dentro de las oportunidades y desventajas que se presentan con la construcción de la nueva planta y el diseño de sus instalaciones están: *“siempre es uno de los gastos más grandes que pueden ser emprendidos por una compañía, la distribución afectará a los empleados durante los años posteriores. El costo de los productos de la planta también se verá afectado. Serán necesarias mejoras continuas para mantener a la empresa actualizada y competitiva”* (Fred E. Meyers, Matthew P. Stehphens, 2006).

Partiendo de qué se busque con el traslado y construcción de una nueva planta de producción para crecimiento y mejora de la empresa, y teniendo en cuenta también que el diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y rentabilidad de una empresa, se puede hablar de que esto traerá consigo mayor capacidad productiva y la posibilidad de mayores ventas, un sistema de producción más acorde con las necesidades del proceso, reducción de tiempo y costos de producción, mejor ambiente de trabajo, entre otros.

1.3.2. Planteamiento del problema

La procesadora de pollo Santiago Express, está situada en un sector altamente comercial que a pesar de ser una ubicación bastante estratégica para sus ventas, no les permite ampliar el espacio para un mejoramiento en sus actividades dentro de la planta, debido a que es una zona comercial donde están ubicados locales de diferentes empresas y sus dueños se

rehúsan a vender; es por esto que se hace necesario el traslado de la planta de producción y demás áreas de proceso hacia otra ubicación.

Es importante resaltar que uno de sus sistemas de producción es el área de preformado, donde salen los diferentes derivados de la carne del pollo, la cual por razones de espacio tuvo que ser trasladada a un sitio cercano de la planta de producción principal. Con la construcción de esta nueva planta se busca unir todos sus sistemas de proceso y con esto dar solución a los problemas tales como la falta de capacidad instalada y un sistema de producción que no está acorde con el diseño de la planta en la que actualmente operan debido a la falta de espacio. Estos son los problemas que más dificultades causan a la empresa en su operación diaria, los cuales les quitan competitividad en su sector y pérdidas en sus ventas; es muy importante que todas las compañías caracterizadas por la transformación de materia prima tengan en cuenta lo siguiente: *“sus procesos y demás actividades en planta pueden variar debido a los cambios en los entornos industriales, que generan en las empresas la necesidad de cambiar el tipo de sistema productivo, incorporar maquinaria, aumentar su capacidad, reevaluar su personal y las condiciones de trabajo, para lograr ser competitivas”*. (Lahamar, M. & Benjaafar, S., 2005; Baykasoglu, A., Dereli, T., & Sabuncu, I., 2006; Afentakis, P., Miller, R.A., Solomon, M.M. , 1990)

“Hoy en día los entornos industriales son altamente cambiantes, por lo que cada vez los proyectos de distribución de planta son más comunes, se hace necesario que las modificaciones que se les aplica a los diseños de planta tengan en cuenta la mayor cantidad de factores posible, para evitar que estos se vuelvan obsoletos en un corto tiempo” (Rivera Cadavid, L. , Vásquez Palacios, L. , Cardona Olarte, L. F. & Rodríguez, M. A., 2012).

Es por esto que se deben tener en cuenta todos aquellos factores determinantes para determinar el tamaño del lote de la nueva planta de producción, para que después de un periodo de tiempo la nueva planta no

requiera modificaciones considerables en su sistema de distribución. Es importante tener en cuenta toda la inversión que han hecho en nuevas instalaciones en los últimos años, las cuales podrían considerarse como un factor de complemento hacia el nuevo proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Comprobar que las herramientas y modelos de localización de Instalaciones son aplicables a las medianas y pequeñas empresas en Colombia.

2.2. Objetivo del proyecto

Realizar una propuesta de localización para la planta procesadora de pollo teniendo en cuenta el escenario propuesto por la empresa y el obtenido por la metodología utilizada.

2.3. Objetivos específicos

- Calcular los requerimientos de espacio físico para la nueva instalación
- Proponer una posible ubicación para el traslado de la planta procesadora, de acuerdo a la necesidades de crecimiento que actualmente requiere la empresa.
- Realizar una propuesta de decisión acerca de las instalaciones actuales de la empresa
- Presentar la propuesta de localización para ser sometida a evaluación por la Empresa Santiago Express.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 LA EMPRESA

Grupo Santiago Express S.A.S es una empresa mediana que cuenta con alrededor de setenta empleados que se distribuyen entre puntos de venta, el personal administrativo, de planta, mensajeros y la parte directiva de la procesadora y está ubicada en la alameda en la ciudad de Cali.

En 1998 Santiago Express se dividía en dos negocios familiares, Pollos San José y Pollos Santiago, cada uno contaba con un punto de venta que vendía pollo congelado proporcionado. A medida que transcurría el tiempo cada negocio por separado aumentaba la base de datos de sus clientes, y empezaban a ser competencia el uno para el otro ya que se encontraban compitiendo en el mismo sector. Por tal razón decidieron unirse y formar Grupo Santiago Express S.A.S, consolidando sus clientes para obtener un mayor crecimiento en este nicho de mercado. Esta unión trajo consigo la innovación y ampliación del catálogo de productos, decidiendo transformar las pechugas de pollo en filetes de diferentes gramajes, y agregarle valor al procesamiento del pollo.

TABLA 1: CATÁLOGO DE PRODUCTOS SANTIAGO EXPRESS

PREFORMADO	PRODUCTOS DE TEMPORADA
<ul style="list-style-type: none"> • Alitas rellenas • Croquetas de pollo • Carne hamburguesa • Pinchos • Chorizos • Cordón blue 	<ul style="list-style-type: none"> • Pernil ahumado • Fantasía de frutas • Pollo relleno • Lomo de cerdo
LINEA TRADICIONAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Filete de pechuga porcionado • Pechugas • Perniles • Muslos • Contra muslos • Alas con costillar • Alitas • Pollo relleno • Gallina 	

Fuente: (Visita a la empresa Santiago Express, 2014)

3.1.2 Política de calidad

GRUPO SANTIAGO EXPRESS S.A.S.; considera la calidad como aspecto fundamental para el crecimiento sólido de la compañía y la satisfacción del cliente, atendiendo a este compromiso, establece los siguientes principios:

1. Reconocer como una expresión de calidad todos nuestros compromisos con el cliente, con la legislación y los reglamentos pertinentes.
2. Promover el desarrollo continuo del potencial de los integrantes de la organización como pilar fundamental del desarrollo de ésta.

3. La Alta Gerencia y todos los niveles de la compañía respaldan y facilitan los recursos humanos, técnicos y financieros para el cumplimiento de los objetivos propuestos.
4. Propender por el desarrollo permanente de las tecnologías de información y de comunicaciones TIC'S, que asegure que los procesos sean rápidos, confiables y seguros.
5. Contamos con un recurso humano competente, comprometido con las normas y los altos niveles de calidad y servicio, para mejorar continuamente nuestros procesos.
6. Lograr la satisfacción de nuestros clientes en cuanto a las características del producto y servicio, dentro de las especificaciones establecidas, respaldados por un estricto control de procesos y un alto nivel ético.
7. Trabajar continuamente para prevenir las No Conformidades en nuestro Sistema de Gestión de Calidad.

Esta política de Calidad es de obligatorio cumplimiento para cualquier empleado, asociado o contratista de GRUPO SANTIAGO S.A.S. Cualquier falta a esa política es causal de sanción o cancelación de contrato.

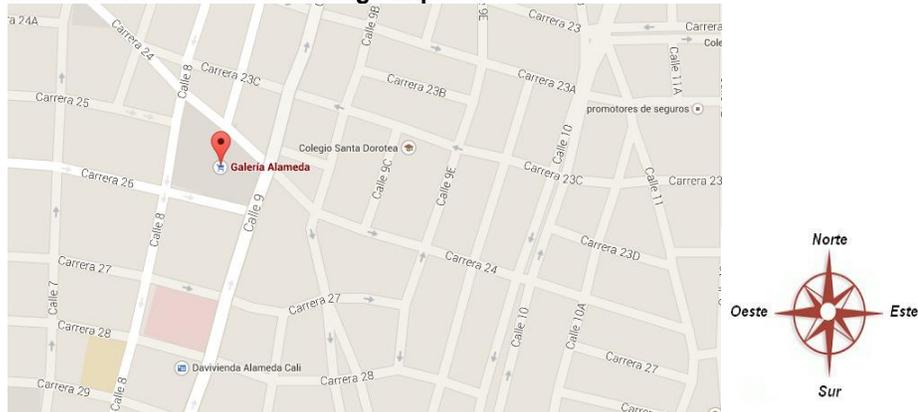
La procesadora de pollo congelado Santiago Express, en los últimos 5 años planteó un plan de expansión que les permitiera crecer en sus ventas un 30% más, para ello hicieron inversiones para que su capacidad fuese más alta que la que venían manejando, las inversiones hechas se vieron reflejadas en la ampliación de su planta de producción y la inversión de maquinaria nueva, así como también la compra de camiones de mediana y alta capacidad de transporte. En este periodo de tiempo no solo crecieron sus instalaciones si no también la

adquisición de nuevos clientes con solicitudes de pedidos que superaban su capacidad de producción, entre estos clientes la cárcel de hombres de la ciudad de Cali, para la cual destinaban el 50% de su producción diaria, es decir de 5 toneladas de pechuga de pollo que se reciben en el día, ellos despachan a la cárcel 2.5 toneladas de filete de pollo, el cual es el producto estrella de esta procesadora.

La procesadora de pollo se encuentra ubicada en el sector la Alameda de la ciudad de Cali (ilustración 1), a pesar de la expansión que se hizo, esta compañía todavía requiere espacio hacia dónde ampliar su planta, pero el sector en el que están ubicados no se lo permite, pues la planta está rodeada de locales de otras empresas que no están dispuestos a vender sus propiedades. En meses pasados la empresa notó que su capacidad no estaba acorde con la demanda que representan sus clientes, de acuerdo a lo que su ubicación les permitía decidieron comprar y adecuar una planta de producción más grande, pero el problema de capacidad y producción aún sigue presente. Además de esto cuentan con tres puntos de venta en este mismo sector, ubicados estratégicamente cerca de la planta de producción. Paralelo a la planta de producción de filetes tienen una segunda planta de producción de preformado, en la cual se realiza procesos de valor agregado a la transformación del pollo, como por ejemplo: chorizos de pollo, jamón de pollo, cordón blue, entre otros.

Dentro de los principales proveedores de la empresa Santiago Express, están Mac Pollo y Pollos Bucanero, quienes proveen las pechugas de pollo y el pollo entero congelado para el proceso de transformación, y también proveen producto para que sea comercializado en cada punto de venta de Grupo Santiago.

Ilustración 1: Ubicación Santiago Express



Fuente: (Google Maps, s.f.)

3.1.1. La producción

La empresa Santiago Express actualmente tiene alrededor de 7000 clientes, los cuales están segmentados entre colegios, universidades, hoteles, restaurantes y sus tres puntos de venta en el sector la Alameda. Con las modificaciones realizadas a su planta de producción el año anterior, se buscaba incrementar su capacidad de producción en un 30%, pero la llegada de nuevos clientes y la firma de un contrato con la cárcel de la ciudad de Cali hizo que su demanda se incrementara en un 50%. Debido a la capacidad instalada de la procesadora se ha quedado corta, tanto que en ocasiones no pueden vender y en los meses pico del año tiene que priorizar su producción y venta a sus clientes más importantes.

3.1.2 La cadena de suministro

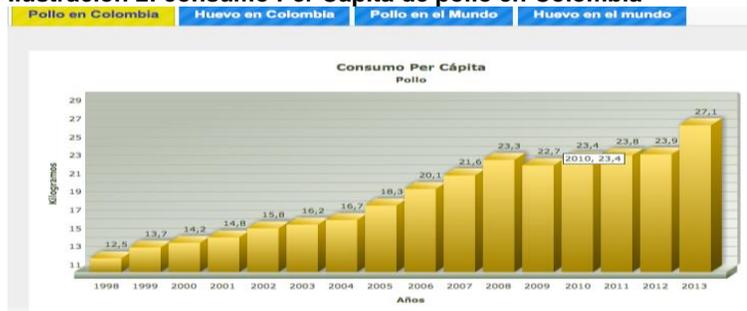
- La compañía cuenta con alrededor de cinco proveedores, entre los cuales los más importantes son Mac Pollo y Pollos Bucanero. Estas dos empresas no solo proveen el pollo congelado para que sea procesado sino que también provee producto a la compañía para que sea comercializado en sus diferentes puntos de venta.
- Santiago Express, tiene dos plantas de proceso que operan en este mismo sector, una es la que transforma las pechugas en filetes de diferentes

tamaños, y la otra es la planta de preformado donde se le da un valor agregado a el proceso de transformación del pollo, la cual esta estratégicamente situada para quedar cerca de la bodega de almacenamiento de materia prima y producto terminado. Esta bodega está unida a la planta donde se procesa la pechuga en filetes.

- Cuenta con un parque automotor que cuenta con tres camiones para abastecer la demanda de los clientes más grandes, y con doce motos para hacer servicios a domicilio a consumidores finales.

De acuerdo a los programas que promueve la Federación Nacional de Agricultores, en Colombia se destaca “el programa Pollo”, el cual planea, diseña y ejecuta actividades encaminadas a promover el consumo de pollo, conocer al consumidor colombiano y mercados externos, representa al subsector de pollo ante las autoridades que lo vigilan. Acompaña y asesora a los productores en sus procesos productivos para el sano cumplimiento con la normatividad vigente. Proporciona a través de la academia y expertos, herramientas en gestión empresarial a los productores para incentivar la innovación en todos los ámbitos y alcance de manera que se logre competitividad de talla internacional. EL consumo es uno de los indicadores más comunes para medir la utilidad, FENAVI presenta estadísticas del consumo por persona en kilogramos de pollo, las cuales dejan ver claramente que desde 1998 hasta el 2013 se ha dado un crecimiento positivo en cuanto al consumo per cápita del pollo.

Ilustración 2: consumo Per Cápita de pollo en Colombia



FUENTE: (FENAVI, s.f.)

En vista de la importancia que representa para Colombia el sector avícola, se adelantan diferentes proyectos y propuestas de mejora para la comercialización de los productos provenientes del procesamiento de pollo congelado dentro del país. De igual manera, se toma como base estudios y proyectos implementados en otras partes del mundo y se extrapolan estos conocimientos a las condiciones del sector Colombiano.

Hoy en día las empresas que están más posicionadas en el mercado del sector alimenticio, adelantan investigaciones y procesos para el mejoramiento de su cadena productiva, pues son empresas altamente competitivas así lo dejó claro una noticia publicada por El Colombiano donde se afirma: *“Mac Pollo Campesino de la firma Avidesa Mac Pollo es marca pese a la oposición de McDonald’s y de Manufacturas Alimenticias, así lo dejó claro en dos instancias la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)”* (El Colombiano, 2014).

Mac pollo es una compañía que busca que de cada una de sus plantas de procesamiento logren la estandarización de su producto, es decir que cada pollo que sale de las diferentes plantas, sea idéntico en cuanto a las características, color, tamaño, aspecto entre otros. Para contextualizar más este ejemplo en la planta de la ciudad de Buga, esta empresa ha adelantado significativamente el proceso de estandarización ya que busca igualar su proceso al de la planta principal. Su sistema de producción es bastante organizado, con un alto grado de automatización, su proceso es en línea, lo que representa una producción constante y organizada. (LUIS ALBERTO SANTAMARÍA CÁRDENAS, 2008). Esto está estrechamente relacionado con el desarrollo de este proyecto ya que el inminente traslado de la planta traera consigo establecer un nuevo sistema de producción en el cual se implemente, se evalúe, y finalmente logre estandarizar los procesos que al día de hoy presentan algún problema como cuellos de botella y contraflujos.

Una parte importante del proyecto es la localización de la zona más adecuada para el traslado de la planta de producción, es por eso que se debe tener en

cuenta los métodos cualitativos, que se basan en la calificación y ponderación de factores relevantes que puedan determinar la ubicación de una instalación y los cuantitativos, que se acogen a la selección de objetivos de localización, es decir que es lo que se busca o que se espera con la ubicación de la instalación y las mediciones de distancia relevantes para establecer el nuevo lugar, los cuales a través de un algoritmo establecerán la ubicación más adecuada de la planta, también se debe tener en cuenta lo que establece el POT (Zulma Lucía Cuervo Plazas, reportera de El País, 2014) en la Ciudad de Cali, el cual se define de la así: “ *es el instrumento básico para desarrollar el ordenamiento del territorio municipal. Es el conjunto de objetivos, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del espacio y la utilización del suelo*”.

De acuerdo a las modificaciones y los estudios pertinentes para dar vigencia al nuevo plan de ordenamiento se estableció que: “*la zona industrial quedará en la Carrera 7 paralela al corredor férreo desde la Calle 34 hasta la Calle 70 y en la Carrera 4 entre calles 15 y 25. Pero como Cali tiene vocación de servicios, se complementa con municipios como Yumbo*” (Zulma Lucía Cuervo Plazas, reportera de El País, 2014).

3.2. MARCO TEÓRICO

Para hacer el análisis del problema de capacidad, de ubicación y de producción que tiene la empresa Santiago Express, es preciso el estudio de algunos conceptos que forman parte de todo lo relacionado con el diseño y distribución de planta. Para empezar se van a definir los siguientes conceptos:

3.3.1. Localización de plantas y almacenes

“La localización de todo un sistema productivo o de una parte importante del mismo, como una planta o un almacén, consta de un proceso de decisión que

puede constar de diversas etapas, la primera de ellas consiste en la elección de país o área geográfica” (Josep M. Vallhonrat y Albert Corominas, 1991).

Una vez se determina el país o área, se debe elegir la localidad y el emplazamiento, en este proceso intervienen otros criterios, tales como la disponibilidad y coste del suelo, las normas sobre el medio ambiente y la eliminación de residuos, así como también las normas de ordenamiento territorial y entre otros criterios que intervienen en la decisión de localización, los cuales se denominan “factores cualitativos de localización”.

Para el caso de la empresa Santiago Express, por decisión de la empresa ya se ha determinado que el área de ubicación de la nueva planta debe ser en el valle del cauca, específicamente en el área perimetral, siguiendo las normas que establece el Plan de Ordenamiento Territorial y teniendo en cuenta la ubicación tanto de clientes como de proveedores. La labor de este proyecto de investigación es dar la ubicación más adecuada a partir de uno método cuantitativo y otro cualitativos.

3.3.1.1 Método Cualitativo

Se empezará por determinar los factores cualitativos más importantes para determinar una localización:

TABLA 2: FACTORES PARA LA ELECCIÓN DE LA LOCALIDAD Y EMPLAZAMIENTO

FACTORES PARA LA ELECCIÓN DE LA LOCALIDAD Y EMPLAZAMIENTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Transporte • Oferta de mano de obra • Espacio para expansión • Actitud de la comunidad • Oportunidad para combinar con instalaciones existentes • Proximidad a fuentes de aprovisionamiento • Aprovisionamiento de agua • Medios de transporte y coste de los mismos • Condiciones de vida • Posibilidad de deshacerse de los desechos • Proximidad a los mercados • Proximidad a centros de enseñanza secundaria y universitaria • Posibilidad de publicidad en las vías de acceso • Topografía del lugar • Suministro de energía • Posibilidad de conservar la mano de obra actual • Relaciones entre obreros y empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de combustible • Nivel salarial • Estructura impositiva • Existencia de centros escolares • Factores religiosos • Disponibilidad de personal ejecutivo y técnico • Proximidad a centros de investigación • Disponibilidad de viviendas • Comunicaciones • Clima • Experiencias favorables de instalaciones similares • Coste de las viviendas y de los edificios en general • Políticas locales, legales e impositivas

Fuente: (Josep M. Vallhonrat y Albert Corominas, 1991)

Dada la necesidad de comparar tanto los factores cualitativos y los cuantitativos para el desarrollo de este proyecto, se utiliza una tabla de factores ponderados, la cual tendrá los ítems a ponderar, un rango de calificación y un porcentaje para cada ítem, se evalúa la calificación obtenida por cada uno de estos para así sacar una conclusión acerca de cuál presenta mayor beneficio.

