DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS DE POLIMERIZACIÓN, EN LA NUEVA SEDE DE LA EMPRESA SYGLA COLOMBIA EN EL MUNICIPO DE GALAPA-ATLÁNTICO

JESICA ALEXANDRA GUAQUETA LÓPEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERIA DE PRODUCCION
BOGOTA, D.C.
2016

DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS DE POLIMERIZACIÓN, EN LA NUEVA SEDE DE LA EMPRESA SYGLA COLOMBIA EN EL MUNICIPO DE GALAPA-ATLÁNTICO

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA DE PRODUCCIÓN

JESICA ALEXANDRA GUAQUETA LÓPEZ
Cód. 20131377007

Director
Ing. PABLO EMILIO GARZÓN

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERIA DE PRODUCCION
BOGOTA, D.C.
23 FEBRERO 2016

INTRODUCCIÓN

SYGLA COLOMBIA LTDA es una empresa del sector químico con 15 años de trayectoria en el mercado, su sede principal se encuentra en la zona industrial de Cazucá en Soacha. Sus líneas de negocio son la fabricación de resinas poliméricas base agua y la maquila de productos para protección de cultivos. Cuenta con 2 dos plantas de producción, planta 1: donde se fabrican las resinas poliméricas mediante procesos de reacción química y planta 2 que ofrece el servicio de maquila para mezclar, empacar y almacenar productos agroquímicos propiedad de terceros.

En los últimos años la empresa ha tenido un crecimiento importante, su participación en el mercado interno y externo va en aumento por lo que su capacidad se ha quedado corta con respecto a la demanda de sus clientes. En respuesta a ello y como una decisión estratégica la compañía adquirió un terreno con un área aproximada de 45 mil metros cuadrados en el municipio de Galapa, departamento del Atlántico, donde planean construir plantas de producción, bodegas y oficinas con el fin de ampliar su operación. La ubicación del terreno es un factor importante pues desde allí se pueden minimizar los costos relacionados con la exportación e importación de materias primas y productos terminados debido a la cercanía de los puertos.

En la línea de negocio de maquila de agroquímicos, Sygla recibe las materias primas de importación en planta 2 y realiza el proceso de formulación, empaque y embalaje del producto final, el proceso finaliza en con el alistamiento y despacho de la carga dentro del contenedor, que luego se dirige directamente a puerto para su exportación. Debido a la naturaleza del negocio de planta 2, los clientes (que en su mayoría son empresas Multinacionales) tienen, cada uno, una serie de exigencias y requerimientos a fin de garantizar la correcta operación y manejo de su producto, es por ello que Sygla Colombia LTDA cuenta con certificación en la norma BASC V04.

Business Alliance for Secure Commerce- BASC, es una alianza empresarial internacional que promueve un comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales. La Alianza Empresarial para un Comercio Seguro **BASC** busca la implementación de un Sistema de Gestión en Control y Seguridad para el mejoramiento continuo de los estándares de seguridad aplicados en las empresas con el fin de lograr que las mercancías no sean contaminadas por ninguna sustancia extraña en un esfuerzo por mantener las compañías libres de cualquier actividad ilícita y a la vez facilitar los procesos aduaneros de las mismas.[1]

Por la naturaleza de los productos que SYGLA fabrica en la línea de agroquímicos, se deben tener en cuenta variables que condicionan la distribución global de la nueva planta. Dichas variables están relacionadas con las políticas y estándares para la prevención de la contaminación cruzada, esto es, que un línea de fabricación de fungicidas debe tener una

[1] Tomado de: http://www.bascbogota.com

separación física de una donde se fabriquen o empaquen herbicidas, así como donde se almacenen y distribuyan estos productos, para ello, se siguen los lineamientos dados por la empresa multinacional Du Pont, (cliente de Sygla) quien ha establecido un manual con niveles de separación estándar que van del 1 al 7 de acuerdo a las moléculas de los ingredientes activos a formular. Para la nueva planta en el municipio de Galapa, Sygla desea implementar un nivel de separación No. 6.

Este nivel exige que las unidades de producción y las bodegas estén separadas y auto-contenidas así se encuentren sobre un mismo terreno. Las unidades de fabricación de fungicidas y herbicidas deben estar separadas por una malla de mínimo dos metros de altura. La distancia mínima de separación entre edificios debe ser de un metro., tanto las áreas de mantenimiento, zona de alimentación, cuartos de cambio deben ser independientes para cada unidad. Se requiere además, que al acceso de una unidad a otra sea saliendo y pasando por una vía pública mediante una puerta con acceso controlado.

En la línea de negocio 1 de producción y comercialización de productos químicos como polímeros, adhesivos, emulsiones, el 80% del mercado lo constituyen empresas nacionales y el 20% restante se exporta a países como Ecuador y Venezuela, esta composición del mercado pretende cambiarse pues la empresa planea expandir su mercado en el exterior. A diferencia de la línea de negocio de agroquímicos, en esta parte del negocio Sygla se encarga de todas las operaciones ligadas a la cadena de abastecimiento: importa materias primas e insumos, realiza el proceso de fabricación, almacenamiento, distribución y exportación de productos terminados, todo esto en la planta 1 que se encuentra certificada bajo la norma ISO 9001:2008.