En este método se busca realizar un análisis cualitativo de los escenarios a considerar para obtener una localización viable cualitativamente. Se debe determinar las variables relevantes a tener en cuenta para la ponderación, se le asigna un porcentaje a cada una de estas y un rango entre el cual se le dará una calificación, después de la investigación se evalúa cada variable según el escenario, se suman los resultados por cada escenario y se hace un recomendación basada en el escenario que haya obtenido mayor puntuación y luego esos resultados se pueden comparar con los resultados obtenidos a través de los métodos cuantitativos para así complementar la recomendación a plantear para la localización del traslado de la nueva planta .

3.3.1.2. Método cuantitativo: Minisum Euclidiano

El objetivo: Minimizar la Suma de una serie de costos en los cuales se incurre por la decisión de una localización. (Tompkins, James, 2011)

$X = (x, y)$: Nueva localización

$P_i = (a_i, b_i)$: Coordenadas de cada instalación existente

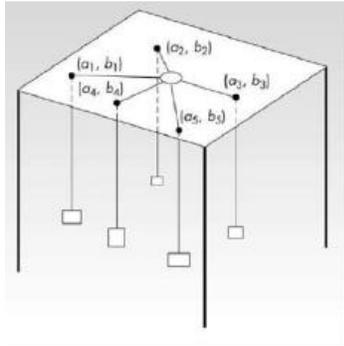
W_i : Peso (demanda o carga) de cada instalación i hacia X

M : Número de instalaciones existentes

$$\text{Min } f(x, y) = \sum_{i=1}^M w_i \sqrt{(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2}$$

- Cada instalación del cliente hala según su peso
- Donde el “nudo” cae, es la localización de la instalación

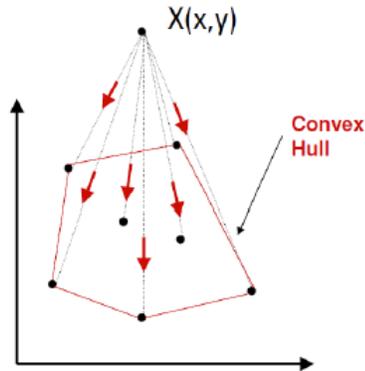
Ilustración 3: minisum Euclidiano



Fuente: (Tompkins, James, 2011)

- Cada solución va a estar dentro del “polígono de cubrimiento”.
- Si un punto (“cliente”) tiene la mitad o más del peso total, la instalación se ubicará en su lugar.
- Se pueden encontrar soluciones en x y y por separado.
- La solución se halla derivando la función de costos totales e igualándola a cero. Tome las derivadas parciales de la función.

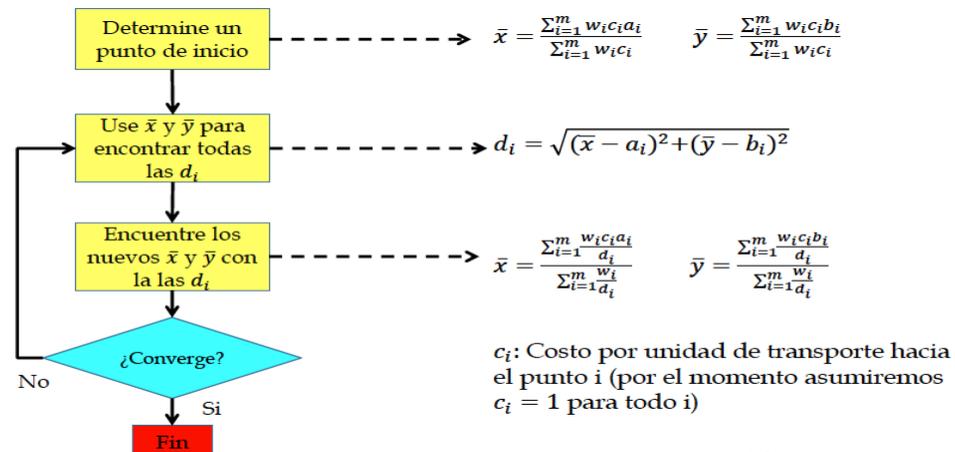
Ilustración 4: Minisum Euclidiano



Fuente: (Tompkins, James, 2011)

Este modelo de localización se puede complementar con el uso del método de Weizfeld algoritmo que se opera de la siguiente manera (Tompkins, James, 2011):

Ilustración 5: algoritmo de Weizfeld



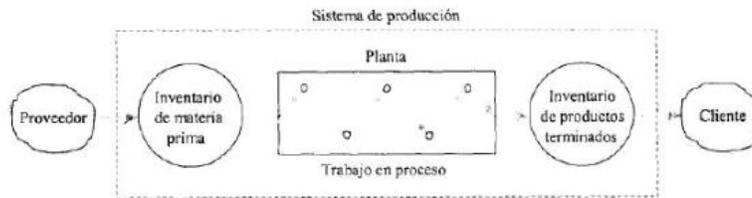
Fuente: (Tompkins, James, 2011)

3.3.2 Sistemas de producción

El diseño del sistema de producción es una parte fundamental de la distribución de una planta de producción el cual se define de la siguiente manera: “*aquello que*

toma un insumo y lo transforma en una salida o producto con valor inherente”, (DANIEL SIPPER Y ROBERT L.BULFIN. Jr, 1998). Se estructurará el análisis de los sistemas de producción alrededor de cuatro componentes diferentes: flujo de producción, construcción de bloques del sistema, tecnología y tamaño.

Ilustración 6: modelo genérico del flujo físico en un sistema de producción



Fuente: (DANIEL SIPPER Y ROBERT L.BULFIN. Jr, 1998)

3.3.2.1 Estructura Física

El proceso de conversión de materiales se lleva a cabo en la planta de producción, que está diseñada para facilitar la conversión. El volumen de producción y la variedad de productos determina el tipo de diseño, o distribución de planta (layout). Para cumplir con esta variedad de necesidades han surgido dos tipos de distribución de planta diferentes en esencia: el taller de producción intermitente y la planta de producción continua.

La producción intermitente

Tiene varios elementos en común. Los trabajadores deben estar capacitados para hacer varios productos. De manera similar, casi siempre se usa equipo para propósitos generales que puede manejar, dentro de ciertos límites, distintos tipos de trabajos. Una distribución de planta representativa para un taller de producción intermitente es una distribución por proceso en la que se agrupan máquinas similares.

Una planta de producción continúa

Fabrica un alto volumen de productos estandarizados Cada producto en el flujo de producción sigue la misma secuencia de operaciones. La secuencia de fabricación o las operaciones de ensamble requeridas por el producto determinan la distribución. Una planta de producción continua emplea una distribución por producto. El equipo se coloca de manera que el producto siempre siga la misma ruta a través de la planta.

3.2.2.2 Diseño de proceso de producción

Después de establecer el tipo de producción que se maneja en planta, cuales son las materias primas que se necesitan para sacar el producto final, los pasos que se deben seguir para producir el producto, los equipos que se utilizarán y el tiempo que tardarán, se hace la identificación de los procesos requeridos y se da paso a la secuenciación de estos, a este último proceso se le denomina técnicamente “secuenciación de los procesos requeridos” (Tompkins, James, 2011). En esta parte se especifican los procesos requeridos en la producción del producto, donde se describe el número de la operación, la descripción de esta, el tipo de máquina que se emplea, que herramientas se requieren, a qué departamento de la empresa pertenece, el tiempo que toma la preparación de los materiales necesarios y el tiempo de la operación del proceso, todos estos pasos para mayor efectividad en el momento de ejecutarlos se manejan en hojas de ruta, las cuales son de gran utilidad para el personal de planta, ya que les permite saber de forma clara que proceso se debe ejecutar, la materia prima que se debe prever, y la máquina que se debe utilizar o si el proceso es manual cual es la forma correcta de hacerlo.

3.3.3 Manejo de materiales

El manejo de materiales es una parte importante dentro del desarrollo del proyecto, el cual se define de la siguiente manera: “es la función que consiste en llevar el material correcto al lugar indicado en el momento exacto, en la cantidad apropiada, en secuencia y en posición o condición adecuada para minimizar los costos de producción” (Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens, 2006).

En el manejo de los materiales es muy importante tener en cuenta que para mover materiales se necesitan unos equipos, para almacenarlos se necesitan unas instalaciones. Pero hay otras consideraciones a tener en cuenta. Rara vez las operaciones de movimiento de materiales realizadas en una zona de producción no afectan a las operaciones vecinas y viceversa.

La eficiencia del almacén afecta a la eficiencia de las operaciones de producción que se realizan en el taller. La instalación de un transportador mejora el flujo de los materiales a través de la fábrica, o puede provocar el colapso del tráfico de la planta. Una importante mejora de una operación de producción, sin la correspondiente mejora de la operación siguiente de la cadena puede significar el amontonamiento de gran cantidad de material entre las dos.

3.3.3.1. Equipo para el manejo de materiales

Existe gran diversidad de equipos para el manejo de materiales. Varían desde las herramientas de mano más básicas a los sistemas de manejo de materiales más sofisticados. En el momento de realizar algún cambio que afecte la operación de la planta, es importante tener en cuenta el tipo de máquinas que se deben utilizar en determinados procesos productivos, uno de estos cambios sería por ejemplo trasladar las instalaciones hacia otro sector, esto implica que en el momento de establecer la nueva ubicación se tenga en cuenta el área

que debe tener el nuevo sitio, teniendo en cuenta las dimensiones de las máquinas y equipos, determinar si se requiere aumentar el número de estos, así como también la cantidad de personas que van a operar en la instalación. Por tradición, el equipo de manejo de materiales ha sido agrupado en cuatro categorías: ruta fija o de punto a punto, esta clase de equipo atiende la necesidad de manejar el material a lo largo de una trayectoria predeterminada o fija; área fija, atiende a cualquier punto dentro de un cubo o zona tridimensional; ruta y área variable, todos los carros de mano, vehículos motorizados y montacargas se empujan, arrastran o conducen a través de la planta; y por último las herramientas y equipos auxiliares, como plataformas, patines, sistemas automáticos de obtención de datos y contenedores. (DANIEL SIPPER Y ROBERT L.BULFIN. Jr, 1998)

3.3.4. Distribución de planta

“Consiste en determinar la posición, en cierta porción del espacio, de los diversos elementos que integran el proceso productivo. En las distribuciones de planta es esencial tener en cuenta explícitamente la extensión e incluso la forma, de los elementos que intervienen” (Fred E. Meyers, Matthew P. Stehphens, 2006).

Cuando una organización está determinando la distribución de una planta puede estar interesada en múltiples objetivos, minimizar los costos del flujo de los materiales, maximizar el uso del espacio, maximizar la flexibilidad del proceso de producción, en términos generales minimizar los costos de operación y maximizar la eficiencia.

Cada organización dependiendo de las características de su negocio se puede enfrentar a diferentes retos para determinar una correcta distribución. Retos como maquinaria que por su tamaño limita la forma de los departamentos, maquinaria muy pesada que por condiciones topográficas pueden ser ubicadas

sólo en puntos específicos, productos que no pueden tener contacto entre ellos, procesos que generan mucho ruido que se prefiere estén lejos de áreas con personal, y muchas otras situaciones que deben ser consideradas. En esta parte se debe tener en cuenta que si una empresa decide trasladar sus instalaciones hacia otra ubicación, como se mencionó anteriormente es importante tener en cuenta la distribución que debe tener una determinada instalación para que de acuerdo a el espacio requerido por cada área de operación se pueda determinar el tamaño total de la planta, o si se requiere diseñar una nueva distribución cuando existe una limitante de espacio.

3.3.5 Centro de distribución

Si se conociera con exactitud la demanda de un producto y si además éste pudiera ser suministrado de forma instantánea, no sería necesario su almacenamiento. Pero aun así las actividades de distribución deberían ser capaces de dar respuestas inmediatas.

Debido a estos factores surge la necesidad de una red logística de distribución como una solución efectiva para coordinar los problemas asociados a la incertidumbre de la demanda, al costo y duración de los transportes y a las exigencias de rentabilidad de las organizaciones. En estas redes logísticas cobran fundamental importancia los Almacenes reguladores y Centros de Distribución (CD) como nodos hacia los puntos de consumo.

¿Qué es un Centro de distribución?

“Un Centro de Distribución es la instalación o espacio físico destinado para la ubicación de materiales y productos con la función de coordinar los desequilibrios entre la oferta y demanda e incorporar valor al producto a través de actividades logísticas (cambio de formato, fraccionado, etiquetado, etc.).

Por lo tanto un CD debe diseñarse con una visión de procesos insertado dentro de la cadena logística de agregado de valor, comprendiendo la nueva visión de

“Bases de Actividad Logística” y de manera de identificar las oportunidades de lograr ventajas competitivas basadas en dicha visión” (DANIEL SIPPER Y ROBERT L.BULFIN. Jr, 1998)

Debe estar en el sitio adecuado, diseñado de acuerdo a la naturaleza, variedad y operaciones a realizar a los productos, equipamiento adecuado, y soportado por una organización eficiente y un sistema de información adecuado, pero fundamentalmente la infraestructura constructiva debe responder o adaptarse a los procesos logísticos definidos, es decir antes de construir se debe diseñar el proceso y luego materializar el mismo a través de una edificación acorde. Las situaciones o casos que se pueden presentar la necesidad de un centro de distribución son:

- Nuevas instalaciones
- Ampliación de las instalaciones existentes
- Reorganización y mejoras de las instalaciones existentes

Considerando la primera situación “Nueva instalación” que es la más amplia, los puntos principales a considerar para su desarrollo son:

- Red Logística
- Análisis de incluir un CD
- Cantidad
- Ubicación geográfica – recursos e infraestructura existente o Factibilidad

En ocasiones se tiende a confundir los centros de distribución con almacenes, es por eso que se debe hacer énfasis en las diferencias que existen entre estos y de acuerdo a las necesidades de la empresa establecer si se requiere un almacén o un centro de distribución.

TABLA 3: DIFERENCIA ENTRE CENTRO DE DISTRIBUCIÓN Y ALMACÉN

	Centro de Distribución	Almacén
Función principal	Efectividad en el flujo de materiales	Almacenaje y manejo de inventario
Cost Driver Principal	Mano de Obra	Instalaciones
Ciclo del pedido	Diario, horas	Meses, semanas
Valor agregado	Proceso	Puntualidad
Forma de expedir	Push shipping	Por demanda del cliente
Rotación de inventario	24, 48, 96, 120	3, 6, 12
Importancia del diseño	Flujo de materiales, mano de obra y por labores del picking	Altura, volúmen, medios de manipulación

Fuente: los autores

También es muy importante considerar algunas de las posibles ventajas y desventajas que puede tener un centro de distribución dentro de las cuales están:

VENTAJAS

- Distribución más eficiente, flexible y dinámica
- Capacidad de respuesta rápida hacia el cliente
- Reducción de costos y cuellos de botella
- Atención adecuada a pequeños puntos de venta
- Reducir el tiempo de entrega
- Logística enfocada exclusivamente en la distribución del producto

DESVENTAJAS

- Se requiere de mucho espacio para almacenar
- Fallas en el flujo de información
- Depende de la productividad de la planta de producción
- Incremento en costos operacionales de la empresa

3.4 APORTE INTELECTUAL

A través del planteamiento de los objetivos y la construcción del marco de referencia, se puede decir que uno de los principales aportes que se espera dar es comprobar si es posible que todos aquellos métodos y definiciones establecidos en toda la mayoría de la bibliografía del diseño y localización de instalaciones, pueden ser aplicados a pequeñas y mediana empresas en Colombia.

Determinar la ubicación más adecuada para el traslado de la planta de producción es de vital importancia ya que se pretende dar solución a uno de los principales problemas encontrados en la empresa, que es la falta de espacio en su ubicación actual para la expansión de sus instalaciones. Para establecer una posible ubicación se recurrió a todas aquellas herramientas y métodos que permiten que la localización cumpla con todos los requerimientos, por tal razón se realizará una combinación tanto de los métodos cualitativos como los cuantitativos; combinación en la que se tendrá en cuenta todos los factores cualitativos de localización establecidos por la bibliografía y la empresa, así como también se tendrá en cuenta el objetivo de localización escogido que es el minisum euclidiano, a través del cual se podrá validar si las instalaciones actuales de la empresa están ubicadas adecuadamente. Existen otros métodos cuantitativos que se usan para establecer ubicaciones tales como el minimax que se usa para dar cobertura a la nueva ubicación de la planta, las métricas de distancias también son diferentes, existen las euclidianas y las rectilíneas. La razón por la cual se seleccionó el método de minisum euclidiano es porque este permite minimizar el costo de las distancias desde la nueva planta de producción hacia la ubicación de sus clientes. Es importante tener en cuenta que los algoritmos y métodos que se utilizan para establecer una ubicación adecuada de una planta de producción se complementan con algunas herramientas de la distribución de instalaciones, ya que es preciso determinar el tamaño que deberá tener la nueva planta de producción, la cual será una restricción importante en el momento de elegir el lugar en el cual se deberá construir, esto se calcula a partir de ciertos elementos entre los cuales se encuentran: la demanda, capacidad, proyecciones de crecimiento, tamaño de los equipos empleados, entre otros. Para determinar el tamaño de la nueva planta de proceso se recurrió a algunas herramientas de la distribución de planta que permitirán calcular los espacios de los almacenes de la planta, a partir del número y dimensiones de las estibas que se pueden almacenar, así como también

establecer las dimensiones adecuadas de cada área que conforman la empresa en su conjunto.

En cuanto a la aplicación de la teoría al desarrollo, se puede decir que todo aquello relacionado con localización de planta ya está establecido, la tarea más importante es seleccionar que métodos y que herramientas de todos aquellos que nos ofrece la teoría se puede aplicar, lo cual se pudo discernir fácilmente teniendo en cuenta las características de la empresa, tales como su tamaño, la situación actual, su sistema de producción, el tipo y el flujo de materiales que utilizan, las máquinas que se requieren, el número de operarios actuales, entre otros. Se pudo establecer qué herramientas se ajustan más a las anteriores características para poder plantear la propuesta descrita en este proyecto.

4. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

4.1 ETAPAS DEL PROYECTO

En la siguiente tabla (tabla 3) se presenta todas las actividades a ejecutar durante el desarrollo del proyecto de grado, el cual se dividirá en dos fases: la primera es la construcción del anteproyecto a través del cual se cuenta el desarrollo y la actividad para cada objetivo específico. En la segunda fase es la recolección de todos los datos reales obtenidos a través de la empresa, los cuales se aplicaran a toda la investigación propuesta en el anteproyecto. Para estas dos etapas se contará con el constante acompañamiento del tutor a cargo de este proyecto y el trabajo de aproximadamente 5 horas semanales por parte de los estudiantes en la primera etapa, y de 10 horas en la segunda etapa.

En lo que concierne a la primera fase del proyecto, el anteproyecto, nos vamos a basar en las tres primeras etapas que son: construcción del marco de referencia, análisis de la situación actual y el estudio de la problemática. Para la construcción del marco de referencia, es preciso saber la situación actual de la empresa en cuanto a su producción y su cadena de suministros, y a partir de esto determinar cuál es la problemática actual de la compañía, para poder establecer cuál es la solución más adecuada, las cual se propondrá en este proyecto.

Los antecedentes también forman una parte importante, ya que es fundamental conocer acerca de otros proyectos o investigaciones existentes relacionados con la construcción de plantas procesadoras y el estado del sector alimenticio avícola en el País, la parte de la teoría será la base para la aplicación y utilización de todos los datos recolectados, y de esta manera poder saber si los métodos y conceptos utilizados en los libros son aplicables a pequeñas y medianas empresas en Colombia.