Actualmente la compañía incurre en gastos de almacenamiento en barranquilla, Pues luego de los desembarques en puerto de materias primas (derivados líquidos de petróleo como monómeros y solventes) se debe pagar un almacenamiento mientras se hace el traslado hacía la planta en el interior del país. Esto se convierte en otra ventaja competitiva adquirida con la apertura del nuevo centro de operación en Galapa.

Todo lo expuesto, crea unos condicionales que se deben tener en cuenta al momento de realizar la distribución de planta global. Por lo que para la planta de reacción química se ha pre-establecido una ubicación dentro del terreno que no afecte las condiciones operativas de la plantas de agroquímicos.

El objetivo de esta pasantía es diseñar una planta de producción para realizar procesos de reacción exotérmica donde se fabriquen productos relacionados con la línea de negocio 1: Resinas, adhesivos, bases, entre otros. Esto atendiendo a la necesidad que presenta actualmente la organización, pues para hacer los cálculos estructurales, los análisis de cargas y los diseños de construcción civil, deben tenerse debidamente definidos los equipos se van a instalar, las necesidades energéticas del proceso, los transportes de materiales, como va a realizarse el proceso: cargues de materiales, procesos de reacción química, el control asociado a este, el empaque y transporte hasta las bodegas de almacenamiento. Las recomendaciones que el presente proyecto arroje, servirán a la compañía Sygla

Colombia Ltda como guía útil en su interés de realizar una ampliación de sus sistemas productivos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 3

OBJETIVOS 11

OBJETIVO GENERAL 11

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

METODOLOGÍA 12

1. DEFINICIÓN Y ESTUDIO DE LOS PRODUCTOS A FABRICAR 13

1.1 DEFINICIÓN DE PRODUCTOS. 13

1.1.1 LÍNEA 1. 14

1.1.2 LÍNEA 2. 14

1.1.3 LÍNEA 3. 14

1.1.4 LÍNEA 4. 15

1.1.5 LÍNEA 5 15

1.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA. 15

1.2.1 Comportamiento del mercado 15

1.2.2 Comportamiento Histórico de la Demanda 16

1.2.3 Proyección de la Demanda 17

1.2.4 Ampliación del mercado 20

2. CAPACIDAD DE PROCESO 23

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO 23

2.1.1 Proceso de Reacción Exotérmica para la fabricación de Resinas Poliméricas 23

2.1.2 Equipos Requeridos 25

2.2 ANÁLISIS DE CAPACIDAD 30

2.2.1 Capacidad Teórica: 30

2.2.2 Capacidad Instalada: 31

2.2.3 Capacidad Disponible: 32

2.2.4 Capacidad Necesaria: 33

2.2.5 Cálculo del Tiempo de Ciclo 34

2.2.6 Estrategia de Ocupación de la Capacidad Disponible 36

2.3 EQUIPOS Y MANO DE OBRA REQUERIDA 37

2.3.1 Cálculo de Equipos Necesarios: 37

2.3.2 Cálculo de Mano de Obra: 39

3. DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN 41

3.1 Condiciones Modificadoras 41
3.2 LIMITACIONES PRÁCTICAS 46
3.3 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE RESINAS POLIMÉRICAS 47
3.3.1 Análisis Productos y Cantidades 48
3.3.2 Análisis de Flujo de Materiales 50
3.3.3 Relación de Actividades 50
3.3.4 Diagrama Relacional de Actividades 51
3.3.5 Requisitos y Disponibilidad de Espacio 52
3.3.6 Diagrama de Relación de Espacios 55
3.4 DISEÑO PROPUESTO DE LA PLANTA 56
3.4.1 Recomendación de equipos 60
3.4.2 Servicios 63
4. RESULTADOS ALCANZADOS 65
5. CONCLUSIONES 70
6. ANEXOS 72

LISTA DE TABLAS

TABLA No.1, Líneas de Productos Sygla Colombia.

TABLA No.2, Principales competidores.

TABLA No.3, Producción Histórica por línea de producto.

TABLA No.4, Proyección de ventas Línea 1 y 2.

TABLA No.5, Estaciones de Trabajo.

TABLA No.6, Horas perdidas por Limpiezas y cambios de lote.

TABLA No.7 Tiempos para la línea 1

TABLA No.8 Tiempos para la línea 2

TABLA No.9 Tiempos para la línea 5

TABLA No. 10 Tiempos de ciclo

TABLA No. 11 Capacidad Necesaria por líneas de producto, año 2019.

TABLA No. 12 Resumen Capacidad, Equipos y Mano de Obra.

TABLA No. 13 Análisis de Productos y Cantidades

TABLA No. 14 Demanda según aumento de capacidad

TABLA No. 15 Composición de productos

TABLA No. 16 Cantidad de Materias primas

TABLA No. 17 Demanda por línea por mes

TABLA No. 18 Áreas Requeridas por Actividad

TABLA No. 19 Información técnica de equipos recomendados

TABLA No. 20 Agua de Proceso

TABLA No. 21 Consumo de Energía

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO No.1, Participación de Sygla Colomibia Ltda. En el mercado de resinas poliméricas.