TABLA 4: ETAPAS DEL PROYECTO

Nº	Etapas del Proyecto	Actividades críticas	Metodologías específica
1	Crear el marco de referencia	Antecedentes, proyectos ya elaborados, datos obtenidos de la empresa.	Consulta y análisis bibliográfico.
2	Analizar la situación actual	Visitas a la planta, situación deseada, problemas actuales.	Entrevistas, indicadores, diagramas de causa y efecto, causas raíces.
3	Estudiar la problemática	Análisis de problemas, priorización, efectos no deseados, factores a favor y en contra.	Información acerca de capacidad instalada actual, demanda al año por clientes, rendimiento en el área de procesos
4	Proponer alternativas de solución	Mejora en la capacidad instalada, ajuste de procesos para el cumplimiento de sus metas.	Localización de planta a partir de factores cuantitativos y cualitativos.
5	Implementar solución	Presentar el proyecto de localización a los dueños de la compañía.	La empresa decide si implementa el proyecto o no.
6	Evaluar solución	Someter el proyecto a evaluación y ajustes por parte de la compañía.	Que el proyecto se utilice como modelo para la implementación de una nueva localización de la planta procesadora.

Fuente: Los autores

4.2 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

TABLA 5: MATRIZ DE MARCO LÓGICO

ENUNCIADO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
OBJETIVO GENERAL			
Comprobar que las herramientas y modelos de localización de Instalaciones son aplicables a las medianas y pequeñas empresas en Colombia.			Extraer conceptos bibliográficos relacionados con la localización y diseño de distribución de planta para aplicarlos a una mediana empresa en Colombia y determinar si son aplicables o no
OBJETIVO DEL PROYECTO			
Realizar una propuesta de localización para la planta procesadora de pollo, teniendo en cuenta el escenario propuesto por la empresa y el obtenido por la metodología utilizada.	Objetivos específicos cumplidos/Total de objetivos específicos	Proyecto de grado final	Presentar proyecto a la Empresa Santiago Express, para que sea evaluado y posteriormente sea implementado
OBJETIVO N.º 1			
Calcular los requerimientos de espacio físico para la nueva instalación	Requerimientos necesarios/ requerimientos totales	Registro de documentación de las variables y aprobación del tutor temático.	Determinar las dimensiones que debe tener el área sobre la cual se construirá la nueva planta de producción
ACTIVIDADES PARA OBJETIVO N.º 1			
Establecer el área que requiere cada departamento de la planta	Área de departamentos obtenida/ área por departamentos total	Determinar la capacidad, la demanda, las proyecciones de crecimiento de la empresa, el tamaño de sus equipos de proceso, la cantidad de vehículos o camiones con los que cuenta, el almacenaje de materia prima y producto terminado.	Obtener el área total del espacio de la planta de producción a construir

OBJETIVO N.º 2			
Proponer una posible ubicación para el traslado de la planta procesadora, de acuerdo a la necesidades de crecimiento que actualmente requiere la empresa.	Puntos de ubicación posibles/ puntos de ubicación obtenidos	Trasladarse hacia los puntos de ubicación obtenidos para verificar si se puede construir	Establecer por los menos dos puntos factibles de ubicación y construcción para la nueva planta de producción.
ACTIVIDADES PARA OBJETIVO N.º 2			
Validar que toda la operación productiva se ve restringida por la falta de espacio y la necesidad de automatizar algunos procesos	Sistema evaluado/sistema adecuado	Realizar la visita a la empresa en el momento en que se da inicio a todo el proceso de transformación en cada una de las plantas	Determinar la existencia de factores o problemas que causan pérdidas de tiempo y elevados costos de producción
Establecer que factores cualitativos de ubicación son importantes para la empresa	Factores escogidos/ factores establecidos	Determinar de todos los factores que ofrece la bibliografía se acogen a las necesidades de compra de un nuevo lote para la construcción de una nueva planta	Verificar personalmente que cada lote cumpla con los requerimiento cualitativos escogidos por los dueños de la empresa
Establecer que ubicaciones están avaladas por el POT para la construcción de una planta de proceso	Puntos posibles/puntos obtenidos	Verificar que la ubicación de cada uno de los posibles puntos cumplan con las condiciones mínimas requeridas por la empresa para la construcción	Verificar personalmente que los lotes cumplan con los requerimientos de espacio que requiere la planta de construcción
Establecer un punto de ubicación adecuado a través del minisum teniendo en cuenta a los clientes	Puntos posibles/ puntos obtenidos	Verificar que el punto de ubicación adecuada cumpla con las condiciones para construir una nueva planta	Establecer por lo menos dos puntos donde se pueda construir una planta de producción
Establecer distancias entre los puntos de ubicación establecidos por el POT y el obtenido a través del minisum	Punto escogido/puntos obtenidos	Escoger el o los puntos que tengan menor distancia al punto obtenido por el minisum	Esos puntos entran como factores de evaluación en la calificación cualitativa
OBJETIVO N.º 3			
•Realizar una propuesta de decisión acerca de las instalaciones actuales de la empresa	Posibles puntos de ubicación/ puntos obtenidos	Comprobar que la ubicación de las instalaciones actuales es adecuado para ser un nuevo centro de distribución	Determinar de acuerdo a la metodología si el nuevo centro de distribución se encuentra bien

			ubicado respecto a la nueva ubicación de la planta y los clientes
ACTIVIDADES PARA OBJETIVO N.º 3			
Utilizando el algoritmo de Minisum Euclidiano establecer si la ubicación actual es factible para tener un centro de distribución	Método utilizado/métodos posibles	Correr el algoritmo para verificar que la ubicación actual cumple con los requerimientos para ser un centro de distribución	Establecer la ubicación del nuevo centro de distribución
OBJETIVO N.º 4			
•Presentar la propuesta de localización para ser sometida a evaluación por la Empresa Santiago Express.	Propuesta aprobada/ propuesta presentada	Entregar la propuesta en físico para su evaluación	Aprobación de la propuesta por parte de la empresa

Fuente: los autores

5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

5.1 RECURSOS DISPONIBLES

El proyecto de localización de una planta procesadora de pollo para la empresa grupo Santiago Express S.A.S, considera los siguientes recursos:

- **Humano:**

Dentro de estos recursos se cuenta con dos estudiantes de Ingeniería industrial con conocimientos en cadena de suministro, diseño de sistemas de producción, distribución de instalaciones y localización adecuado de instalaciones. El inicio y finalización de este proyecto cuenta con la tutoría metodológica de la profesora Angélica Burbano y el tutor temático el profesor Juan José Cardona. Además de eso se cuenta con el acompañamiento del área directiva de la empresa para la recolección de datos e información.

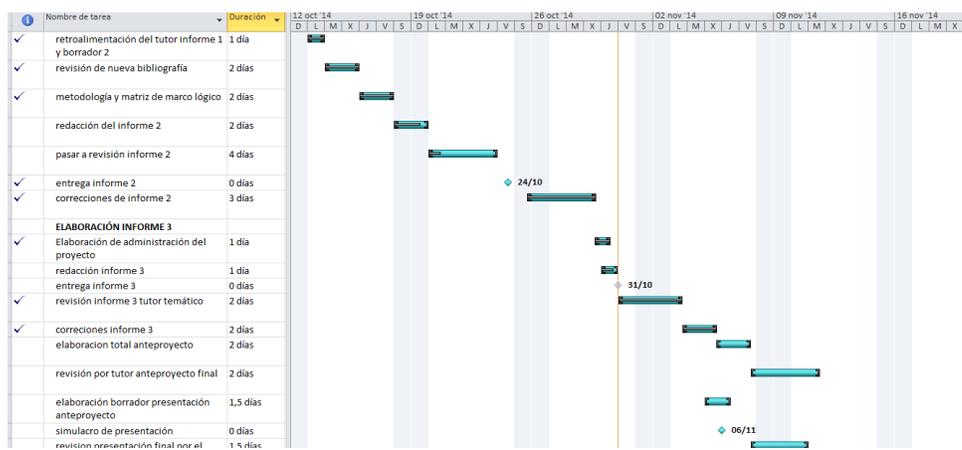
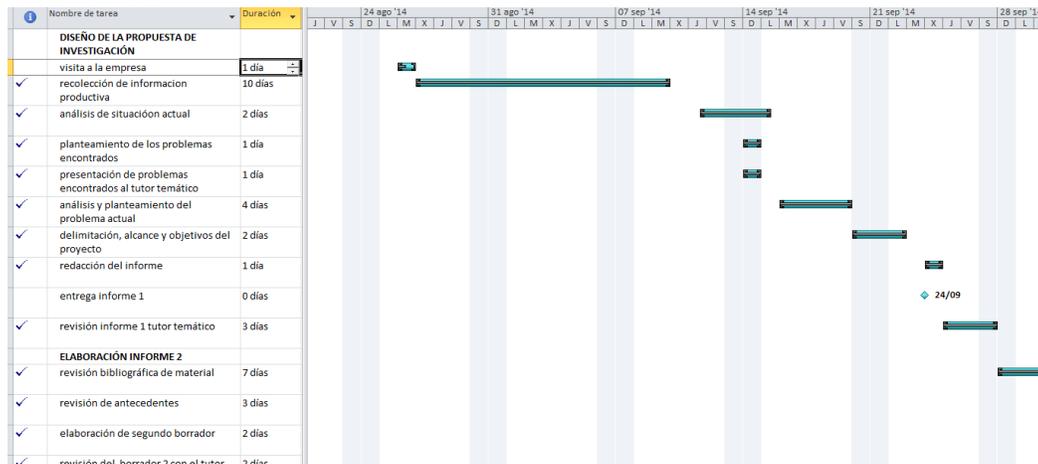
- **Tecnológicos:**

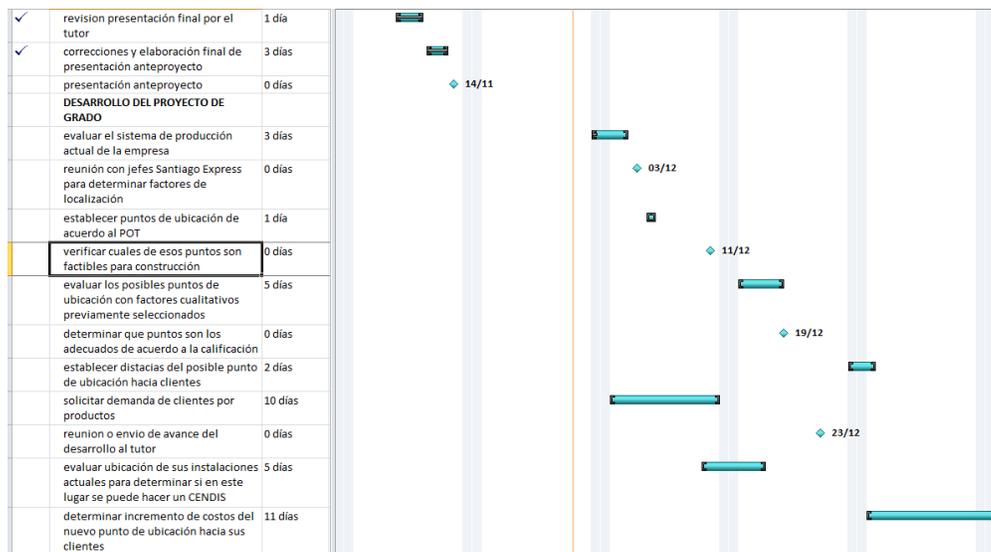
Se cuenta con herramientas tecnológicas tales como: dos computadores de última tecnología, la biblioteca y catalogo virtual de la biblioteca de la universidad Icesi, a través del cual se puede tener acceso a proyectos de grado pasados, investigaciones y otro material de apoyo acorde a la propuesta del proyecto; Microsoft Excel para realización de cálculos y diagramas; Google maps para determinar la ubicación actual de la empresa, de sus proveedores, clientes, entre otros. Y de esta manera saber con precisión en qué lugar quedará situada la nueva planta; una cámara filmadora y fotográfica para las visitas a las dos plantas de proceso; un cronómetro que permita la toma de tiempo; y un programa para hacer el diseño y distribución de la planta.

- **Económicos**

Este es un proyecto que no requiere la inversión de los estudiantes para su implementación, ya que de ser aprobado quien incurrirá con los costos y demás gastos es la empresa Santiago Express. Los gastos que se deben tener en cuenta son los de transporte hacia la empresa, y la visita a todos los posibles puntos de ubicación para determinar con certeza si puede o no construir, los cuales serán cubiertos por los estudiantes.

5.2 CRONOGRAMA





Fuente: los autores

5.3. Equipo de investigadores

El equipo de investigación de la propuesta de localización de una planta procesadora de pollo para la empresa grupo Santiago Express S.A.S, está conformado por Carlos Acosta y Geraldine Acosta, estudiantes de octavo semestre de ingeniería industrial de la universidad Icesi.

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1 objetivo uno

6.1.1 Recolección de datos y hallazgos para determinar tamaño de la nueva planta de proceso

Para la recolección de datos relacionados con el tamaño de la nueva planta de proceso para la empresa Santiago Express se recurrió a diferentes métodos para llevar a cabo esta actividad, pues esta etapa consiste en “*recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis o casos*” (Hernandez, Fernandez, & Baptista). En este caso se recolectaron datos relacionados con todo el proceso productivo de la planta y la capacidad de cada uno de estos.

Para esta etapa se aplicaron cuestionarios con diferentes fines, pues este es “*el instrumento más utilizado para recolectar datos, que consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables* (Hernandez, Fernandez, & Baptista). Los cuestionarios con preguntas abiertas se aplicaron a través de una entrevista personal con el Sub Gerente de la empresa, encontrando que la empresa cuenta con dos plantas de proceso, la primera es la de transformación de pechugas en filetes de diferentes gramajes y la segunda es la planta de preformado donde se le da valor agregado a los productos derivados del pollo. El 70% de los ingresos de Santiago Express, están representados en la venta de filete de pollo porcionado, proceso en el cual tienen mayor problema de capacidad y producción. El otro 30% está representado en la venta de los productos de preformado, para la elaboración de éstos se asigna un día de la semana laboral, debido a que la planta es muy pequeña para elaborar de forma simultánea toda la línea de productos de esta área.

A pesar de la ampliación de sus instalaciones para aumentar el área de producción, no se cumplió con los requerimientos de espacio necesarios para su demanda actual, debido a su rápido crecimiento. Santiago Express de acuerdo a

sus datos históricos año tras año sus proyecciones de crecimiento varían entre el 18% y 20%. En 2014 su proyección de crecimiento fue atípica ya que aumentó un 50% debido a que a su catálogo de clientes se sumó la cárcel de Villa Hermosa obteniendo de este porcentaje un 30% y el otro 20% repartiéndose en las ventas de filetes, pollo porcionado y los productos de preformados.

Santiago Express planea hacer la construcción y traslado de sus instalaciones en 8 años aproximadamente (2024), desean que a partir de este año el incremento de sus ventas en los seis años siguientes varíen entre un 19% y 20% anual, y para los 8 años siguientes su crecimiento si se puede ajustar a los cambios en el mercado y a la competencia del sector. La empresa requiere que las proyecciones de crecimiento se hagan a 15 años a partir del 2014, debido a que su capacidad de endeudamiento con los bancos para la construcción de una nueva planta se haría por este periodo de tiempo, y por ello requieren que la productividad de la empresa de cierta manera logre cubrir la deuda año tras año, a medida que va creciendo.

Aparte del método de recolección de información a través de cuestionarios, se seleccionó otro método igual de útil al anteriormente mencionado; para la toma de datos acerca de los procesos de producción se optó por el método de la observación el cual se define como: *“el registro sistemático, valido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”* (Hernandez, Fernandez, & Baptista). Gracias a esto se recolectó información relacionada con el número de trabajadores, áreas de trabajo, número de máquinas actuales, cantidad de medios de transporte para distribución de producto, capacidad de producción de cada área de trabajo, el almacenaje, entre otros factores. Todo esto tanto para la planta de filetes como para la planta de preformado.

También se indagó acerca de las presas de pollo más vendidas, así como también los productos de preformado que más elaboración requiere y tienen mayor porcentaje de participación en las ventas de esta área. Encontrando que el producto más vendido para la empresa es el pernil de pollo, el cliente que mayor demanda genera es la cárcel de Villa Hermosa. En el área de preformado se determinó que los productos más vendidos son los chorizos de pollo y el cordón blue. Finalmente se tomaron las medidas de cada área de las diferentes plantas, y también se hizo uso de planos arquitectónicos de la empresa.

TABLA 6: ÁREAS PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FILETES

	área actual	unidades
llegada de materia prima	68	m ²
deshuese	80	m ²
almacenaje MP		
congelación producto terminado		
almacenamiento pernils		
porcionado	49	m ²
empaque		
alistamiento	72	m ²
baños	38,7	m ²
precamara	38,7	m ²
otro espacios	28,6	m ²
TOTAL ÁREA	375	m²

Fuente: los autores

TABLA 7: ÁREAS PLANTA DE PREFORMADO

	área actual	unidades
Planta	21	m ²
casino y cocina	31,6575	m ²
cuarto congelación	8,12	
cuarto refrigeración	3,45	
zona de calor	14	m ²
TOTAL ÁREA	78,2275	m²

Fuente: los autores

De acuerdo a las tablas anteriores se debe resaltar que las áreas de congelación y almacenamiento no solamente son para los filetes, perniles, cordón blue y chorizos, pues también se almacena producto terminado de otras referencias y el producto que se comercializa. Sobre las dimensiones de estas áreas se harán las equivalencias para saber cuánto deberían medir en el futuro de acuerdo a su crecimiento, así que en el momento de hacer estos cálculos implícitamente también se calculará el espacio suficiente para el crecimiento que pueda tener la empresa respecto a sus otras referencias de producto.

6.1.2 Metodología

Para empezar a hacer los cálculos pertinentes es necesario tener en cuenta que el tamaño total de la planta viene dado por el área en la que va a operar la producción de filete, el área de preformado, y los cuartos de almacenaje para el pollo despresado y el producto terminado. La producción de filetes y los diferentes productos de preformado son procesos muy diferentes que requieren operar de manera separada, en una misma instalación. Primero se debe conocer la capacidad bajo la cual operan estas dos plantas de producción en la actualidad, así como también la cantidad de operarios y de máquinas que se requieren. Por eso como se sugirió en el marco teórico se empezó por tomar datos para establecer cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la planta de filetes y preformado, a través de unas hojas de ruta ([anexo 2](#)).

El tamaño del lote sobre el cual se va a construir la planta debe tener unas dimensiones superiores a esta, ya que en los cálculos se hicieron proyecciones de crecimiento hasta el año 2039 ([anexo 1](#)), es decir el espacio sobre el cual se va a construir la planta de producción para el 2024 debe tener el espacio suficiente para crecer hasta el 2039. También es se debe tener en cuenta que en algunos

sectores donde se permiten construir fábricas o plantas procesadoras en el Valle del Cauca, se debe dejar un porcentaje de espacio sin construir, la mayoría de las veces este es del 30%, así que en el momento de calcular el tamaño del lote y el tamaño de la planta este es un factor que se debe tener en cuenta.

Como primer paso se proyectaron las ventas de Santiago Express para el año 2015 para cada referencia de producto (tabla 7, círculo color rojo), el valor total de la suma de cada una de estas se tomó como base para hacer las proyecciones de ventas para los años siguientes. El precio de venta de cada unidad se tomó también como base para realizar las proyecciones del incremento del precio de venta de acuerdo a la inflación ([anexo 1](#)).