GRÁFICO No.2, Ventas por línea de producto y ventas totales

GRÁFICO No.3, Proyección de ventas Línea 1.

GRÁFICO No.4, Proyección de ventas Línea 2.

GRÁFICO No.5, Proyección de ventas Línea 3.

GRÁFICO No.6, Proyección de ventas Línea 4.

GRÁFICO No.7, Proyección de ventas Línea 5.

GRÁFICO No.8, Participación de los principales sectores en exportaciones 2015.

GRÁFICO No.9, Diagrama de flujo para fabricación de resinas en emulsión.

GRÁFICO No.10, Participación de líneas de producto.

GRÁFICO No.11, Flujo de Materiales entre procesos.

GRÁFICO No.12, Relación entre actividades.

GRÁFICO No.13, Diagrama relacional de Actividades.

GRÁFICO No.14, Diagrama relacional de espacios.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.1, Diagrama de flujo para fabricación de resinas en emulsión.

FIGURA No.2, Tanque de pre-emulsión.

FIGURA No.3, Tanque de reacción.

FIGURA No.4, Sistema de condensación.

FIGURA No.5 Tanque Catalizador.

FIGURA No.6. Filtro.

FIGURA No.7. Layout General planta Galapa Sygla Colombia,

FIGURA No.8. Detalle 1, Layout General planta Galapa Sygla Colombia

FIGURA No.9. Detalle 2, Layout General planta Galapa Sygla Colombia

FIGURA No.10. Detalle 3, Layout General planta Galapa Sygla Colombia

FIGURA No.11. Layout nivel 1 planta polímeros Sygla Colombia

FIGURA No.12. Layout nivel 2 planta polímeros Sygla Colombia

FIGURA No.13. Layout nivel 3 planta polímeros Sygla Colombia

FIGURA No.14. Vista lateral planta polímeros Sygla Colombia

FIGURA No.15. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia

FIGURA No.16. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia

FIGURA No.17. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia

FIGURA No.18. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una planta para la fabricación de productos químicos resultados de reacciones químicas exotérmicas, para la nueva sede de la empresa Sygla Colombia Ltda en el municipio de Galapa- Atlántico, de acuerdo a las necesidades de la empresa

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir el proceso para la fabricación de los productos finales de la empresa Sygla Colombia Ltda.
- Determinar la capacidad adicional que requiere la empresa
- Determinar la maquinaria y equipo necesario para el proceso productivo
- Diseñar la planta de producción

METODOLOGÍA

Para lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados, se propone un plan de trabajo:

FASE 1: Definición y estudio de los productos a fabricar

- Definición del producto
- Estudio de la demanda: Recolección de información histórica, regresión líneal, Determinación de la oferta actual: Distribución geográfica de la oferta, Competencias directas, participación en el mercado
- Cálculo de la demanda insatisfecha

FASE 2 Diseño del proceso productivo

- Información del proceso actual: Diagrama de flujo, diagrama de flujo del proceso
- Necesidades iniciales para la planta de fabricación:
- Diseño de puestos de trabajo
- Capacidad teórica requerida para satisfacer la demanda
    - Cálculo de tiempo disponible en máquinas
    - Cálculo de mano de obra
- Pre selección de equipos de fabricación

FASE 3 Diseño de planta de producción

- Cálculo de área requerida para equipos de fabricación
- Análisis de flujo de materiales: Recorrido de materiales, Relación entre actividades, Diagramas de relación
- Cálculo de áreas para almacenes: materias primas, producto terminado

FASE 4: Resultados finales

1. DEFINICIÓN Y ESTUDIO DE LOS PRODUCTOS A FABRICAR

1.1 DEFINICIÓN DE PRODUCTOS.

Estos productos son dispersiones poliméricas, fabricadas mediante reacciones exotérmicas con técnicas de polimerización en emulsión y en solución. Se caracterizan por tener base acuosa (cerca del 50% es agua) y compuestos vinílicos, vinil-acrílicos, acrílicos puros, y acrílico estirenados. Estos son utilizados en la fabricación de productos para la construcción, pinturas, textiles y adhesivos. Actualmente, Sygla Colombia cuenta con 5 líneas de productos, en la tabla 1 se puede observar su agrupación de acuerdo a la línea:

LÍNEA	NOMBRE PRODUCTO
1	VAMCRIL 2057 NF
	PVA LP 50
	VAMCRIL 2052W
	VAMCRIL ECO 012
2	ACRILICO 3095
	ACRITEN 2001
	ACRITEN 2001 BV
	ACRITEN 2001 EI
	ACRITEN 2002
	ACRITEN 2178
	ACRITEN 3500
	ACRITEN 3540
	ACRITEN 450
	ACRITEN AP 2251
	ACRITEN AP 2253
	ACRITEN AP 2258
	ACRITEN PS 330
	ACRITEN PS 401
	ACRITEN PU 230 - 60
	ACRITEN S 2292
	ACRITEN S 2200
3	DISPERSANTE 117
	ESPESYG H.V.
	SYGLET 2120
	SYGLET 2158
4	ADHESIVO SYGLEN K-30
	ADHESIVO SYGLEN PC-300
	BASE ADHESIVA SYGLEN 350
	BASE ADHESIVA SYGLEN HV 55
	SYGLEN BASE ADHESIVA 550
	SYGLEN BASE HV 50
	SYGLEN K-40
	SYGLEN MANUALIDADES
	SYGLEN P-40
	SYGLEN PC300
5	ACRITEN 350 M
	ACRITEN S2280
	ACRITEN SP R1
	ACRITEN SP R1C
	ACRITEN SP R4
	SYGLET 560M
	VAMCRIL A 2056

TABLA No.1, Líneas de Productos Sygla Colombia. Fuente: Autora.