TABLA 8: VENTAS TOTALES AÑO 2015

	PRODUCTO	UND/DÍA	PRECIO	TOTAL DIARIO	TOTAL VENTAS AL AÑO
PLANTA 1	filetes	13000	\$ 1.150,00	\$ 14.950.000	\$ 4.305.600.000
POLLO DESPRESADO	pernils	8333	\$ 684,00	\$ 5.700.000,00	\$ 1.641.600.000
	cordón blue	520	\$ 1.125	\$ 585.000,00	\$ 84.240.000
PLANTA 2	chorizos	1350	\$ 1.300	\$ 1.755.000,00	\$ 505.440.000
			\$ 4.259,00	\$ 22.990.000	\$ 6.536.880.000

Fuente: los autores

Una vez se obtiene el valor total de las ventas para el año 2015 (\$ 6' 536.880) se estima que el incremento de las ventas totales por año podrían variar entre un 18% y 20% hasta el año en el que se traslada la planta (2024), este porcentaje es el indicador de crecimiento que Santiago Express ha tenido año tras año, los cuales han variado dentro de este rango debido a la adquisición de nuevos clientes, el desarrollo y posicionamiento de su línea de preformado dentro y fuera de la ciudad, también a la planeación semanal que realiza la junta directiva, y las nuevas estrategias que establecen para la penetración de nuevos mercados. Una vez la planta se traslada (año 2024) se calcula el incremento de las ventas totales de los años posteriores, asignando para este crecimiento un rango de variación

entre el 19% y 20% para los primeros seis años, después de esto se estima que la empresa logre superar todas sus necesidades de producción y crecimiento en cuanto espacio, para que de esta manera su crecimiento se ubique en un rango del 5% y 6% anual. Estos porcentajes son valores que se establecieron de acuerdo a las expectativas de crecimiento, que tienen los dueños de la empresa, con la construcción de una nueva planta, donde los primeros años se puede tener un crecimiento bastante rápido y alto, debido a la implementación de nuevos equipos, la ampliación de la capacidad instalada, entre otros factores. Una vez se hayan alcanzado todos los objetivos de la empresa en cuanto a mejoras en la parte productiva, este crecimiento ya no tendrá porcentajes tan altos como en los primeros años de traslado, la empresa seguirá creciendo pero con unos porcentajes mucho más bajos a los anteriores ([anexo 1](#)).

Por otra parte, también se calculó el incremento del precio de venta por unidad de cada producto (filetes, pernils, cordón blue y chorizos) de acuerdo al incremento de la tasa de inflación desde el 2015 hasta el 2039, con un porcentaje de crecimiento que oscila entre el 3,2% y el 3,5% anual (Grupo Helm).([Anexo 1](#)).

Partiendo de las ventas totales para el 2015 se hacen las proyecciones y se estima la cantidad de filetes, de pernils, de chorizo y de cordón blue que la empresa debería vender, para de esa manera calcular la cantidad de operarios y de máquinas con las que debe contar la nueva planta en el año 2024 y 2039. Para esto se va a las proyecciones de ventas totales y de precio de venta que se encuentran en el anexo 1 (a continuación se muestran en rojo los valores que se tomaron del anexo), se seleccionan los años de interés que son 2024 y 2039, para establecer la cantidad de ventas totales que se tendrán para estos dos años respectivamente, se calcula la cantidad de producto de cada referencia que deberán tener y el precio unitario de cada uno de estos.

TABLA 9: PROYECCIONES DE PRODUCCIÓN DIARIA AÑOS 2024 Y 2039

CAPACIDAD TOTAL A EL 2035	PORCENTAJE DE VENTAS AL AÑO	VENTAS PROYECTADAS SIN MARGEN	VENTAS PROYECTADAS POR DÍA	PRECIO FUTURO POR UNIDAD	UND/ DÍA FUTURO
filetes	66%	\$210.505.856.910	730.923.114	\$ 2.226,05	328.351
perniles	25%	\$ 80.259.758.153	278.679.716	\$ 1.324,01	210.481
cordón blue	1%	\$ 4.118.592.853	28.601.339	\$ 2.177,65	13.134
chorizos	8%	\$ 24.711.557.116	85.804.018	\$ 2.516,40	34.098
	100%	\$319.595.765.032			

CAPACIDAD TOTAL A EL 2024	PORCENTAJE DE VENTAS AL AÑO	VENTAS PROYECTADAS	VENTAS PROYECTADAS POR DÍA	PRECIO FUTURO POR UNIDAD	UND/ DÍA FUTURO
filetes	66%	\$15.060.833.075	\$52.294.559	\$ 1.536	34.050
perniles	25%	\$ 5.742.257.427	\$19.938.394	\$ 913	21.827
cordón blue	1%	\$ 294.668.473	\$2.046.309	\$ 1.502	1.362
chorizos	8%	\$ 1.768.010.839	\$6.138.927	\$ 1.736	3.536
	100%	\$22.865.769.814			

Fuente: los autores

Los porcentajes que aparecen en la segunda columna corresponden a la equivalencia que se hizo teniendo en cuenta los valores obtenidos para el año 2015, si se retrocede a la tabla número siete se encuentra que las ventas totales para este año serían de \$ 6'536.880.000, de las cuales el 66% equivale a las ventas de los filetes de pollo, el 25% a la venta de perniles y así sucesivamente. Estos mismos porcentajes se aplicaron para el año 2039 y el 2024 en la tabla número ocho, y de esta manera saber cuántas unidades y kilogramos de producto deberían tener.

Tomando como base la cantidad de unidades estimadas de cada producto para el 2024 y 2039 se empiezan a hacer los cálculos para determinar de acuerdo a esas cantidades el tamaño del lote sobre el cual deben construir la nueva planta y el tamaño de esta. Es necesario hacer estos dos cálculos porque a partir del momento en el que se traslada la planta (2024) esta irá creciendo paulatinamente de acuerdo al comportamiento del mercado, es por eso que la planta no se debe construir sobre el tamaño total del lote, si no que se debe construir de acuerdo a la cantidad de unidades que se espera producir de cada producto para el año 2024, el número de operarios y de máquinas que se espera tener. Y de esta manera

dejar disponible el espacio que sobra del lote para que la empresa pueda disponer de éste cuando se necesiten hacer ampliaciones o algunos ajustes a la planta. Para el 2024 se realizan estos cálculos con el fin de determinar el tamaño de todas las áreas de proceso y administración para establecer las dimensiones que debería tener la nueva planta. Para el año 2039 también se debe calcular las dimensiones de las áreas anteriormente mencionadas, para determinar el área del lote donde debe ubicarse la planta y la cantidad de producto que para este año la empresa podría producir.

Para calcular el tamaño de la planta de filetes es importante tener en cuenta que actualmente cuenta con una máquina de empaque que está siendo sub utilizada, en los cálculos se hace la estimación de cuantas máquinas de esa referencia necesitan para los años seleccionados, y de no considerar la posibilidad de utilizarla se calculó la cantidad de operarios que deberían ir en esta área.

Una vez se calcula el número de máquinas y operarios para el 2024 y para el 2039 se establece si algunos procesos deberían ser automatizados y a cuantos turnos de debería trabajar cada planta de producción.

Finalmente con la capacidad de producción que se espera tener para los años seleccionados, la cantidad de operarios que se deberían contratar y el número de máquinas necesarias para producir, se pasan a hacer los cálculos de áreas, teniendo como base la capacidad que tienen cada una de las plantas en la actualidad para de esta manera hacer las equivalencias para saber la áreas futuras.

6.1.2 Resultados

En el proceso para determinar el tamaño ideal de la planta de producción se presentan diversos escenarios que deben ser tenidos en cuenta para establecer cuál es la mejor opción para la empresa. Partiendo de que se debe calcular el tamaño del lote para que la empresa pueda crecer hasta el año 2039 el cual será equivalente a el tamaño de la planta de producción para este año, y también

teniendo en cuenta que el tamaño de la planta debe ajustarse a los requerimientos de crecimiento para el año 2024 año en el que se pretende trasladar todo el proceso productivo de Santiago Express, se procede a calcular las dimensiones con las que debe contar la empresa para los respectivos años tanto para la plana de preformado como para la de filetes.

PLANTA DE FILETES

Primero se empieza por la planta de producción de filetes para el año 2024 y 2039 calculando el número de operarios con los que debía contar cada área de proceso para determinar las dimensiones de la planta de producción, anteriormente se mencionó que actualmente la empresa tiene una máquina de empaque subutilizada con una capacidad de 60 filetes por minuto la cual se quiso tener en cuenta para establecer cuántas máquinas de éstas se requerirían para el año 2024 Y 2039 y de cuánto sería la reducción de operarios al utilizarlas. El resultado que arrojó este cálculo es que el número de máquinas requeridas, para el proceso de producción del año 2039 son aproximadamente 17 y tal vez podrían requerir mayor espacio que si se dejase el proceso sin automatizar ([anexo 3](#)) y para el año 2024 solamente se requerirían dos, pero se debe tener en cuenta que existen máquinas con la misma función pero con una eficiencia mucho más alta que la de la referencia actual, y el número requerido sería mucho menor.

En esta parte se observó que no solo la parte de empaque debe automatizarse con máquinas más eficientes, sino otras áreas del proceso como deshuese y porcionado, por esta razón se decide hacer un nuevo análisis evaluando dos escenarios, el primero es donde los procesos se dejan completamente manuales y el segundo es donde se automatizan las áreas mencionadas anteriormente, todo este estudio para el 2039 y 2024:

PLANTA DE FILETES- 2024

Al analizar los dos escenarios para el año 2024 para la planta de filetes se encontró lo siguiente: en el primer escenario se debería aumentar la mano de obra en planta para satisfacer la demanda de filetes para este año. Santiago Express pasaría de tener 25 operarios que son los actuales, a tener aproximadamente 92 personas en planta, lo que demanda para la empresa mayor espacio en sus instalaciones. Evaluando el segundo escenario se encontró que la cantidad de operarios con los mismos procesos automatizados también se reducirían pasando de tener 92 a 45, los resultados de este análisis se encuentran en el [anexo 4](#). Es más beneficioso para la empresa invertir en maquinaria, ya que de esta manera su proceso productivo sería mucho más eficiente, que tener muchos operarios haciendo lo mismo pero con mayor tiempo de productividad.

A continuación se presenta la dimensión que debería tener la planta de filetes con los procesos automatizados y sin automatizar para el año 2024:

TABLA 10: ÁREA FUTURA 2024 PLANTA DE FILETES

	2024 TURNO DE 8 HORAS			
	área futura	unidades	capacidad	unidades
llegada de materia prima	250	m ²	11015	kg/día
deshuese	218	m ²	5997	kg/día
almacenaje MP			2974	
congelación producto terminado			988	
almacenamiento pernils			992	
porcionado	130	m ²	5152	kg/día
empaquete			5233	
alistamiento	180	m ²	3250	kg/día
baños	127	m ²	92	operarios
precamara	127	m ²		
otro espacios	72	m ²		
TOTAL ÁREA		1103	m²	

Fuente: los autores

TABLA 11: ÁREA FUTURA 2024 PLANTA FILETES, PROCESOS AUTOMATIZADOS

2024 PROCESOS AUTOMATIZADOS TURNO DE 8 HORAS				
	capacidad	unidades	# máquinas	Área de las máquinas (m ²)
deshuese	18470	pechuga/ turno	1	1,242
porcionado	201372	filete/ turno	1	7
empaquete	201372	filete/ turno	1	3,055
			3	11,297
	área futura	unidades	capacidad	unidades
llegada de materia pri	846	m ²		
congelacion				
alistamiento				
precamara				
otros espacios				
baños	46	m ²	33	operarios
892 m²				

Fuente: los autores

PLANTA DE FILETES- 2039

Siguiendo este mismo ejercicio para el año 2039 en análisis de los dos escenarios se encontró para el escenario número uno que la cantidad de operarios debería aumentar para satisfacer la cantidad de unidades de producto que la empresa debería producir, este resultado trae consigo que los requerimientos de espacio deben estar acordes a este número de personas, pero a su vez implicaría una mayor inversión para la empresa. El segundo escenario se evalúa la reducción de operarios si se automatizan las áreas de deshuese, porcionado y empaque, los resultados de estos dos escenarios se presentan en el [anexo 5](#) operando bajo dos turnos de 8 horas. De acuerdo a esto se encontró que la cantidad de operarios se reduce considerablemente pasando de tener 256 operarios con el proceso totalmente manual, a tener 212 con los tres procesos automatizados, esto implica una reducción de costos importante para Santiago Express, ya que a pesar de hacer una inversión probablemente grande en máquinas la cantidad de operarios operando sería mucho menor, y esta inversión se podría recuperar mejorando la eficiencia de cada uno de sus procesos con las nuevas máquinas, para esto se hace la propuesta de algunas máquinas que podrían satisfacer lo demandado por

cada proceso ([Anexo 5](#)). Como se ha mencionado a lo largo del documento, tanto la planta de filetes como la de preformado deben operar de forma separada, pero en una misma instalación, la suma de las dimensiones de cada una determinará el tamaño de la planta y el tamaño del lote para el año 2024 y 2039 respectivamente. Una vez se establece el número de operarios requeridos en cada escenario se presenta la dimensión que debería tener la planta de producción de filetes para el año 2039.

TABLA 12: ÁREA FUTURA 2039 PLANTA DE FILETES

	2039 TURNO DE 8 HORAS			
	área futura	unidades	capacidad	unidades
llegada de materia prima	695	m ²	30650	kg/día
deshuese	1752	m ²	55059	kg/día
almacenaje MP			8276	
congelación producto terminado			16788	
almacenamiento pernils			2760	
porcionado	503	m ²	20137	kg/día
empaque			20137	
alistamiento			13291	
baños	354	m ²	256	operarios
precámara	354	m ²		
otros espacios	268	m ²		
TOTAL ÁREA	4662 m²			

Fuente: los autores

TABLA 13: ÁREA FUTURA 2039 PLANTA FILETES, PROCESO automatizado

	2039 PROCESOS AUTOMATIZADOS 2 TURNOS DE 8 HORAS			
	capacidad	unidades	# máquinas	Área de las máquinas (m ²)
deshuese	18470	pechuga / turno	3	1,242
porcionado	201372	filete/ turno	0	7
empaque	201372	filete/ turno	2	3,055
			5	
				29,549
	área futura	unidades	capacidad	unidades
llegada de materia prima	3835	m ²		
congelación				
alistamiento				
precámara				
otros espacios				
baños	383	m ²	277	operarios
TOTAL ÁREA	2300	m²		

Fuente: los autores

De acuerdo a los resultados anteriores el área requerida para las unidades a producir y almacenar para este año son muy significativas y encontrar lotes en el Valle del Cauca con esas especificaciones es muy difícil, claro está si se habla de que toda la productividad se construirá en un solo nivel. Es por eso que se le propone a Santiago Express que si desea dejar todo el proceso manual para este año, lo más aconsejable es que la planta opere a dos turnos de ocho horas, de esta manera el espacio requerido se reduciría a la mitad, pasaría de tener 4666 metros cuadrados a 2333 metros cuadrados aproximadamente, o lo que se mencionó anteriormente en el escenario número dos que algunos procesos se automaticen requiriendo un espacio de 2300 metros cuadrados aproximadamente.

Con relación a estos resultados se puede concluir que si la planta decide dejar sus procesos manuales como ahora pero operando bajo dos turnos, en un futuro las modificaciones que deberían hacer si se decide automatizar los procesos mencionados anteriormente no serían mayores, ya que si se observa el tamaño de la planta para este año en cada uno de estos escenarios no varía mucho, son bastante cercanas, esto sería un factor muy favorable para la empresa, ya que no tendría que incurrir en costos muy elevados de construcción, sino que solo se enfocaría en la inversión de las nuevas máquinas.

Teniendo en cuenta que el número de maquinaria y mano de obra para el 2024 ocurrirá primero y si se decide automatizar los procesos de empaque, deshuese y porcionado, la inversión en maquinaria no varía mucho del año 2024 al 2039 ya que la cantidad de máquinas adicionales que deberían tener sería de solo una, pues para el año 2024 se necesitarían cuatro máquinas en total y para el 2039 cinco.

TABLA 14: NÚMERO DE MÁQUINAS REQUERIDAS PLANTA DE FILETES – 2024

estaciones de trabajo	# máquinas
deshuese	2
porcionado	1
empaque y sellado	1
	4

Fuente: los autores

TABLA 15: NÚMERO DE MÁQUINAS REQUERIDAS PLANTA DE FILETES – 2039

estaciones de trabajo	# máquinas
deshuese	3
porcionado	0
empaque y sellado	2
	5

Fuente: los autores

Con base en estos resultados se puede decir que el área cuando se automatizan procesos y cuando se trabaja con una producción 100% manual tienen una diferencia significativa, pues el tamaño de la planta se reduce casi a la mitad si se decide automatizar los procesos. El tamaño de la planta de filetes para el año 2024 presenta diferencias en cuanto a su área ya que si se decide automatizar los procesos el área de la planta debería reducirse, y por consiguiente dejaría un espacio importante sin utilizar y esto implicaría pérdida de dinero para la empresa. Para el año 2039 el tamaño de la planta se reduce considerablemente si se decide automatizar los procesos, se reduciría a la mitad si la planta trabaja a dos turnos con procesos manuales, y se reduce aproximada 33 metros cuadrados si la planta trabaja a dos turnos de ocho horas.

TABLA 16: TAMAÑO DE LA PLANTA DE FILETES CON PROCESOS CON Y SIN AUTOMATIZAR- 2024

planta de filetes	área 2024 procesos automatizados turno de 8 hrs	892	m ²
	área 2024 procesos sin automatizar turno de 8 hrs	1103	m ²

Fuente: los autores

TABLA 17: TAMAÑO DE LA PLANTA DE FILETES CON Y SIN AUTOMATIZAR PROCESO – 2039

planta de filetes	área 2039 procesos automatizados- 2 turnos de 8 hrs	2300,17	m ²
	área 2039 procesos sin automatiza- turno 8 horas	4662,01	m ²
	área 2039 procesos sin automatiza- 2 turnor de 8 horas	2331,01	m ²

Fuente: los autores

PLANTA DE PREFORMADO

Pasando a hacer los cálculos para establecer las dimensiones de la planta de preformado también se estableció las unidades de producto que se tendrían que producir para cada uno de los años mencionados 2024 y 2039, para de esta manera estimar el número de máquinas y el número de operarios para cada área. Se debe saber que del catálogo de productos de preformado el chorizo y el cordón blue son los productos más vendidos y por ende los que se producen en mayor cantidad, además hacen uso de la totalidad de máquinas disponibles en planta; Tanto la elaboración de los chorizos como del cordón blue comparten la mayoría de máquinas, excepto las de cocción, empaque, embutido y amarre. Por esta razón para establecer el número de máquinas compartidas por estos dos productos, se toma como referencia el que mayor volumen de producción genere, en este caso es el chorizo. En cuanto a los operarios requeridos para la elaboración de estos dos productos, primero se debe tener en cuenta que estos no se producen de forma simultánea ya que tienen asignados unos días de producción a la semana, y segundo los operarios que fabrican el cordón blue

pertenecerán al mismo grupo de personas que elaboran los chorizos. A continuación se presenta una tabla de las máquinas que se comparten en la elaboración de estos dos productos

TABLA 18: MÁQUINAS COMPARTIDAS EN LA PLANTA DE PREFORMADO

MAQUINAS Y PROCESO PLANTA DE PREFORMADO		
	chorizos	cordón blue
sierra	X	X
molino	X	X
mezcladora	X	X
almacenaje en cajas		manual
formar bolas de mezcla		manual
ensamblar		manual
tanque de cocción 200 lt		X
apanado y batido		manual
empaques		X
embutidora y amarre	X	
horno de cocción	X	
corte y empaque	X	
<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">máquinas compartidas</div>		

Fuente: los autores

ANÁLISIS PLANTA DE PREFORMADO AÑO 2024

Estos cálculos dieron como resultado que en la elaboración de los chorizos el área que mayor número de máquinas requiere es la de cocción, se requieren 5. Por tal razón se propuso cambiarla por una de mayor capacidad, requiriendo solamente una para de esta manera reducir la cantidad de máquinas de 19 a 15 en total. En cuanto al número de operarios se mantiene constante si hace o no el cambio de dicho equipo, demandando en ambos casos 14 operarios. Siguiendo con este mismo ejercicio para el cordón blue el número de operarios necesarios es de 9 en total, los cuales se seleccionan del personal que elabora los chorizos, y el número

de máquinas en total es de 15 ([anexo 6](#)). Como se mencionó anteriormente las únicas máquinas exclusivas para el proceso de los dos productos en mención son las de cocción, las de empaque, embutido y amarre las demás se comparten. Para la producción del cordón blue no se considera la posibilidad de cambiar máquinas, ya que si el número total de éstas viene dado por la producción del chorizo que es el producto que más volumen de producción genera, se espera que estas mismas máquinas estén en la capacidad de procesar toda la materia prima requerida para elaborar el cordón blue, a excepción de las máquinas de cocción, empaque, embutido y amarre que son las únicas que éstos no comparten, y que para el caso del cordón blue no se necesita cambiarlas por unas de mayor capacidad, pues el número requerido de cada una de éstas es bastante razonable. En el [anexo 6](#) se puede evidenciar que algunos procesos en la elaboración del cordón blue no se requiere máquinas ya que el proceso es 100% manual y la eficiencia de estos procesos solo se podría maximizar con mayor capacitación, estandarización de algunos procesos y la utilización de las herramientas de trabajo adecuadas.