1.1.1 LÍNEA 1.

Productos para la industria de pinturas y acabados en interiores: son copolímeros de Vinil Acetato Monómero y Butil Acrilato en agua; estos productos son utilizados como materia prima en la industria de las pinturas arquitectónicas base agua. Las principales características que buscan los consumidores de este tipo de dispersiones poliméricas es que le aporten al recubrimiento final adherencia al sustrato, resistencia a la lavabilidad, resistencia a la humedad y alcalinidad.

1.1.2 LÍNEA 2.

Producto para la industria de recubrimientos y la construcción: Son copolímeros de monómeros acrílicos y estireno, cuyo proceso de fabricación es por polimerización en emulsión; estos productos son usados como aditivos en la industria de la construcción y pinturas para exteriores. Para este tipo de productos el consumidor exige que el recubrimiento final tenga una excelente adherencia, resistencia a la abrasión y lavabilidad, resistencia a la humedad y a la alcalinidad, estabilidad a la luz, y en especial en el mercado de la construcción se aprecia mucho la propiedad de nivelación que le aporte la resina al producto final.

Dentro de esta línea también se encuentran el ACRITEN AP 2251, ACRITEN AP 2253. Son resinas acrílicas puras, no contienen estireno se fabrican por polimerización en emulsión y son usadas en la industria de la construcción y recubrimientos. En el mercado de los recubrimientos base acuosa se ha detectado una gran preferencia por los que en su composición cuentan con una resina cuya naturaleza sea acrílica pura; ésta en comparación a las resinas vinílicas tienen mayor estabilidad a los efectos de la luz y su resistencia a la abrasión es mucho mayor, adicionalmente por ser más fuerte a la destrucción por parte de agentes alcalinos la hace especial para las zonas costeras. La expectativa del cliente para este tipo de resinas es la de un producto con alta calidad, compatibilidad y estabilidad a un costo accesible.

1.1.3 LÍNEA 3.

Productos para la industria textil: SYGLET 2120, SYGLET 2158,: Son copolimeros de monómeros acrílicos fabricados por polimerización en emulsión y son usados para el acabado y pigmentación en la industria textil. Entre las propiedades que se aprecian en estos ligantes como su nombre lo indica es el anclaje al sustrato donde va ser aplicado, el desarrollo del color, la flexibilidad y que no posea olor.

1.1.4 LÍNEA 4.

Productos adhesivos base agua: SYGLEN BASES ADHESIVAS: son homopolímeros de polivinil Acetato en agua, estas bases son ingredientes para la formulación de adhesivos que son utilizados en la industria de madera, papel o usos escolares (pegantes tipo colbón). Las propiedades que más se aprecian de este tipo de productos son la adhesión y la cohesión, tactilidad y baja toxicidad.

1.1.5 LÍNEA 5

Productos para la industria textil: Son mezclas de dispersiones acuosas de un copolímero acrílico, ligeramente estirenado de alta flexibilidad y resistencia a la humedad y a la luz, son usados recubrimientos de alto desempeño, tales como pinturas exteriores, pinturas elásticas, refuerzo para pinturas tipo 1, otorgando propiedades de mayor resistencia a la lavabilidad y ensuciamiento. En esta línea se emplean como materias primas los productos de las líneas 1-4 de acuerdo con la especificación deseada.

1.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.

1.2.1 Comportamiento del mercado

Para establecer el dinamismo comercial que tienen estos productos en el mercado, antes de presentar el análisis realizado a la demanda y la proyección de las ventas, es necesario mostrar algunos datos relacionados a las empresas oferentes. Los principales competidores de Sygla Colombia se muestran en la tabla No.2. Así como su ubicación, sus ventas generales, y las ventas netas de los productos que son competencia directa de las resinas poliméricas para el año 2013:

Ranking	Empresa	Ciudad	Ventas (Millones)	Ventas de la línea de competencia
9	ANDERCOL	MEDELLÍN	$ 242.511,67	$ 24.251,17
37	INVESA	ENVIGADO	$ 79.658,77	$ 7.965,88
38	COLORQUÍMICA	LA ESTRELLA	$ 76.833,33	$ 7.683,33
43	QUÍMICA AMTEX	MEDELLÍN	$ 70.365,27	$ 7.036,53
49	ROHM & HAAS COLOMBIA	SOLEDAD	$ 47.200,43	$ 4.720,04
64	PREFLEX	BOGOTA	$ 30.313,79	$ 9.094,14
66	QUÍMICOS Y PLÁSTICOS	MEDELLIN	$ 29.602,80	$ 8.880,84
119	SYGLA COLOMBIA	BOGOTA	$ 13.478,40	$ 13.478,40
211	SUPROQUIN	SABANETA	$ 4.171,62	$ 4.171,62
		TOTAL	$ 594.136,08	$ 87.281,94