Finalmente el número de máquinas totales que se deben tener en la planta de preformado varía si se toma la decisión de cambiar el horno de cocción de los chorizos, pasando de tener 23 a 19 máquinas en total ([anexo 6](#)).

Siguiendo con los cálculos para encontrar las dimensiones adecuadas que debería tener esta planta para este año, se evaluó dos posibilidades la primera fue calcular la dimensión de la planta conservando las máquinas que actualmente tienen pero en mayor cantidad, y la otra posibilidad fue calcular el tamaño de la planta cambiando la máquina de cocción por una de mayor eficiencia

-TAMAÑO DE LA PLANTA 2024- POSIBILIDAD UNO

TABLA 19: TAMAÑO PARA LA PLANTA DE PREFORMADO SIN CAMBIAR MÁQUINA DE COCCIÓN-2024

	2024 TURNO DE 8 HORAS			
	área futura	unidades	capacidad	unidades
Planta	54,53	m ²	898,61	kg /día
casino y cocina	56,76	m ²	134	personas /día
cuarto congelación	21,09	m ²	898,61	kg /día
cuarto refrigeración	8,96	m ²	898,61	kg /día
zona de calor	35,11	m ²	908,38	kg /día
TOTAL ÁREA	176,45	m²		

Fuente: los autores

-TAMAÑO DE LA PLANTA- POSIBILIDAD DOS

TABLA 20: TAMAÑO PARA LA PLANTA DE PREFORMADO CON MÁQUINA DE COCCIÓN DE MAYOR CAPACIDAD-2024

	2024 TURNO DE 8 HORAS			
	área futura	unidades	capacidad	unidades
Planta	54,53	m ²	898,61	kg /día
Máquina de cocción chorizos de mayor capacidad	1,2792	m ²	25200	chorizos/ hora (1 máquina)
casino y cocina	56,76	m ²	134	personas /día
cuarto congelación	21,09	m ²	898,61	kg /día
cuarto refrigeración	8,96	m ²	898,61	kg /día
zona de calor	35,11	m ²	908,38	kg /día
TOTAL ÁREA	177,73	m²		

Fuente: los autores

De acuerdo a estos dos resultados obtenidos se puede observar que las dimensiones de la planta de preformado para el año 2024 no varían mucho si se decide comprar una máquina con mayor capacidad en el área de cocción de los chorizos.

ANÁLISIS PLANTA DE PREFORMADO AÑO 2039

Siguiendo la misma idea con la que se viene trabajando en el análisis de lo que será la planta de preformado, se procede a hacer el mismo ejercicio para el año 2039 para el caso de los chorizos las máquinas requeridas serían 54 y el número de operarios 40, este análisis se lo debe comparar con los resultados obtenidos para el cordón blue donde deben evaluar 3 escenarios y se debe tener en cuenta

que tanto la elaboración de los chorizos como del cordón blue seguirán compartiendo las máquinas que se mostraron en la tabla 13

-ESCENARIO NÚMERO UNO

Se adaptó el proceso de fabricación de cordón blue a los resultados que se obtuvieron en el análisis de los chorizos, en donde no se cambia ninguna máquina si no que se sigue operando con equipos de la misma referencia, pero con un mayor número de estos. El resultado que se obtuvo en el procesamiento de los chorizos es que se requerían 54 máquinas de las cuales 24 forman el grupo de los equipos que el cordón blue y el chorizo comparten (cierra, molino y mezcladora). Para la elaboración del cordón blue no se hará uso de los 24 equipos en total, si no solamente de 15, ya que el volumen de producción de éste es mucho menor al del chorizo, los otros equipos corresponden a el área de cocción y empaque que serían aproximadamente 11, de esta manera el número total de equipos requeridos para la transformación de la materia prima en cordón blue serían de 26 aproximadamente (anexo 4, [escenario uno](#)). En cuanto al número de operarios de los 40 requeridos para producir chorizos, solo se requerirían 26.

-ESCENARIO NÚMERO DOS

Se propone para que el número de operarios y máquinas no sea 26 y 26 respectivamente, se trabaje a dos turnos de ocho horas, para que la inversión en las máquinas que solamente se utilizan para la elaboración de este producto no se incremente mucho, pasando de tener 11 máquinas a tener aproximadamente 6. Con relación a las 24 máquinas que se comparten no se podrían reducir porque la producción de los chorizos las requiere en su totalidad, pero si se puede disminuir con estos dos turnos el número de máquinas que se utilicen, pues ya no se ocuparían 15 si no aproximadamente 8. Con respecto al número de operarios de los 40 que se requieren para los chorizos ya no sería de 26 sino 13. La intención de trabajar a dos turnos se enfoca en reducir el número de máquinas de uso exclusivo en la elaboración del cordón blue y también de poder rotar a los 40

operarios en la elaboración de este, para no estar sujetos a la presencia de los mismos operarios en este proceso, si no que todos tendrían conocimiento acerca del proceso productivo del cordón blue (anexo 7, [escenario dos](#)).

-ESCENARIO NÚMERO TRES

Se hizo un análisis cambiando algunas máquinas tanto para el proceso de los chorizos como para el cordón blue de uso común y de uso exclusivo de cada producto, ya que se debe contemplar la posibilidad de comprar equipos con mayor capacidad, a continuación se muestra las máquinas que se seleccionaron para dicho análisis.

TABLA 21: MÁQUINAS PROPUESTA PARA PLANTA DE PREFORMADO

2039 MÁQUINAS CON MAYOR CAPACIDAD PLANTA DE PREFORMADO				
estaciones de trabajo	capacidad	unidades	# máquinas	Área de las máquinas (m ²)
mezcladora	1500	kg/hr	1	5,654
embutidora y amarre	3208	kg / hr	1	0,4712
horno de cocción (chorizos)	25200	chorizos/ hora	1	4,14
corte y empaque	360	paquetes/hora	1	1,2792
tanque de cocción (cordón blue)	1300	litros	1	153
			5	164,544

Fuente: los autores

Para el caso de los chorizos de considerar la compra de máquinas que tengan la misma capacidad de las actuales el número requerido sería de 54 en total, y el número de operarios 40; pero si por el contrario se piensa en maximizar la eficiencia de proceso en las áreas mencionadas anteriormente, estos valores se reducirían a 20 máquinas y 24 operarios (anexo 7, [escenario tres](#)).

TABLA 22: COMPARACIÓN DE REDUCCIÓN DE MÁQUINAS Y OPERARIOS-CHORIZOS

Chorizos

estaciones de trabajo	sin cambiar máquinas	cantidad máquinas mayor capacidad
sierra	8	8
molino	8	8
mezcladora	8	1
embutidora y amarre	8	1
cocción	14	1
corte y empaque	8	1
Total máquinas	54	20
cantidad operarios	40	24

 máquinas que se cambiaron

Fuente: los autores

Pasando a hacer el análisis para el cordón blue se obtuvo que si se cambian las máquinas que se muestran a continuación el número de operarios y máquinas también se reducirá. Pasando de tener 26 máquinas a 12 y de tener 26 operarios a 14 aproximadamente. Como se ha mencionado constantemente el número de máquinas de uso común viene precedido por el volumen de producción de los chorizos, de acuerdo a la tabla 15 estas máquinas son la suma de las que se encuentran en el área de sierra, molino y mezcla, sumando aproximadamente 16 equipos, de los cuales el proceso de cordón blue solo ocupara 11 aproximadamente. Y cuanto al número de operarios de los 24 requeridos para hacer chorizos, la elaboración de cordón blue solo demandaría 14.

Como se observa tanto en la tabla 15 como en la tabla 16 la máquina de mezcla es la misma para ambos productos, pero para el cordón blue las máquinas de cocción y corte y empaque son otras, las cuales también se las debe cambiar por unas de mayor capacidad, como se observa en la tabla 16 se cambiaría de 5 a 1 máquina en ambas áreas, reduciendo de esta manera el número total de máquinas de 26 a 13 y de 26 operarios a 16. Por último cabe resaltar que el

análisis de este último escenario se lo hizo teniendo en cuenta que la elaboración de estos dos productos se hará en un solo turno de ocho horas

TABLA 23: COMPARACIÓN DE REDUCCIÓN DE MÁQUINAS Y OPERARIOS-CORDÓN BLUE
Cordón blue

estaciones de trabajo	sin cambiar máquinas	cantidad máquinas mayor capacidad
sierra	5	5
molino	5	5
mezcladora	5	1
almacenaje en cajas	19 cajas	19 cajas
formar bolas de mezcla	no máquina	no máquina
ensamblar	no máquina	no máquina
tanque de cocción 200 lt	5	1
apanado y batido	no máquina	no máquina
corte y empaque	5	1
Total máquinas	26	13
cantidad operarios	26	16

 máquinas que se cambiaron

Fuente: los autores

En los cálculos para establecer el tamaño de la planta de preformado para el año 2039, se tuvo en cuenta 2 de los escenarios mencionados anteriormente, el escenario número uno y el número tres. La razón por la cual no se tuvo en cuenta el escenario número dos es porque aunque en la producción de cordón blue se trabaje a dos turnos, el tamaño de la planta de preformado en general estará establecido por la cantidad de operarios y equipos que requiera la elaboración de los chorizos, que tanto en el escenario uno como en el dos trabajara a un solo turno.

TAMAÑO PARA LA PLANTA DE PREFORMADO - ESCENARIO UNO

TABLA 24: TAMAÑO DE LA PLANTA DE PREFORMADO SIN CAMBIAR MÁQUINAS- 2039

	2039 TURNO DE 8 HORAS			
	área futura	unidades	capacidad	unidades
Planta	151,74	m ²	2500,58	kg / día
casino y cocina	143,64	m ²	340	personas / día
cuarto congelación	58,67	m ²	2500,58	kg / día
cuarto refrigeración	24,93	m ²	2500,58	kg / día
zona de calor	97,70	m ²	2527,77	kg / día
TOTAL ÁREA	476,70	m²		

Fuente: los autores

TAMAÑO DE LA PLANTA DE PREFORMADO - ESCENARIO NÚMERO TRES

Para este escenario fue preciso hacer el cambio de algunas máquinas para el procesamiento tanto de chorizos como de cordón blue, en la siguiente tabla se presenta cuáles fueron las máquinas que se consideraron cambiarlas por unas de mayor capacidad:

TABLA 25: MÁQUINAS QUE SE DEBEN CAMBIAR EN PLANTA DE PREFORMADO- 2039

MÁQUINAS QUE SE DEBEN CAMBIAR	PRODUCTO
Mezcladora	Chorizos y cordón blue
Embutidora y amarre	Chorizos
Horno de cocción	Chorizos
Corte y empaque	Chorizos
Tanque de cocción	Cordón blue

Fuente: los autores

El resultado en cuanto área para la planta de preformado haciendo estos cambios fue el siguiente:

TABLA 26: TAMAÑO DE PLANTA DE PREFORMADO CAMBIANDO MÁQUINAS- 2039

	2039 TURNO DE 8 HORAS			
	área futura	unidades	capacidad	unidades
Planta	151,74	m ²	2500,58	kg / día
mezcladora	5,654		1500	kg/hr
embutidora y amarre	0,4712		3208	kg / hr
horno de cocción (chorizos)	4,14		25200	chorizos/ hora
corte y empaque	1,2792		360	paquetes/hora
tanque de cocción (cordón blue)	153		1300	litros
casino y cocina	136,88	m ²	324	personas / día
cuarto congelación	58,67	m ²	2500,58	kg / día
cuarto refrigeración	24,93	m ²	2500,58	kg / día
zona de calor	97,70	m ²	2527,77	kg / día
TOTAL ÁREA	634,47	m²		

Fuente: los autores

De acuerdo a las dimensiones anteriormente obtenidas en cada uno de los escenarios se puede ver que el tamaño de la planta de preformado aumentaría si se cambian las máquinas mencionadas en la tabla número 20. Pasando de tener 476,70 m² a tener 643,47 m² haciendo dicho cambio.

Finalmente comparando los resultados de área entre al año 2024 y el año 2039 se puede decir que como se muestra en la siguiente tabla, que la empresa Santiago Express para el año 2024 no tendrá cambios significativos en tamaño de área si se decide hacer la compra de la máquina de cocción para chorizos. Los cambios más notorios se darán en el año 2039 cuando se tome la decisión de si se debe dejar los procesos con las máquinas que actualmente operan o si deben cambiarlas por unas de mayor eficiencia o capacidad, de seguir procesando su producto sin hacer cambio de equipos las dimensiones de su planta serian de 476,70 m², y si deciden cambiar los equipos la nueva área seria de 643,47m². El cambio de estas áreas representaría para la empresa cambios significativos en cuanto a su estructura física, pero debido a la holgura que existe entre el 2024 y el 2039, estos cambios de equipos y dimensiones de la planta se pueden ir dando paulatinamente.

TABLA 27: ÁREAS DE LA PLANTA PREFORMADO AÑO 2024 Y 2039

planta de preformado	área total 2024 con máquina de cocción de chorizos de mayor capacidad	177,73	m ²
	área total 2024 sin máquina de cocción de chorizos	176,45	m ²
planta de preformado	área total 2039 con máquinas de mayor capacidad	634,47	m ²
	área total 2039 sin máquinas con mayor capacidad	476,70	m ²

Fuente: los autores

TAMAÑO DE LA INSTALACIÓN PARA AÑO 2024 Y 2039

De acuerdo a las áreas obtenidas para cada una de las plantas de producción se procede a hacer el cálculo de lo que debería medir toda la instalación donde va a operar la parte productiva de Santiago Express, para esto se hace la suma de cada una de las áreas encontradas para las respectivas plantas en los diferentes años

TABLA 28: DIMENSIONES DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA LOS AÑOS 2024 Y 2039

año	lote - planta	procesos automatizados (filetes) y cambios de máquinas (preformado)-(m ²)	procesos sin automatizar (filetes) y sin cambiar máquinas (preformado)-(m ²)
2039	lote	2934,64	2807,70
	planta de filetes opera a un solo turno		5138,71
2024	planta	1069,63	1279,65

Fuente: los autores

Antes de hacer el análisis de estos resultados se deber tener en cuenta que los cálculos hechos para el año 2039 no solamente son para calcular el tamaño de la instalación para este año, si no que a su vez este resultado es el tamaño del lote que la empresa debería comprar para construir la planta para en el año 2024 y paulatinamente ir creciendo hasta ocupar el 100% de lo calculado para el año 2039.

En la tabla se puede observar que para el año 2024 el tamaño de toda la instalación sería de 1069,63 m² y si se decide automatizar algunos procesos de la planta de filetes y cambiar algunas de las máquinas de preformado el tamaño aumentaría siendo este de 1279,65 m², lo cual implicaría para la empresa costos de construcción y de igual forma se sumaría el costo de la inversión en máquinas. En el año 2039 se calcula el tamaño de la instalación si la planta de filetes trabajase a un solo turno y la de preformado de igual forma, dando como resultado un área de 5138,71 m² aproximadamente. Por otra parte también se evaluó la posibilidad que para este año la planta de filetes opere a dos turnos de ocho horas y la de preformado siga operando a un solo turno, todo esto con el fin de reducir el tamaño de la planta de filetes y por ende también reducir el tamaño de la instalación lo cual trae consigo la reducción a su vez de los costos de construcción obteniendo un área de 2807,70 m² si se cambian equipos y se automatizan proceso, sino el tamaño seria de 2934,64 m². Ya que independientemente de la situación bajo la cual opere la instalación en el año 2024, inevitablemente deberá hacer modificaciones para llegar a lo que se planea para el año 2039, lo único que se puede controlar es a que dimensiones se espera que la planta crezca, razón

por la cual se evalúa el trabajo de la planta de filetes a diferentes turnos con o sin procesos automatizados al igual que el trabajo de la planta de preformado con o sin cambio de máquinas.

Por otra parte de acuerdo a lo que el Plan de Ordenamiento Territorial establece, existen determinados sectores en el Valle exclusivos para la construcción de empresas con determinados procesos productos, una de las restricciones en la mayoría de estos sectores es que el área de construcción se ve limitada por ciertas leyes que todas las plantas de producción deben acogerse, en algunos lugares del 100% del tamaño del lote solo se permite construir el 70%, o como es el caso de la zona de Acopi- Yumbo donde el área total permitida de construcción es del 30%. Por esta razón se debe calcular de nuevo de qué tamaño debería ser la instalación para los años en mención sujetándose a estas condiciones.

TABLA 29: RESTRICCIÓN DE 70% DE ÁREA CONSTRUIDA

RESTRICCIONES DE CONSTRUCCIÓN				
70% AREA CONSTRUIDA	año	lote - planta	procesos automatizados (filetes) y cambios de máquinas (preformado)-(m ²)	procesos sin automatizar (filetes) y sin cambiar máquinas (preformado)-(m ²)
		2039	lote	3815,03
planta de filetes opera a un solo turno				6680,32
2024		planta	1390,51	1663,54

Fuente: los autores

TABLA 30: RESTRICCIÓN DE 30% DE ÁREA CONSTRUIDA

RESTRICCIONES DE CONSTRUCCIÓN				
30% AREA CONSTRUIDA	año	lote - planta	procesos automatizados (filetes) y cambios de máquinas (preformado)-(m ²)	procesos sin automatizar (filetes) y sin cambiar máquinas (preformado)-(m ²)
		2039	lote	4988,89
planta de filetes opera a un solo turno				8735,80
2024		planta	1818,36	2175,40

Fuente: los autores

De esta forma los valores obtenidos en la tabla número 27 varían de acuerdo al porcentaje de construcción permitido establecidos en las tablas 28 y 29. Los valores de estas dos últimas tablas son los que se tuvieron en cuenta en el momento de localizar un lote para la construcción de la instalación para la empresa Santiago Express. Se decidió tomar como referencia los valores más grandes para de esta manera garantizar a la empresa que si deciden dejar sus

procesos como actualmente los aplican, en un futuro si esto cambia el tamaño del lote permitirá que sigan creciendo hasta llegar a las dimensiones establecidas para el año 2039. Por esto se tomaron como referencia para la búsqueda de estos lotes los valores de 6680 m² y 3650,01 m² cuando la restricción sea de 70 % de área construida y se tomaron los valores de 8735,80 m² y 4773,09 m² cuando la restricción sea de 30% de área construida.

6.2 Objetivo Dos

6.2.1 Recolección de datos y hallazgos para determinar la ubicación de la planta de producción

Para desarrollar el objetivo número dos se empezó con la recolección de información relevante que permitiera dar una ubicación adecuada a la planta de producción aunque fue muy poca la información requerida para el desarrollo de este objetivo, el contenido de la misma fue bastante denso.

En primer lugar fue preciso obtener la base de datos de los clientes de Santiago Express para saber cuánto vende la empresa a cada uno de estos, datos corresponden al mes de Enero de 2015, así como también la ubicación de los mismos, es decir la dirección a la cual la empresa hace llegar el producto.

Por otra parte también se investigó acerca de las posibles ubicaciones que el POT (plan de ordenamiento territorial) establece para la construcción de plantas procesadoras. Para hacer más confiable este proceso también se hicieron entrevistas personales a la junta directiva de la empresa para establecer cuáles eran los factores más importantes a tener en cuenta en el momento de determinar la nueva ubicación de la planta.