TABLA No.2, Principales competidores. Fuente: Revista la Nota Económica, “Producción y comercialización de productos químicos y agroquímicos 2013”

Así mismo, en el gráfico No.1 se muestra la participación de Sygla Colombia Ltda en el mercado colombiano, frente a sus principales competidores:

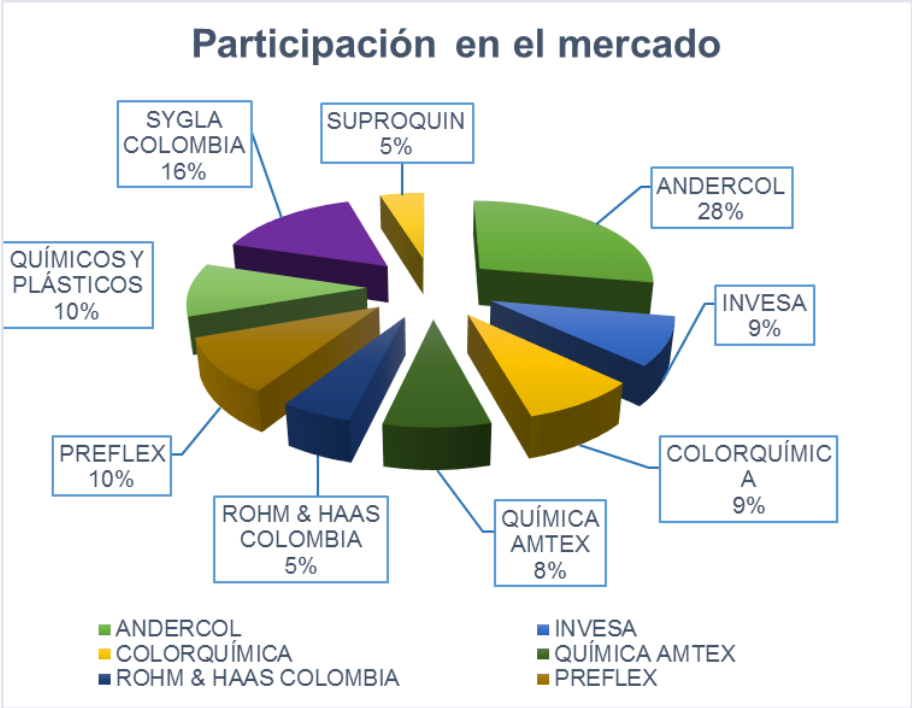


GRÁFICO No.1, Participación de Sygla Colomibia Ltda. En el mercado de resinas poliméricas. Fuente: Autora

1.2.2 Comportamiento Histórico de la Demanda

Para determinar el tamaño de la nueva planta en Galapa, es necesario analizar cómo ha sido el comportamiento de las ventas durante los últimos 5 años, esto con el fin de determinar el crecimiento que necesita la empresa. Para éste análisis se tomaron los datos históricos de producción neta desde el año 2010 hasta el 2014, descontando re-procesos y productos no conformes. Los resultados se muestran en la tabla No.3:

LÍNEA DE PRODUCTO	CANTIDAD PRODUCIDA (Kg.)				
	2010	2011	2012	2013	2014
LÍNEA 1- VAMCRIL	3.295.600	3.970.600	3.527.200	3.257.800	3.597.200
LÍNEA 2- ACRITEN	1.733.296	2.056.664	3.583.700	2.695.060	3.011.100
LÍNEA 3- ESPECIALES	447.600	353.800	366.600	346.900	282.800
LÍNEA 4- ADHESIVOS	728.600	288.800	620.800	573.300	608.900
LÍNEA 5- MEZCLAS	381.504	919.600	1.586.600	1.599.300	1.577.101
TOTAL	**6.586.600**	**7.589.464**	**9.684.900**	**8.472.360**	**9.077.101**