6.2.2 Metodología

Como se documentó en el marco teórico la metodología utilizada para obtener la ubicación más adecuada de la planta de producción, fue la utilización de un método cuantitativo llamado Minisum Euclidiano, el cual minimiza la suma de las distancias, en este caso se minimizan las distancias del posible punto de ubicación hacia cada uno de sus clientes.

El minisum euclidiano es un algoritmo que se compone de las siguientes partes:

X = (x, y): Nueva localización donde posiblemente se ubica la planta procesadora

Pi = (ai, bi): Coordenadas de cada instalación existente, en este caso son las coordenadas que arrojan las direcciones de los clientes seleccionados

Wi: Peso (demanda o carga) de cada instalación, en esta parte se tiene en cuenta a los clientes que la empresa más producto vende.

M: Número de instalaciones existentes, es el número de clientes que se seleccionaron de la base de datos

$$\text{Min } f(x, y) = \sum_{i=1}^m w_i \sqrt{(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2}$$

Este algoritmo se complementa con el método de Weizfeld (Ilustración 8)

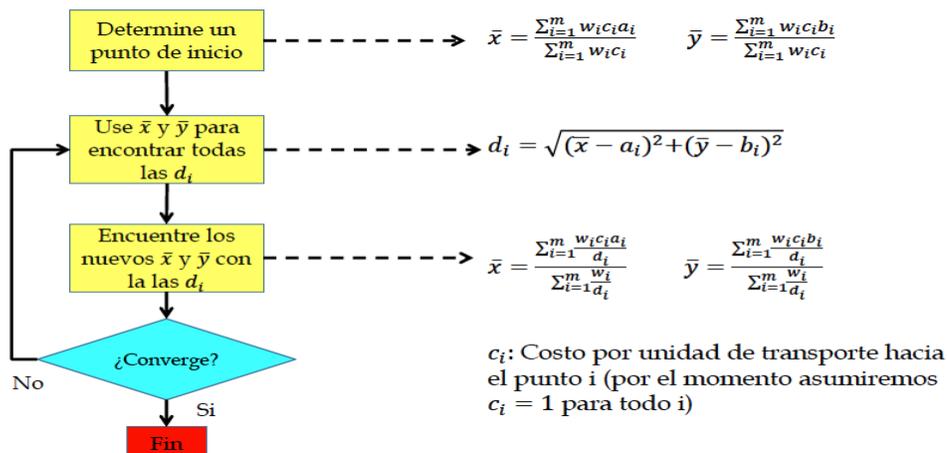


Ilustración 7: algoritmo de Weizfeld
Fuente: (Tompkins, James, 2011)

Con la base de datos de las ventas de Santiago Express se hizo un proceso de filtración, para saber con más certeza cuales eran los clientes que compraban en mayor volumen, por eso se estableció que solo se tendrían en cuenta aquellos que hagan compras mayores o iguales a \$500.000, arrojando como resultado que de los 300 clientes contenidos en la base de datos, 257 cumplen con el parámetro establecido, los cuales su vez representan alrededor del 90% de las ventas que la empresa genera mensualmente. El 10% restante, son aquellos que realizan compras esporádicamente, lo cual no es un factor relevante, ya que este algoritmo solo tienen en cuenta aquellos clientes que tengan mayor peso en compras, lo cual representa una demanda fija mensual para Santiago Express.

Ya con las ventas y las direcciones obtenidas se procedió a obtener los requerimientos necesarios para aplicar el método de Weizfeld como lo son las coordenadas cartesianas en X y Y de cada uno de los clientes y el peso de las ventas representas por W. Posteriormente se realizó la multiplicación entre cada coordenada X con su respectivo W, y de igual forma con las coordenadas Y; la sumatoria de estas dos multiplicaciones se las divide entre la sumatoria de las ventas (W) respectivamente, obteniendo las coordenadas de partida establecidas con el método anteriormente mencionado ([anexo 8](#)).

Cabe anotar que el método Weizfeld establece el punto óptimo a través de iteraciones donde se trata que los puntos arrojados por cierta iteración converjan con los puntos de la iteración inmediatamente anterior. De esta forma con los puntos de partida obtenidos se procede a realizar las iteraciones necesarias para cumplir con lo mencionado anteriormente y así encontrar el punto adecuado como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 31: PUNTO ÓPTIMO DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN- MÉTODO CUANTITATIVO

PUNTO DE PARTIDA				
3,503	-76,507			
ITERACIONES	DIFERENCIA ENTRE PUNTOS X			DIFERENCIA ENTRE PUNTOS Y
1		3,464	-76,520	
2	-0,0200666	3,444	-76,527	-0,006606761
3	-0,0066351	3,437	-76,529	-0,002354531
4	-0,0018611	3,435	-76,531	-0,001896016
5	-0,0018242	3,434	-76,511	0,019363804
6	-0,0008772	3,433	-76,515	-0,003520750
7	0,0006271	3,433	-76,518	-0,003229921
8	0,0008096	3,434	-76,522	-0,004139953
9	0,0005994	3,435	-76,526	-0,003929348
10	0,0002380	3,4351	-76,5292	-0,002948995
11	0,0000006	3,4351	-76,5312	-0,001947094
12	-0,0000877	3,4350	-76,5324	-0,001218580
13	-0,0001171	3,4349	-76,5332	-0,000783711
14	-0,0000943	3,4348	-76,5337	-0,000512470
15	-0,0000740	3,4347	-76,5340	-0,000328341

PUNTO OPTIMO

Fuente: los autores

Ya que el punto óptimo se situó en la misma área donde se encuentra la actual planta se validó que el lugar donde está ubicada la empresa cumple con el objetivo del método al ser un buen punto para minimizar la suma de los costos de transporte a sus clientes. A pesar de esto no se pudo encontrar un lote dentro de esta área a causa de ser una zona restringida para el funcionamiento de plantas procesadoras, siendo un problema constante para la empresa que se ha visto en la obligación de socializar soluciones con sus vecinos y cumplir con altos estándares en la manipulación de alimentos cárnicos y normas de sanidad para poder realizar su actividad comercial sin mayor problema aunque estén incumpliendo con lo permitido, además si se quisiera seguir trabajando de esta manera no hay lotes con los requerimientos establecidos en el objetivo uno. Por lo tanto se decide complementar la metodología cuantitativa con una cualitativa. De esta manera se procede a buscar lotes en áreas industriales o mixtas establecidas en el POT (plan de ordenamiento territorial) con las dimensiones adecuadas para la futura empresa. Esta búsqueda, se realizó mediante una salida de campo a las diferentes zonas como la flora industrial, las delicias, acopi entre otros, apoyados

en información brindada por inmobiliarias y consultas a páginas de internet especializadas en compra y venta de lotes. Al final se seleccionaron cinco posibles opciones de ubicación.

Conseguidos tanto el punto óptimo como la ubicación de los cinco lotes se procede a establecer la distancia que hay desde el punto obtenido con cada uno de los lotes, con el fin de establecer que lote es el más cercano y cual es más alejado del punto óptimo.

Por último como se mencionó en el marco teórico dichas ubicaciones de los lotes se evaluaron con factores cualitativos acordados con la empresa, con la finalidad de encontrar el lote que más se acomoda a los requerimientos de la empresa. Cada factor tiene un porcentaje de participación que se multiplicó por la nota que asignó para cada factor en cada uno de los lotes; la escala de evaluación que se asignó fue de 1 a 5 siendo 1 lo menos importante y 5 lo más importante.

6.2.3 Resultados

Una vez se hizo la recolección de datos en cuanto a la ventas de Santiago Express para cada cliente se pudo encontrar que en ésta, cada venta que se realizaba se registraba como una venta nueva sin importar que sea para un mismo cliente, de esta manera se tuvo que hacer una sumatoria de las ventas para cada cliente obteniendo las ventas totales por cliente.

La suma total de sus ventas en el mes de enero fueron de \$ 1.038.616.134,48 y de acuerdo a la filtración de clientes se obtuvo que las ventas de los 257 clientes fueron de \$ 934.799.615,49 comprobando de esta manera que se trabajó con el 90% del total de ventas.

Dentro de los 257 clientes se pudo establecer que tanto sus tres puntos de venta como algunas cárceles del Valle del Cauca son sus clientes potenciales ya que representan el 53% de las ventas de este grupo seleccionado, de igual forma se pudo establecer que sus clientes están categorizados en 5 sectores como lo son:

- restaurantes y cafeterías
- hotelería y centros turísticos-recreacionales
- colegios y universidades
- empresas industriales y de servicios
- personas que compran al por mayor

Por otra parte se pudo evidenciar que la empresa es subcontratada por ciertos clientes que se dedican a brindar servicios de alimentación, para la distribución de sus productos en cada punto donde dichos clientes tienen contratos como es el caso de Food Services de Colombia S.A.S.

También se pudo establecer que la empresa tiene una distribución directa con clientes del Eje Cafetero y Buenaventura.

Con respecto a lo arrojado por el método de localización se pudo encontrar que en la iteración 15 los puntos convergen en cuatro décimas con los puntos de la iteración 14, convirtiéndose en las coordenadas del punto óptimo. Introduciendo dichas coordenadas en Google Maps se pudo observar que su ubicación está muy próxima a la planta actual corroborando que esta se encuentra correctamente ubicada. (Ilustración 9)

ILUSTRACIÓN 8: PUNTO ÓPTIMO- MÉTODO CUANTITATIVO



Fuente: los autores

Posteriormente se decide medir la distancia que existe desde el punto óptimo hacia cada uno de los lotes encontrados dentro del POT, con el objetivo de establecer una clasificación de cercanía entre los lotes que están más próximos al punto obtenido, siendo la distancia un factor cualitativo que se decidió evaluar junto con los demás factores. Adicionalmente se consulta los precios y dimensiones de los cinco lotes, utilizados de igual forma en la evaluación cualitativa.

TABLA 32: LOTES SELECCIONADOS DE ACUERDO AL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

	LOTES	PRECIO	METROS	DISTANCIA(Km)
1	CARRERA 1 CON CALLE 58 FLORA INDUSTRIAL	\$ 3.408.000.000	4544	6,22
2	ACOPI YUMBO	\$ 2.500.000.000	10000	7,28
3	CALLE 52 N CON CARRERA 9 FLORA INDUSTRIAL	\$ 6.000.000.000	12773	5,88
4	SECTOR DE PALMASECA KM 11 VIA CALI- PALMIRA	\$ 1.350.000.000	16388	15,28
5	CORREGIMIENTO MULALO, YUMBO	\$ 1.200.000.000	6224	30

Fuente: los autores

Como se puede observar el lote más cercano es el que está ubicado en el sector de la flora industrial entre calle 52N y carrera 9.

Teniendo en cuenta lo que se mencionó en el marco teórico dichas ubicaciones de los lotes se evaluaron con factores cualitativos acordados con la empresa, con la finalidad de encontrar el lote que más se acomoda a los requerimientos de la empresa. Cada factor tiene un porcentaje de participación que se multiplicó por el valor asignado, de acuerdo a la escala de calificación obtenida para cada factor en cada uno de los cinco lotes seleccionados; la escala de evaluación fue de 1 a 5 siendo 1 lo menos importante y 5 lo más importante. Cabe resaltar que para la obtención de los porcentajes de importancia se realizaron previamente reuniones de concertación con la empresa para definir dichos porcentajes de acuerdo a cada uno de los factores.

Para determinar los factores socializados con la empresa se recolectó información como el costo del metro cuadrado

para cada lote, vías principales y zonas de acceso que cruzan dichas ubicaciones entendiéndolo como el factor de transporte, políticas que rigen la construcción de plantas industriales con respecto al porcentaje permitido de construcción tanto en Cali como en Yumbo, la distancia de los puntos obtenida anteriormente y consultas internas a empleados respecto a la viabilidad de seguir trabajando en alguna de estas localizaciones.

Para la calificación de los lotes según los factores cabe anotar que tanto el costo del predio, transporte y distancia a la planta actual se evaluó de acuerdo a la información recolectada, mientras que las políticas legales locales y conservar la mano de obra se evaluó con la junta directiva de la empresa.

A continuación se presenta la calificación de cada uno de estos lotes teniendo en cuenta los factores de calificación:

TABLA 33: EVALUACIÓN FACTORES CUALITATIVOS- ESCALA DE 1-5

EVALUACIÓN FACTORES CUALITATIVOS						
FACTORES	DESCRIPCIÓN	LOTES				
		1	2	3	4	5
1	Costo predio	2	3	1	4	5
2	Transporte	5	4	5	4	1
3	Políticas legales locales	4	2	4	5	4
4	Distancia planta actual	4	3	5	2	1
5	Conservar mano de obra	4	3	4	1	1
	TOTAL	20	17	22	20	17

Fuente: los autores

TABLA 34: EVALUACIÓN FACTORES CUALITATIVOS- PORCENTAJE DE IMPORTANCIA

EVALUACIÓN FACTORES CUALITATIVOS							
% DE IMPORTANCIA	FACTORES	DESCRIPCIÓN	LOTES				
			1	2	3	4	5
35%	1	Costo predio	0,7	1,05	0,35	1,4	1,75
10%	2	Transporte	0,5	0,4	0,5	0,4	0,1
20%	3	Políticas legales locales	0,8	0,4	0,8	1	0,8
20%	4	Distancia planta actual	0,8	0,6	1	0,4	0,2
15%	5	Conservar mano de obra	0,6	0,45	0,6	0,15	0,15
100%		TOTAL	3,4	2,9	3,25	3,35	3

Fuente: los autores

De acuerdo a esta evaluación se determinó que la ubicación más apropiada para el traslado de planta es el lote 1 correspondiente al del sector de la flora industrial entre carrera 1 y calle 58, como segunda opción se encuentra el lote disponible en el sector de Palmaseca, en tercer lugar está el lote encontrado igualmente en la flora industrial pero entre calle 52 y carrera 9, como cuarta opción se tiene el lote el que está ubicado en el corregimiento de Mulalo, Yumbo y como última opción se tiene el lote ubicado en Acopi, Yumbo.

6.2 Objetivo tres

6.2.3 Recolección de datos y hallazgos para establecer una propuesta de decisión sobre las instalaciones actuales de la empresa Santiago Express

En el proceso para determinar que se debe hacer con las instalaciones actuales de la empresa, se tomó en cuenta las propuestas planteadas por la empresa y las

propuestas que la teoría logística ofrece. Dentro de las propuestas brindadas por la junta directiva de la empresa, se sugirió que toda la parte productiva se traslade hacia una nueva ubicación y que la parte de distribución y administración se sigan ejecutando desde el barrio La Alameda, acondicionando las instalaciones que hoy en día operan como planta de proceso a un centro de distribución, para de esta manera poder satisfacer la demanda diaria de cada uno de los puntos de venta, los cuales se encuentran en este mismo sector, además de poder responder de manera oportuna a los clientes que hacen sus pedidos a través de domicilios. En cuanto al traslado de la nueva planta, se espera que de ésta se transporte el producto necesario para abastecer el centro de distribución, y que a su vez de ésta se pueda despachar los pedidos de clientes mayoristas, los cuales están ubicados fuera de la ciudad o en sectores cercanos a la nueva ubicación de la planta.

También se analizó la posibilidad de vender las instalaciones actuales y trasladar absolutamente toda la operación a la nueva ubicación, analizando cuales serían los costos de transporte adicionales en los que se incurrirían al tomar esta decisión, cuántas veces a la semana se debería abastecer cada punto de venta y verificar si los cuartos de almacenaje de cada uno de éstos tienen la capacidad instalada de guardar producto para el abastecimiento de los mismos de por lo menos una semana. Otra posibilidad que se consideró fue partir la producción, es decir que la planta de filetes se traslade y que la planta de preformado siga operando en la Alameda, teniendo en cuenta si los costos de producción son beneficios para la empresa, y si tienen el suficiente personal administrativo para controlar una producción dividida. Finalmente también se propuso dejar toda la parte administrativa en La Alameda y trasladar toda la producción y distribución a la nueva ubicación, analizando si de esta manera se puede tener un control efectivo de las operaciones y una comunicación efectiva y confiable respecto a esto, además analizar el incremento en los costos de transporte de los productos hacia sus clientes y los puntos de venta.

6.4.2 Metodología

Después de realizar una lluvia de ideas acerca de las posibles decisiones respecto a las instalaciones actuales de la empresa, y de analizar cuáles serían los pros y los contras de cada una de éstas. Se optó por la primera propuesta que es trasladar toda la producción a la nueva instalación y conservar en La Alameda la parte administrativa de la empresa y adecuar un centro de distribución con las instalaciones que quedan en este sector, todo esto con el fin de poder abastecer de forma más oportuna los puntos de venta de la empresa, los pedidos a domicilio y los clientes más cercanos a esta ubicación. También se analizó todas las ventajas y desventajas que conllevan tener un centro de distribución las cuales se las citó en el marco teórico; dentro del grupo de las ventajas están: establecer un Cendis (centro de distribución) en el sector de la alameda es que se puede lograr una atención más oportuna a los clientes cercanos y a los puntos de venta, la distribución de los productos se haría de forma más flexible y organizada, la logística que operaría dentro del centro de distribución se enfocaría exclusivamente en la distribución del producto, se reducirían considerablemente los tiempos de entrega, se aumenta la capacidad de almacenamiento de la empresa, entre otros. En el grupo de las desventajas están: los costos de almacenaje del producto, el incremento de costos en las actividades operacionales de la empresa, debido a la variedad de los productos que maneja la empresa el costo de la rotación de inventario también aumentaría y los costos de adecuar la infraestructura de las instalaciones actuales en un Cendis.

6.4.3 Resultados

Teniendo en cuenta que la decisión de la empresa fue acondicionar un centro de distribución con sus instalaciones actuales, se debe analizar algunos de los factores importantes que se establecen para la ubicación de un Cendis, como se mencionó anteriormente se debe establecer la proximidad que este futuro centro de distribución a sus clientes o proveedores. Este resultado se obtuvo en el objetivo número dos, donde se evidenció que las instalaciones actuales quedan

muy cerca del punto óptimo desde el punto de vista de costo de transporte hacia sus principales clientes, éste es uno de los principales requisitos que la teoría propone para la construcción de un Cendis, esto que es muy factible que estas instalaciones se conviertan en el futuro centro de distribución de Santiago Express.

Por otra parte la ubicación geográfica donde se pretende adecuarlo (La Alameda) la cual queda exactamente en la comuna 9 de la ciudad de Cali, esta comuna se caracteriza por su constante evolución. La actividad residencial es de uso básico, que se ha transformado en actividades comerciales y de servicios, debido a su ubicación central, perfilando una vivienda multipropósito (residencia, trabajo, inquilinato), (Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente).

Según el Acuerdo 30 de diciembre de 1993, la Comuna 9 tiene las siguientes áreas de actividad:

- Área mixta M-2 que es aquella donde el uso del suelo es predominantemente residencial.
- Su composición socioeconómica y urbana presenta usos comerciales y de servicios con características mixtas, se permite en estas áreas usos comerciales, institucionales, industriales y de servicios complementarios y afines con la actividad residencial.
- En el área de influencia de la galería de Alameda se permite uso comercial y de pequeña industria artesanal manufacturera, cuya actividad económica está relacionada directa e indirectamente con la función de servicio que desempeña la galería.

De acuerdo a lo anterior también se puede decir que es factible la ubicación de este centro de distribución en esta zona, debido a que dentro del plan de ordenamiento territorial de la ciudad permite actividades de tipo comercial en este sector de la ciudad.

6.4 Objetivo cuatro

6.4.1 Recolección de datos y hallazgos para presentar una propuesta formal del proyecto a Santiago Express

De acuerdo a todo el análisis generado a lo largo de este proyecto se procedió a tomar lo más representativo de este proyecto para brindar una propuesta aplicable a la empresa Santiago Express acerca de la posibilidad de trasladar la planta de proceso hacia otra ubicación, teniendo en cuenta las necesidades de la empresa relacionadas con crecimiento, mejora de productividad, automatización de algunos procesos, aumento de la mano de obra, entre otros factores. Cada uno de los resultados obtenidos en los objetivos anteriores fueron sujetos a validación con la empresa, para de esta manera trabajar todo el proyecto en común acuerdo para que este en un futuro brinde la trazabilidad que se debe seguir para el traslado de sus plantas de producción.

6.4.2 Metodología

La metodología aplicada para presentar un informe ejecutivo acerca de todo el proceso que se llevó a cabo para dar solución a una de las necesidades de la empresa, el cual se estructuró de la siguiente manera: hacer una descripción del problema, identificando cuales son los principales factores causantes de la situación en la que se encuentran, así como también un análisis de éste para determinar qué acciones se deben seguir para mitigarlo, brindando una propuesta de solución a través de los tres primeros objetivos. Una de las formas de validar los resultados obtenidos en los objetivos anteriores fue la evaluación constante de éstos por parte de uno de los integrantes de la junta directiva de la empresa, el Sub Gerente Leonardo Arriaga. Para de esta manera tener la certeza de que cada uno de los resultados encontrados seguían las expectativas de crecimiento de la empresa y de esta manera proceder con el respectivo análisis hacia cada objetivo. Esta validación se realizó a través de actas que se revisaban en cada una de las reuniones donde el señor Leonardo Arriaga, nos expresaba sus opiniones acerca

de los resultados que paulatinamente se fueron obteniendo, las cuales quedaban documentadas en dichas actas con firma de los estudiantes y el gerente. Teniendo en cuenta las recomendaciones que se sugerían en cada reunión, se procedía a ajustar los resultados obtenidos para estar acorde con las expectativas de la empresa y de esta manera desarrollar en su totalidad la propuesta de localización.

6.4.3 Resultados

De cada uno de los objetivos desarrollados se tomó lo más importante en cuanto a la metodología aplicada y los resultados obtenidos. Para brindar una trazabilidad de todas las acciones que se deben ejecutar en el momento de trasladar una planta de producción, estableciendo cuáles son las herramientas que se deben utilizar y cómo se deben aplicar, a través del informe ejecutivo presentado a la junta directiva de la empresa.

Uno de los resultados más importantes en este proyecto fue que se logró cumplir con la expectativa de la empresa al brindar unas posibilidades de ubicación de su futura planta, garantizando cercanía a cada uno de sus clientes, la posibilidad de conservar su mano de obra, la tranquilidad de construir en una zona que está acorde con lo establecido por el plan de ordenamiento territorial, así como también la posibilidad de adquirir un terreno con las dimensiones necesarias a un precio asequible. También se logró dar unos valores aproximados acerca de su volumen de producción para la fecha en la que decidan trasladar su planta (2024) y como esta irá incrementándose paulatinamente con el paso de los años hasta el 2039, ocupando el 100% del área disponible para su crecimiento, de igual manera se dieron unos valores aproximados del precio que deberían tener sus productos para estas fechas teniendo en cuenta el incremento de la inflación año tras año. Otra parte importante fue que se evaluó la reducción de espacios y mano de obra con la automatización de procesos, lo cual le permitirá en un futuro a la empresa tomar decisiones acerca del modelo de producción que quieran implementar, teniendo valores aproximados de las dimensiones con las que deberían contar si

deciden automatizar o no sus procesos, también un valor aproximado del personal disponible en planta, que tipos de clientes se pueden atender directamente desde la planta de producción, y el número de turnos bajo los cuales la planta de producción operaría. Pero lo más importante es que a través de este proyecto se logró unificar en una sola instalación la producción de filetes y los productos de preformado, lo cual le permitirá a la empresa un mayor control de la productividad. Por otra parte se brindó una propuesta satisfactoria acerca de la decisión más adecuada respecto a sus instalaciones actuales, probando a través de diferentes herramientas que ofrece la distribución de planta la factibilidad de lograr la adecuación de un Cendis, que le permitirá a la empresa satisfacer la demanda de sus tres puntos de venta y de los clientes más cercanos a éste.

Para finalizar se puede decir que el objetivo de presentar una propuesta formal a la empresa con su respectiva aprobación se logró en un 100%, ya que todas las herramientas brindadas por la bibliografía se lograron ajustar con los datos suministrados por la empresa y los obtenidos mediante los diferentes cálculos. Brindando de esta manera una guía de apoyo en el momento en el que la empresa decida trasladar sus instalaciones. Los entregables a la empresa fueron el informe ejecutivo y las plantillas de excel con los respectivos cálculos, las cuales les permitirán calcular el tamaño ideal de una planta de producción de acuerdo a la capacidad de producción que tengan en ese momento, así como también el número de máquinas y de operarios requeridos.

7. CONCLUSIONES

- Una de las conclusiones más importantes dentro del desarrollo de este proyecto es que se verificó que toda la información suministrada en la bibliografía se puede aplicar y ajustar a la estructura productiva de las medianas empresas, las cuales no siempre se caracterizan por tener procesos complejos y altamente automatizados. A través de la aplicación de todas las herramientas se logró obtener los resultados esperados en

cuanto a brindar una ubicación satisfactoria para el traslado de la planta de proceso.

- Se debe destacar toda la labor que la empresa Santiago Express ha logrado crear en cuanto a su estructura operativa, ya que todo esto lo han consolidado paso a paso de forma empírica, convirtiéndose en una empresa altamente competitiva en el sector avícola en la ciudad de Cali. Sin embargo este mismo proceso empírico hizo que la empresa no se apropiara de las herramientas que ofrece la ingeniería en cuanto a planeación y crecimiento adecuadamente controlados en la producción, estandarización de proceso y procedimientos, así como el uso de herramientas que les permitiera pronosticar la demanda futura, lo que a su vez determina la capacidad instalada con la que deberían contar. Todo esto conllevó al problema de ubicación que se analiza en este proyecto, ya que al tener la planta de producción en este sector fue una oportunidad más no fue algo previamente analizado. A través de este proyecto se le brinda a la empresa la oportunidad de hacer una nueva planta, con la diferencia de que para este proceso el análisis de su ubicación ya viene soportado por unas herramientas adecuadas que les permitirá tener un crecimiento proporcional a la demanda futura.
- Tomando como base las dimensiones de la planta tanto para el año 2024 como para el 2039, se puede decir que las dimensiones de la planta para estos respectivos años se incrementarán si se decide automatizar procesos. Esto lleva a concluir que el hecho de automatizar procesos en una planta de producción con el fin de mejorar la eficiencia y reducir la mano de obra, no necesariamente implica que los espacios de planta también deban reducirse, si no por el contrario también pueden aumentar. Además de esto la inversión en equipos probablemente sea mucho más alta que contratar mayor mano de obra, la diferencia en este punto radica en que los tiempos de procesos serán mucho menores y por ende la

oportunidad de aumentar la productividad será mucho más alta, ya que los rendimientos de una máquina siempre serán estables, mientras que el rendimiento de un operario puede variar por diversos factores.

- Se logró calcular de forma adecuada las proyecciones de crecimiento de la empresa en cuanto a sus ventas y la producción de cada producto, las cuales en cierta medida aseguran que en un futuro la capacidad instalada calculada éste acorde con la demanda que se puede tener en los años proyectados. Con base en esto se calculó el tamaño de la planta que deberán construir, el cual les permita contar con el espacio suficiente para seguir creciendo hasta ocupar el 100% de éste.
- El tamaño de la planta de producción ubicada para el traslado de operaciones se ajusta a cualquier escenario que la empresa decida implementar en las operaciones, es decir si desea o no automatizar los procesos tanto en el año 2024 como en el año 2039.
- De acuerdo a lo arrojado por el método de minisum euclidiano junto con el algoritmo de Weizfeld se establece que la ubicación actual de la planta es adecuada para atender su demanda al día de hoy, pero no se ajusta a lo demandado en las proyecciones futuras, ya que la capacidad instalada con la que deberían contar para esto es mucho mayor a la que se puede obtener en el sector de la Alameda, ya que la demanda tampoco podría cubrirse con aumentos de turno y automatización de procesos. Esto es razón suficiente para determinar que la empresa Santiago Express debe trasladar su operación hacia otra ubicación
- La tabla evaluativa de factores que se utilizó para establecer la ubicación adecuada de la planta es algo muy subjetivo ya que en un futuro cuando se decida trasladar la planta los factores evaluados en este proyecto, puedan

haber cambiado, por ejemplo el precio del lote, el valor al que hoy en día se vende el lote donde se debe trasladar la planta, dentro de ocho años ya no será el mismo, lo mismo ocurre con los demás factores seleccionados, todos están sujetos a cambios a lo largo del tiempo. Por lo tanto cuando se decida aplicar esta evaluación con los mismos factores, puede que la ubicación adecuada no sea la misma que al día de hoy se tiene como la más correcta.

- Las instalaciones actuales de la empresa de acuerdo al método de ubicación utilizado valida que éstas pueden servir como un recurso de apoyo a la planta que se planea construir, convirtiéndose la actual planta en un centro de distribución. De esta manera se puede tener más flexibilidad en el momento de abastecer la demanda de los clientes finales y los puntos de venta de este sector.
- A pesar de que la ubicación del futuro centro de distribución es apropiada, esto no es una razón imperativa que la empresa deba seguir, ya que a estas instalaciones se les puede dar otros usos, tales como: la venta, el arrendamiento o cualquier otra actividad que resulte beneficiosa para la empresa, como por ejemplo financiar en alguna medida los costos incurridos en la construcción de la nueva planta.
- Tanto el informe ejecutivo como las plantillas de los cálculos en Excel les servirá a la empresa para tener clara cuál debe ser la trazabilidad que se debe seguir en el momento de construir la nueva planta de producción. Los años analizados en este proyecto no son estrictamente a los que la empresa debe acogerse, pues este es un trabajo basado en proyecciones de venta que puedan variar por diferentes factores. Es por eso que a través de las plantillas elaboradas en Excel se podrá introducir las unidades de producto que se desean producir y estas arrojarán el tamaño de la planta

más adecuado para esa demanda, de acuerdo a esto las plantillas también brindarían un valor aproximado del precio de venta y las ventas totales de cada producto.

8. RECOMENDACIONES

- Para la construcción total de toda la instalación en la nueva ubicación se le recomienda a Santiago Express para que en el año 2024 conserve los procesos manuales, y para el año 2039 decida si aumentar mano de obra o automatizar, la razón de esta recomendación es que si al 2024 los procesos se conservan manuales, el espacio que deberían crecer para el 2039 sería menor, pues tendrían que pasar de 1103 metros cuadrados aproximadamente a 2300 metros cuadrados, en caso contrario el espacio que deberían considerar para construir sería mucho mayor pues tendrían que pasar de 892 metros cuadrados a 2300 aproximadamente, esta decisión puede tener variaciones significativas en los costos de construcción en que incurriría la empresa.
- Dentro de las propuestas se sugirió la automatización de algunos procesos lo que conllevará a una nueva distribución de planta, ya que se requieren adecuar los espacios para que el flujo del proceso e información sea el más adecuado, razón por la cual se le recomienda a la empresa hacer una nueva distribución de planta y un correcto manejo de material para que en el momento de operación en planta no se generen contraflujos ni cuellos de botella. Independientemente de si se deciden adquirir equipos con mayor capacidad o automatizar algunos procesos, la distribución de planta es un factor necesario en el momento de trasladar la planta, garantizando que los procesos operen de forma adecuada y estén acordes a la producción.
- En el momento de adecuar el centro de distribución, se le recomienda a la empresa que se haga un estudio que le permita calcular cual debería ser la capacidad de almacenaje que éste debería tener, para poder surtir cada uno de los puntos de venta que quedan en esta misma zona. También es importante establecer desde que lugar se va a enviar el producto requerido

por el cliente, si se enviará desde la planta de proceso o desde el centro de distribución, esto lo determinará la ubicación de cada uno de éstos y el ruteo que decida hacer la empresa.

- Se recomienda tener un flujo de información adecuado entre la planta de proceso y el centro de distribución para que no hayan problemas de comunicación en el momento de despachar los pedidos, para que estos lleguen a su destino en las cantidades y referencias correctas. Ya que esto podría generar incumplimiento en los tiempos de entrega a los clientes, y disminuir la competitividad de la empresa. Para esto se le recomienda a la empresa implementar un software básico de intercambio de información que conecte los puntos de venta, centro de distribución y planta de producción
- Para dar un desarrollo oportuno a este proyecto de grado se hizo la respectiva búsqueda de lotes que se ajusten a los requerimientos de crecimiento de la planta y que a su vez estén en un sector que permitan este tipo de actividad industrial. Las opciones mencionadas en este proyecto no son las únicas factibles, razón por la cual se le recomienda a la empresa realizar una búsqueda más exhaustiva de otras posibles opciones, siguiendo la misma metodología de este proyecto.
- Debido a que la empresa pretende trasladar sus instalaciones en aproximadamente nueve años, el precio de los lotes al día de hoy no será el mismo, al igual que la disponibilidad de los mismos. Por tal motivo se le sugiere a la empresa realizar la compra del terreno lo más oportunamente, para que en un futuro tengan asegurado el lugar de construcción y no se vean afectados por los precios de valorización de suelos.

- Teniendo en cuenta la evaluación cualitativa de la ubicación de cada uno de los lotes sugeridos, se le recomienda a la empresa si lo desea agregar más factores de evaluación, tantos como ellos consideren necesario. Ya que entre más factores se elijan mejor será el resultado, pues se evaluarán todas aquellas características con las que la empresa desea contar en el sector al que deseen trasladarse.

ANEXOS

Anexo 1

TABLA 35: PROYECCIÓN DE VENTAS TOTALES

	VENTAS PROYECTADAS	PORCENTAJE DE CRECIMIENTO %
	2015 \$ 6.536.880.000	
	2016 \$ 7.844.256.000	20
	2017 \$ 9.256.222.080	18
	2018 \$ 11.107.466.496	20
	2019 \$13.217.885.130	19
	2020 \$15.795.372.731	19,5
	2021 \$18.954.447.277	20
	2022 \$22.366.247.787	18
CONSTRUCCION NUEVA PLANTA	2023 \$26.727.666.105	19,5
TRASLADO DE LA PLANTA PDN	2024 \$32.073.199.326	20
	2025 \$40.091.499.157	25
	2026 \$48.109.798.989	20
	2027 \$57.250.660.797	19,5
	2028 \$68.700.792.956	20
	2029 \$82.440.951.547	20
	2030 \$98.516.937.099	19,5
	2031 \$104.427.953.325	6
	2032 \$109.649.350.991	5
	2033 \$116.228.312.051	6
	2034 \$122.039.727.653	5
	2039 \$129.362.111.313	6
	2036 \$135.830.216.878	5
	2037 \$143.980.029.891	6
	2038 \$151.179.031.386	5
	2039 \$160.249.773.269	6

Fuente: los autores

TABLA 36: PROYECCIONES DE PRECIO DE VENTA POR PRODUCTO

	VENTAS POR UNIDAD CON INCREMENTO TRIANUAL				
		FILETES	PERNILES	PREFORMADO	
				cordón blue	chorizos
	2015	\$ 1.150,00	\$ 3.800,00	\$ 1.125	\$ 1.300
	2016	\$ 1.186,80	\$ 3.921,60	\$ 1.161,00	\$ 1.341,60
	2017	\$ 1.224,78	\$ 4.047,09	\$ 1.198,15	\$ 1.384,53
	2018	\$ 1.264,58	\$ 4.178,62	\$ 1.237,09	\$ 1.429,53
	2019	\$ 1.305,68	\$ 4.314,43	\$ 1.277,30	\$ 1.475,99
	2020	\$ 1.348,12	\$ 4.454,65	\$ 1.318,81	\$ 1.523,96
	2021	\$ 1.392,60	\$ 4.601,65	\$ 1.362,33	\$ 1.574,25
	2022	\$ 1.438,56	\$ 4.753,50	\$ 1.407,29	\$ 1.626,20
CONSTRUCCIÓN NUEVA PLANTA	2023	\$ 1.486,03	\$ 4.910,37	\$ 1.453,73	\$ 1.679,86
CAPACIDAD INICIAL DE LA PLANTA	2024	\$ 1.535,81	\$ 5.074,87	\$ 1.502,43	\$ 1.736,14
	2025	\$ 1.587,26	\$ 5.244,87	\$ 1.552,76	\$ 1.794,30
	2026	\$ 1.640,44	\$ 5.420,58	\$ 1.604,78	\$ 1.854,41
	2027	\$ 1.696,21	\$ 5.604,88	\$ 1.659,34	\$ 1.917,46
	2028	\$ 1.753,88	\$ 5.795,44	\$ 1.715,76	\$ 1.982,65
	2029	\$ 1.813,52	\$ 5.992,49	\$ 1.774,09	\$ 2.050,06
	2030	\$ 1.876,08	\$ 6.199,23	\$ 1.835,30	\$ 2.120,79
	2031	\$ 1.940,81	\$ 6.413,10	\$ 1.898,62	\$ 2.193,96
	2032	\$ 2.007,77	\$ 6.634,35	\$ 1.964,12	\$ 2.269,65
	2033	\$ 2.078,04	\$ 6.866,56	\$ 2.032,86	\$ 2.349,09
	2034	\$ 2.150,77	\$ 7.106,89	\$ 2.104,01	\$ 2.431,30
	2039	\$ 2.226,05	\$ 7.355,63	\$ 2.177,65	\$ 2.516,40

Fuente: los autores

Anexo 2

Planta de filetes de pollo

TABLA 37: HOJA DE RUTA: PLANTA FILETES DE POLLO

Hoja de Ruta para la planta procesadora de filetes de pollo				
descripción de operación	# operarios	descripción operarios	capacidad del proceso	descripción del proceso
llegada materia prima	3	descargue de las pechugas de pollo para empesar el proceso de deshuese	3000 kg / dia	en la recepción de la materia prima se encuentran 3 operarios que son los encargados de descargar los camiones que llegan con la pechuga de pollo para posteriormente empezar a ser procesada
almacenaje de materia prima	3	los operarios llevan las canastas con las pechugas a el area de deshuese, para esperar a ser deshuesadas	1750 kg/operario	en el area de deshuese se dejan 250 kg de pechuga de pollo para empezar a ser deshuesada por los operarios.
almacen de materia prima sin deshuesar	1	las pechugas sin procesar se almacenan	250 kg/ persona	las pechugas se deshuesan de acuerdo a los pedidos y la demanda, normalmente de los 3000 kg que ingresan 250 kg de pechuga queda sin procesar y debe ser almacenada.
deshuese	4	la pechuga es separada del hueso	550 kg/ operario	las pechugas son tomadas de las canastas por los operarios para empezar el proceso de deshuese
porcionado	8	las pechugas dehuesadas son fileteadas	255 kg / operario	las pechugas deshuesadas se reparten a cada uno de los operarios para realizar el corte de filetes que se les ha asignado
empaquete	3	los filetes son empacados manualmente	400 paquetes / operario	cada operaria empaca cada filete en bolsas individuales, luego se empacan en una bolsa 10 filetes pre empacados
congelación	2	el producto terminado pasa a un cuarto de congelación	875 kg / operario	el producto terminado pasa a congelación
alistamiento	4	el producto se alista para ser despachado	300 paquetes/ operario	los operarios se encargan de alistar el producto para se despachado a los diferentes puntos de venta y los clientes

Fuente: los autores

Planta de preformado

TABLA 38: HOJA DE RUTA, CHORIZOS DE POLLO

Hoja de Ruta para la planta de preformado: CHORIZO DE POLLO				
descripción de operación	# operarios	descripción operarios	capacidad del proceso	descripción del proceso
sierra	1	el operario corta la materia prima para crear la mezcla base para dar inicio al proceso	2 ton / día	se toma como base la pechuga del pollo y otras de sus partes para cortarlas y empezar con el proceso de elaboración de los chorizos
molino	1	el operario toma el pollo cortado y lo pasa por el molino para darle la consistencia requerida a la mezcla	500 kg / día	el pollo debidamente cortado se pasa por el molino para dar una consistencia uniforme mezcla base de los chorizos
mezcladora	1	se añaden los ingredientes adicionales a la masa o mezcla	500 kg / día	se mezcla la masa de pollo con los ingredientes característicos de los chorizos de pollo, para dar sabor y la consistencia final de la base del producto
embutidora	1	la mezcla final es embutida en la piel de la pechuga	500 kg / día	se embute de forma docificada la mezcla de la masa de pollo con sus ingredientes, en la piel de la pechuga del pollo, que es el que le da la forma a el chorizo
corte	1	el operario corta los chorizos del tamaño establecido	2000 chorizos / día	despues del proceso de embutido, el producto queda formado en una larga tira de piel de pechuga, el operario procede a cortar y a formar los chorizos de esta larga tira, de acuerdo a el tamaño establecido
cocción	1	los chorizos pasan a un horno en el cual deben permanecer durante 40 minutos	2000 chorizos / día	los chorizos deben pasar a el horno para precocerlos y darles la consistencia final, para luego ser congelados
empaque	1	se empaacan 10 chorizos por bolsa	2000 chorizos / día	una vez cortados los chorizos se agrupan de a 10 chorizos para ser empacados

Fuente: los autores

TABLA 39: HOJA DE RUTA, CORDÓN BLUE

Hoja de Ruta para la planta de preformado: CORDON BLUE				
descripción de operación	# operarios	descripción operarios	capacidad del proceso	descripción del proceso
sierra	1	el operario corta la materia prima para crear la mezcla base para dar inicio al proceso	58,5 kg/ día	se toma como base la pechuga del pollo y otras de sus partes para cortarlas y empezar con el proceso de elaboración de los chorizos
molino	1	el operario toma el pollo cortado y lo pasa por el molino para darle la consistencia requerida a la mezcla	58,5 kg/ día	el pollo debidamente cortado se pasa por el molino para dar una consistencia uniforme mezcla base de los chorizos
mezcladora	1	se añaden los ingredientes adicionales a la masa o mezcla	58,5 kg/ día	se mezcla la masa de pollo con los ingredientes característicos para hacer los cordón blue de pollo, para dar sabor y la consistencia final de la base del producto
almacenaje en canasta	1	la mezcla se almacena en una canasta para pasar al siguiente proceso	58,5 kg/ día	se almacena toda la base del producto para de allí tomar las porciones necesarias para empezar a formar el producto
formar bolas de mezcla	1	se forman unas bolas manuales de la mezcla que se encuentra en las canastas	520 bolas / día	se toma la masa de la canasta y se empiezan a formar las bolas de la masa, las cuales representan las unidades del producto que se van a fabricar
ensamblar	1	se adhiere a la bola el jamón y el queso	520 bolas / día	se aplanan las bolas de mezcla de tal forma que el jamón y el queso queden en la parte interna
almacenar en caja	1	se almacenan en la caja para pasar al siguiente proceso	520 bolas / día	se almacenan en la caja las bolas de masa con el jamón y el queso en la parte interior de la mezcla para pasar las cajas a el área de cocción
cocción	1	se traslada la caja a el área de cocción	13 cajas / operario	se deja 40 minutos cada caja en el área de cocción
apanado	1	se le adhiere a cada porción de cordón blue el apanado	520 bolas / día	el operario adhiere a cada porción el apanado
empaque	1	se pasa el producto a el área de empaque	130 bandejas / día	se agrupan 4 unidades y se las empaca.

Fuente: los autores

Anexo 3

TABLA 40: CANTIDAD TOTAL DE OPERARIOS CON Y SIN MÁQUINA DE EMPAQUE ACTUAL - 2039

Capacidad futura 2039 filetes de pollo- PROCESO MANUAL							
estaciones de trabajo	capacidad	unidades	cantidad de pechugas/operario	total pechugas	unidades	# operarios	
llegada MP	30650	kg/turno	825	25.302	pechuga / turno	31	
almacenaje pechugas sin procesar	8276	Kg/turno	676	6.831	pechuga / turno	10	
deshuese	545	kg/operario	450	18.470	pechuga / turno	41	
estaciones de trabajo							
estaciones de trabajo	capacidad	unidades	cantidad de filetes /operario	total de filetes	unidades	# operarios	
porcionado	245,3	kg/operario	2.453	201.372	filete/ turno	82	
empaquetado y sellado	654	Paquetes / operario	6.542	201.372	filete/ turno	31	
empaquetado y sellado maquina	28800	filetes / turno		28.800	filete/ turno	7	
congelación	329	Paquetes / operario	3.313	68.467	filete/ turno	21	
despacho	325	paquetes/ operario	3.250	132.906	filete/ turno	41	
						256	
						cantidad operarios con 17 máquinas de empaque actual	239
						cantidad de operarios sin máquina de empaque actual	256

Fuente: los autores

TABLA 41: CANTIDAD TOTAL DE OPERARIOS CON Y SIN MÁQUINA DE EMPAQUE ACTUAL - 2024

Capacidad futura 2024 filetes de pollo							
estaciones de trabajo	capacidad actual	unidades	cantidad de pechugas/operario	total pechugas	unidades	# operarios	
llegada MP	11015	kg/turno	825	9.092	pechuga / turno	11	
almacenaje pechugas sin procesar	2974	kg/turno	676	2.455	pechuga / turno	4	
deshuese	545	kg/operario	450	6.637	pechuga / turno	15	
estaciones de trabajo	capacidad actual	unidades	cantidad de filetes /operario	total de filetes	unidades	# operarios	
porcionado	245,3	kg/operario	2.453	72.365	filete/ turno	29	
empaque y sellado	654	Paquetes / operario	6.542	72.365	filete/ turno	11	
empaque y sellado maquina	28800	filetes / turno		28.800	filete/ turno	3	
congelación	329	Paquetes / operario	3.313	24.604	filete/ turno	7	
despacho	325	paquetes/ operario	3.250	47.761	filete/ turno	15	
						92	
						cantidad operarios con 2 máquinas de empaque de la referencia actual	86
						cantidad de operarios sin máquina de empaque de referencia actual	92

Fuente: los autores

Anexo 4

Tabla 42: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS CON PROCESOS AUTOMATIZADOS-2024

Capacidad futura 2024 filetes de pollo

estaciones de trabajo	capacidad actual	unidades	cantidad de pechugas/operario	total pechugas	unidades	# operarios
llegada MP	11015	kg/turno	825	9.092	pechuga / turno	11
almacenaje pechugas sin procesar	2974	kg/turno	676	2.455	pechuga / turno	4
deshuese	545	kg/operario	450	6.637	pechuga / turno	15

estaciones de trabajo	capacidad actual	unidades	cantidad de filetes /operario	total de filetes	unidades	# operarios
porcionado	245,3	kg/operario	2.453	72.365	filete/ turno	29
empaque y sellado	654	Paquetes / operario	6.542	72.365	filete/ turno	11
congelación	329	Paquetes / operario	3.313	24.604	filete/ turno	7
despacho	325	paquetes/ operario	3.250	47.761	filete/ turno	15

92

Capacidad futura 2024 filetes de pollo- PROCESO AUTOMATIZADO

estaciones de trabajo	capacidad	unidades	Capacidad máquina	unidades	# máquinas	cantidad de operarios por máquina	total operarios proceso automatizado
deshuese	6637	pechuga / turno	413	pechugas/hora	2	4	45
porcionado	72365	filete/ turno	28.000	filetes/ hora	1	2	
empaque y sellado	72365	filete/ turno	7.200	filetes/ hora	1	2	
					4	8	

Fuente: los autores

Anexo 5

TABLA 43: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS CON PROCESOS AUTOMATIZADOS- 2039

Capacidad futura 2039 filetes de pollo- PROCESO MANUAL

estaciones de trabajo	capacidad	unidades	cantidad de pechugas/operario	total pechugas	unidades	# operarios
llegada MP	30650	kg/turno	825	25.302	pechuga / turno	31
almacenaje pechugas sin procesar	8276	Kg/turno	676	6.831	pechuga / turno	10
deshuese	545	kg/operario	450	18.470	pechuga / turno	41

estaciones de trabajo	capacidad	unidades	cantidad de filetes /operario	total de filetes	unidades	# operarios
porcionado	245,3	kg/operario	2.453	201.372	filete/ turno	82
empaque y sellado	654	Paquetes / operario	6.542	201.372	filete/ turno	31
congelación	329	Paquetes / operario	3.313	68.467	filete/ turno	21
despacho	325	paquetes/ operario	3.250	132.906	filete/ turno	41
						256

Capacidad futura 2039 filetes de pollo- PROCESO AUTOMATIZADO- 2 turnos 8 horas

estaciones de trabajo	capacidad	unidades	Capacidad máquina	unidades	# máquinas	operarios por máquina	total operarios
deshuese	18470	pechuga / turno	413	pechugas/hora	3		112
porcionado	201372	filete/ turno	28.000	filetes/ hora	0	1	
empaque y sellado	201372	filete/ turno	7.200	filetes/ hora	2	3	
					5	10	

Fuente: los autores

Anexo 6

Chorizos año 2024

TABLA 44: CAPACIDAD FUTURA CON MÁQUINA DE COCCIÓN PARA CHORIZOS 2024 A UN TURNO DE 8 HORAS

CAPACIDAD 2024 TURNO DE 8 HORAS

estaciones de trabajo	capacidad actual	unidades	cantidad de operarios	cantidad de máquinas
sierra	461,38	kg/ día	3	3
molino	461,38	kg/ día	3	3
mezcladora	726,67	kg/ día	3	3
embutidora y amarre	726,67	kg/ día	6	3
cocción	4.960	chorizos/ día	6	5
corte y empaque	496	paquetes/ día	6	3
			14	19

PROCESO DE COCCIÓN AÑO 2024 CON MÁQUINA DE MAYOR CAPACIDAD

estaciones de trabajo	capacidad máquina propuesta	unidades	cantidad de máquinas	cantidad de operarios por máquina	cantidad de total de operarios máquinas mayor capacidad
cocción	25200	chorizos/ hora	1	2	14
					cantidad total de máquinas
					15

Fuente: los autores

Cordón blue año 2024

TABLA 45: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE -2024

CAPACIDAD 2024 TURNO DE 8 HORAS

estaciones de trabajo	capacidad actual	unidades	cantidad de operarios	cantidad de máquinas
sierra	130	kg/ día	2	2
molino	130	kg/ día	2	2
mezcladora	172	kg/ día	2	2
almacenaje en cajas	25	kg / caja - 93 cajas aprox	2	7 cajas
formar bolas de mezcla	1.910	bolas / día	2	2
ensamblar	1.910	bolas / día	2	2
tanque de cocción	16	bandejas / tanda- 205 tan	2	2
apanado y batido	1.910	cordón / día	4	2
empaque	478	bandejas / día	4	2
			9	15

Fuente: los autores

TABLA 46: CANTIDAD DE OPERARIOS Y MÁQUINAS TOTALES- PLANTA DE PREFORMADO

máquinas totales en planta de preformado para chorizos y cordon blue	23
máquinas totales en planta de preformado para chorizos y cordon blue, cambiando la máquina de cocción de chorizos	19

Fuente: los autores

Anexo 7

Escenario 1

Chorizos

TABLA 47: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CHORIZOS, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS 2039- CHORIZOS

CAPACIDAD 2039 TURNO DE 8 HORAS

estaciones de trabajo	capacidad producción diaria	unidades	cantidad de operarios	cantidad de máquinas
sierra	1283,88	kg/ día	8	8
molino	1283,88	kg/ día	8	8
mezcladora	2022,12	kg/ día	8	8
embutidora y amarre	2022,12	kg/ día	16	8
cocción	13.802	chorizos/ día	16	14
corte y empaque	1.380	paquetes/ día	16	8
			40	54

Fuente: los autores

Cordón blue

TABLA 48: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS 2039- CORDÓN BLUE CAPACIDAD 2039 TURNO DE 8 HORAS

estaciones de trabajo	capacidad	unidades	cantidad de operarios /turno	cantidad de máquinas
sierra	362	kg/ día	5	5
molino	362	kg/ día	5	5
mezcladora	478	kg/ día	5	5
almacenaje en cajas	25	kg / caja - 93 cajas aprox	5	19
formar bolas de mezcla	5.316	bolas / día	5	no máquina
ensamblar	5.316	bolas / día	5	no máquina
tanque de cocción	16	bandejas / tanda- 83 tand	5	5
apanado y batido	5.316	cordón / día	10	no máquina
empaque	1.329	bandejas / día	10	5
			26	26

cajas

Fuente: los autores

Escenario 2

Chorizos

TABLA 49: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CHORIZOS, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039 CAPACIDAD 2039 TURNO DE 8 HORAS

estaciones de trabajo	capacidad producción diaria	unidades	cantidad de operarios	cantidad de máquinas
sierra	1283,88	kg/ día	8	8
molino	1283,88	kg/ día	8	8
mezcladora	2022,12	kg/ día	8	8
embutidora y amarre	2022,12	kg/ día	16	8
cocción	13.802	chorizos/ día	16	14
corte y empaque	1.380	paquetes/ día	16	8
			40	54

Fuente: los autores

Cordón blue

TABLA 50: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE, SIN REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039

CAPACIDAD 2039 2 TURNOS DE 8 HORAS

estaciones de trabajo	capacidad	unidades	cantidad de operarios /turno	cantidad de máquinas
sierra	181	kg/ turno	3	3
molino	181	kg/ turno	3	3
mezcladora	239	kg/ turno	3	3
almacenaje en cajas	25	kg / caja - 46 cajas aprox	3	10
formar bolas de mezcla	2.658	bolas / turno	3	no máquina
ensamblar	2.658	bolas / turno	3	no máquina
tanque de cocción	16	bandejas / tanda- 205 tand	3	3
apanado y batido	2.658	cordón / turno	5	no máquina
empaque	665	bandejas / turno	5	3
			13	13

Cajas

Fuente: los autores

Escenario 3

Chorizos

TABLA 51: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CHORIZOS, CON REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039

CAPACIDAD 2039 CON MÁQUINAS DE MAYOR CAPACIDAD

estaciones de trabajo	capacidad máquina propuesta	unidades	cantidad de máquinas	cantidad de operarios por máquina	cantidad de total de operarios máquinas mayor capacidad
mezcladora	1500	kg/hr	1	2	24
embutidora y amarre	3208	kg / hr	1	2	
cocción	25200	chorizos/ hora	1	2	cantidad total de máquinas
corte y empaque	360	paquetes/hora	1	2	20
			4	8	

Fuente: los autores

Cordón blue

TABLA 52: CANTIDAD DE MÁQUINAS Y OPERARIOS PARA CORDÓN BLUE, CON REEMPLAZO DE EQUIPOS- 2039

CAPACIDAD 2039 CON MÁQUINAS DE MAYOR CAPACIDAD

estaciones de trabajo	capacidad máquina propuesta	unidades	cantidad de máquinas	cantidad de operarios por máquina	cantidad de total de operarios con máquinas de mayor capacidad
mezcladora	1500	kg/hr	1	2	14
tanque de coccion	1300	litros	1	2	cantidad total de máquinas
					12

Fuente: los autores

Anexo 8

[Hoja de cálculo Excel](#)

Documento de Excel hoja: Cálculos coordenadas

6. BIBLIOGRAFÍA

- Afentakis, P., Miller, R.A., Solomon, M.M. . (1990). Dynamic layout strategies for flexible manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 28(2), 311-323 .
- Ballou, R. H. (2004). *Logística, administración de la cadena de suministros*. México: Pearson.
- Baykasoglu, A., Dereli, T., & Sabuncu, I. (2006). An ant colony algorithm for solving budget constrained and unconstrained dynamic facility layout problems. Omega: *The International Journal of Management Science*, 34, 385- 396. .
- (2014).Catálogo de Productos. *Catálogos de productos Pollos Santiago*. Pollos Santiago, Cali.
- CONGRESO DE COLOMBIA . (18 de Julio de 1977). *ALCALDÍA DE BOGÓTA*. Obtenido de LEY 388 DE 1977:
www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339
- (s.f.).*consumo per cápita de pollo en Colombia* . FENAVI.
- DANIEL SIPPER Y ROBERT L.BULFIN. Jr. (1998). *PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN*. (M. G. HILL, Ed., & M. e. Osuna, Trad.) México D.F.
- Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. (s.f.). *Comuna 9* . Obtenido de
<http://www.cali.gov.co/publico2/gobierno/dagmaweb/comuna9.htm>
- El Colombiano. (22 de octubre de 2014). Obtenido de El Colombiano:
http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/M/mac_pollo_le_gana_el_pulso_a_mcdonalds_y_es_marca/mac_pollo_le_gana_el_pulso_a_mcdonalds_y_es_marca.asp
- FENAVI. (s.f.). Obtenido de Federación nacional de avícola de Colombia:
www.fenavi.org
- Fred E. Meyers, Matthew P. Stehphens. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* . (J. E. Brito, Ed.) México: PEARSON.
- Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens. (2006). *DISEÑO DE INSTALACIONES DE MANUFACTURA Y MANEJO DE MATERIALES* (3ª edición ed.). (J. Enriquez, Trad.) Monterrey, México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Google Maps. (s.f.). *Google Maps*. Obtenido de Ubiación La Alameda Cali:
<https://www.google.es/maps/place/Galer%C3%ADa+Alameda/@3.434332,-76.535637,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x8e30a68fc2c47c11:0x3e5582130b9e0b43>
- Grupo Helm. (s.f.). *Proyecciones macroeconómicas a largo plazo*. Obtenido de Helm Bank:
https://www.grupohelm.com/sites/default/files/Resumen%20proyecciones_may14.pdf

- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (s.f.). Recolección de datos cuantitativos. En *Metodología de la investigación*. México D.F: Mc Graw Hill
- Josep M. Vallhonrat y Albert Coromias. (1991). *Localización, distribución en planta y mantenimiento*. Barcelona: BOIXAREU EDITORES.
- Josep M. Vallhonrat y Albert Coromias. (1991). *Localización, distribución en planta y mantenimiento*. (J. M. Poblet, Ed.) Marcombo, Barcelona: BOIXAREU EDITORES.
- Lahamar, M. & Benjaafar, S. (2005). Design of distributed layout. *IE Transactions*, 37, 303-318. .
- LUIS ALBERTO SANTAMARÍA CÁRDENAS. (2008). *estandarización del proceso de marinado en la empresa Mac Pollo sede Buga*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE, DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRONICA.
- Material Handling Institute and the College . (s.f.). *Industry Council on Material Handling Education*. (CICME, Ed.)
- Meller, & Gau. (1996). The facility layout problem: recent and emerging trends and perspectives. *Journal of Manufacturing Systems*, 5(5), 351-356.
- POLLOS SANTIAGO. (2014). *Página web Pollos Santiago*. Obtenido de Sitio web de Pollos Santiago- productos: <http://www.pollosantiago.com/site/productos/>
- Profesor Leonardo Rivera, PhD. (s.f.). Localización de instalaciones. *Minisum Euclidiano*. Cali, Colombia: Universidad Icesi.
- Profesor Leonardo Rivera, PhD. (s.f.). material de apoyo materia distribución de planta e instalaciones. *Algoritmo de Weizfel*. Cali, Colombia: Universidad Icesi.
- Rivera Cadavid, L. , Vásquez Palacios, L. , Cardona Olarte, L. F. & Rodríguez, M. A. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones. *Sistema & Telemática;Vol. 10 No. 23*.
- Rivera Cadavid, L. , Vásquez Palacios, L. , Cardona Olarte, L. F. & Rodríguez, M. A. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones. *Sistema & Telemática;Vol. 10 No. 23*.
- Sing, SP. & Sharma, R.R.K. (2006). A review of different approaches to facility layout problems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30,425,433.
- Tompkins, James. (2011). *Planeación de instalaciones* (Vol. 4ta edición). CENGAGE LEARNING.
- Visita a la empresa Santiago Express. (2014). *Hallazgos en la planta de producción*. Cali, Colombia.
- Zulma Lucía Cuervo Plazas, reportera de El País. (23 de Septiembre de 2014). *ElPaís.com.co*. Obtenido de Las 20 preguntas claves para entender cómo lo afecta el nuevo POT de Cali: <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/las-20-preguntas-claves-para-entender-c%C3%B3mo-lo-afecta-el-nuevo-pot-de-cali>