TABLA No.3, Producción Histórica por línea de producto. Fuente: Autora

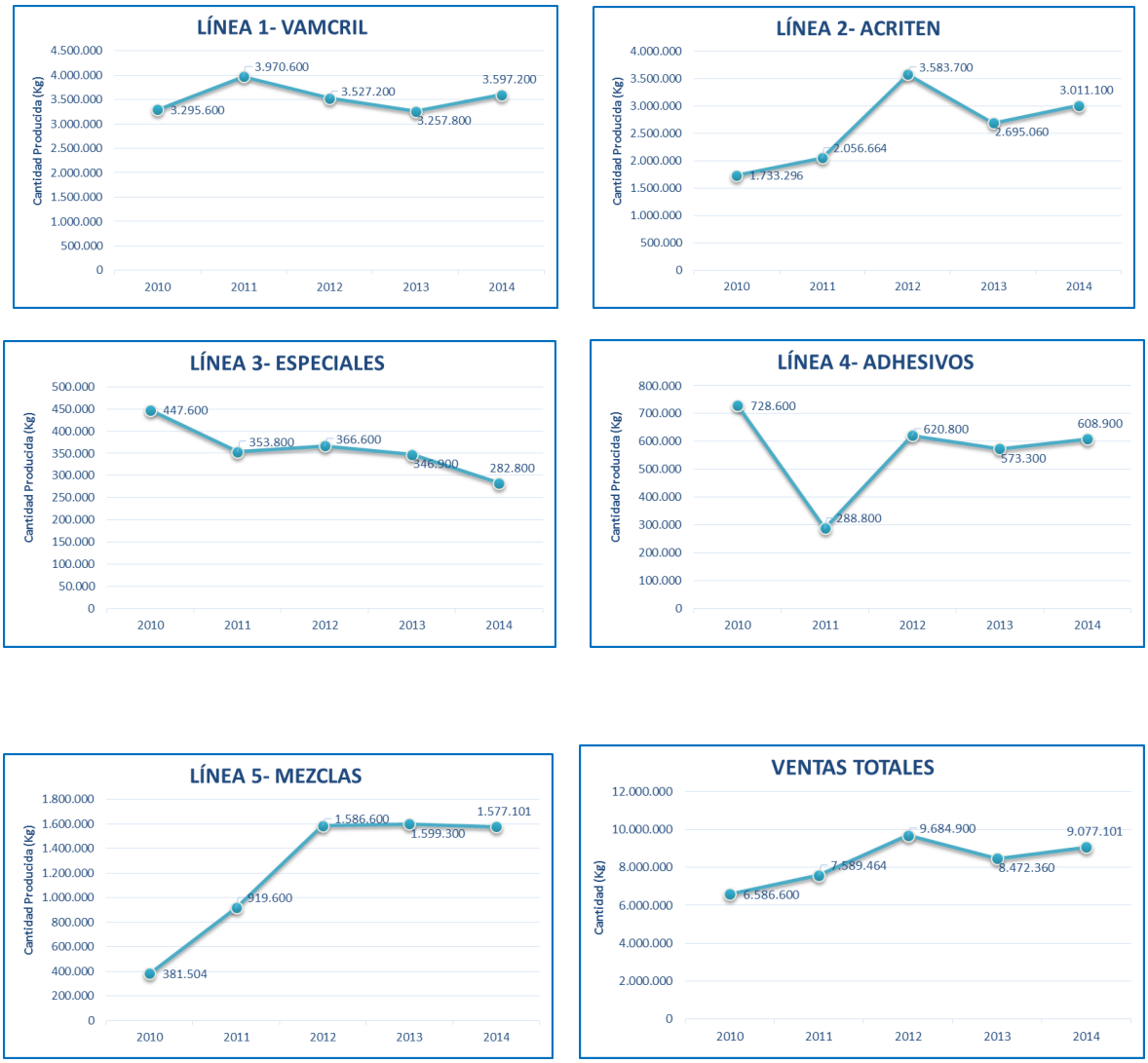


GRÁFICO No.2, Ventas por línea de producto y ventas totales. Fuente: Autora

Las líneas que presentan mayor volumen de producción son las de Vamcril y Acriten, como decisión estratégica la compañía decidió que en la nueva planta de Galapa se dará prioridad a estas líneas estrella. La demanda requerida para el resto de líneas se suplirá desde la planta del interior del país.

1.2.3 Proyección de la Demanda

Ya que inicialmente en la nueva planta sólo se fabricarán productos de la línea 1 y 2, se hace necesario un análisis que permita establecer la capacidad real requerida para satisfacer la demanda futura. Es por ello que mediante el método de regresión lineal, se hace una proyección de ventas para las líneas principales.

Mediante la opción de línea de tendencia del programa Excel se calculan las siguientes ecuaciones para realizar la proyección de demanda en cada línea:

$$y = m(x) + b$$

- Pronóstico Línea 1:

Para esta línea se obtuvo la siguiente ecuación de la recta:

$$y_1 = 10{,}96(x) + 3562{,}6$$

La gráfica resultante se muestra a continuación:

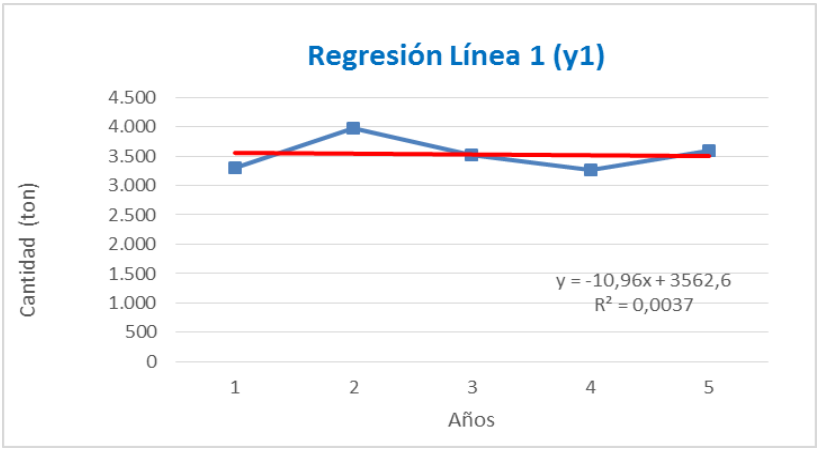


GRÁFICO No.3, Proyección de ventas Línea 1. Fuente: Autora

- Pronóstico Línea 2:

Para esta línea se obtuvo la siguiente ecuación de la recta:

$$y_2 = 319{,}4(x) + 1657{,}8$$

La gráfica resultante se muestra a continuación:

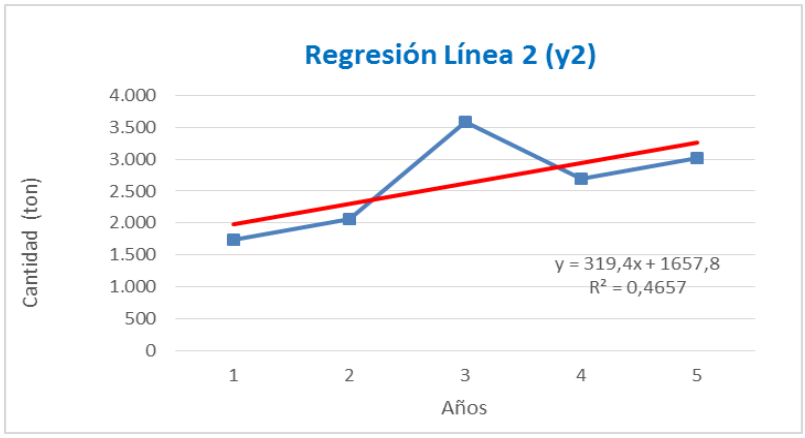


GRÁFICO No.4, Proyección de ventas Línea 2. Fuente: Autora

- Pronóstico Línea 3:

Para esta línea se obtuvo la siguiente ecuación de la recta:

$$y_3 = -33{,}65(x) + 460{,}49$$

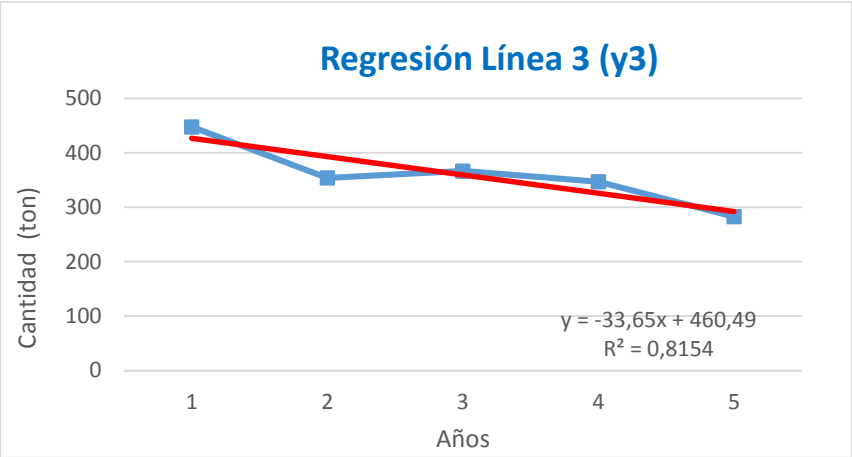


GRÁFICO No.5, Proyección de ventas Línea 3. Fuente: Autora

- Pronóstico Línea 4:

Para esta línea se obtuvo la siguiente ecuación de la recta:

$$y_4 = 4{,}51(x) + 550{,}55$$

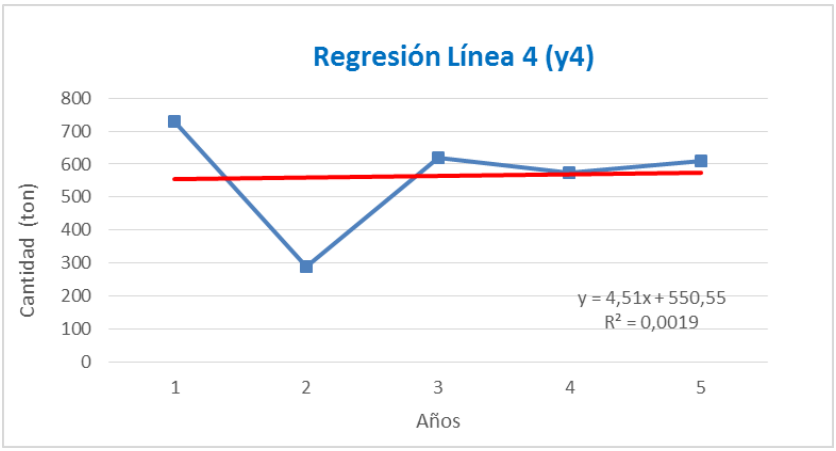


GRÁFICO No.6, Proyección de ventas Línea 4. Fuente: Autora

- Pronóstico Línea 5:

Para esta línea se obtuvo la siguiente ecuación de la recta:

$$y_5 = 307{,}09(x) + 291{,}55$$

La gráfica resultante se muestra a continuación:

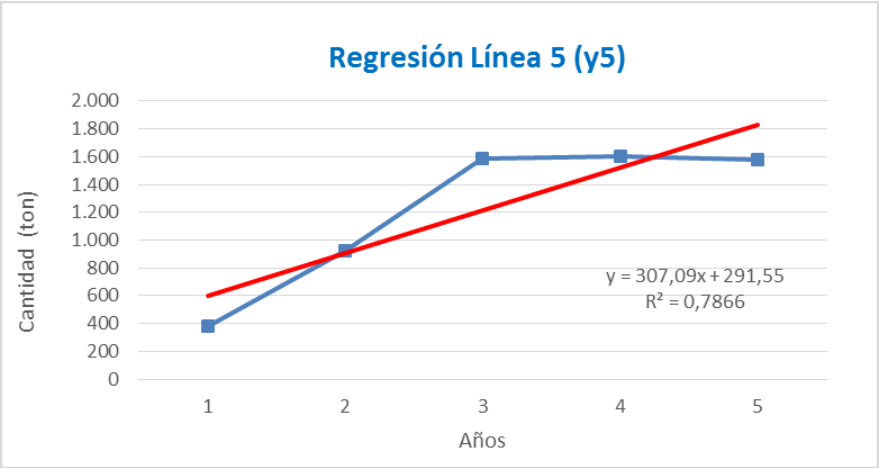


GRÁFICO No.7, Proyección de ventas Línea 5. Fuente: Autora

Consolidando la información expuesta, en la tabla No. 4 muestra los datos históricos para las líneas 1 y 2 y la proyección de los próximos 5 años para cada una:

Años	(x)	Ventas Línea 1 (y_1)	Ventas Línea 2 (y_2)	Ventas Línea 3 (y_3)	Ventas Línea 4 (y_4)	Ventas Línea 5 (y_5)
2010	1	3.296	1.733	448	729	382
2011	2	3.971	2.057	354	289	920
2012	3	3.527	3.584	367	621	1.587
2013	4	3.258	2.695	347	573	1.599
2014	5	3.597	3.011	283	609	1.577
2015*	6	3.623	3.574	259	578	2.134
2016	7	3.633	3.894	225	582	2.441
2017	8	3.643	4.213	191	587	2.748
2018	9	3.653	4.532	158	591	3.055
2019	10	3.663	4.852	124	596	3.362

TABLA No.4, Proyección de ventas Línea 1 y 2. Fuente: Autora. * Cifra proyectada a partir de 2015

1.2.4 Ampliación del mercado

La industria química constituye un sector básico de la economía. De ella dependen directa e indirectamente todos los demás sectores para los cuales se provee una diversificada gama de insumos y productos. Se trata de un sector dinámico y complejo, caracterizado por ser intensivo en capital, materias primas y tecnología.

Según el diario la República, las ventas de productos químicos derivados del petróleo presentan un comportamiento favorable en los últimos años y el inicio de exportaciones hacía países como Brasil aumentan las ventas netas: “Este crecimiento se explica principalmente por el aumento en las ventas de productos químicos con 13,4%. Durante

2013, el sector químico registró exportaciones por US$3.733 millones, según cifras del DANE, es decir 8,9% más que en 2013, cuando fueron de US$3.428 millones". A esto se suman otras ventajas competitivas ya que según lo expone el diario "Colombia mantiene especial fortaleza en las reservas probadas de petróleo, sumadas a importantes producciones de Polipropileno, PVC y Polietileno y a la expansión de la refinería de Cartagena para incrementar las capacidades de Polipropileno, dicha expansión puede denominarse como el proyecto más importante de la industria petroquímica y química" [2]

De acuerdo a datos publicados en la página web de Procolombia para el año 2015, el sector químico representa el 11.3% de las exportaciones colombianas y su comportamiento tiene una tasa de crecimiento anual compuesto del 4.4%[3]

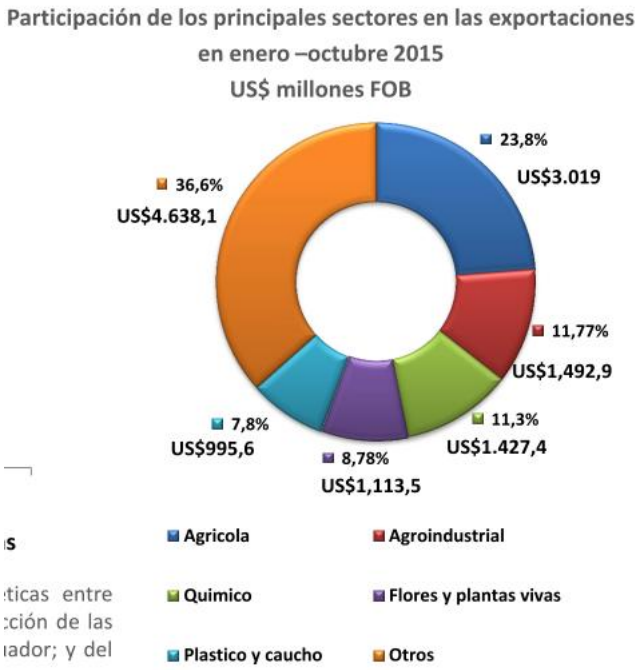


GRÁFICO No.8, Participación de los principales sectores en exportaciones 2015. Fuente PROCOLOMBIA.CO

Estos sectores tienen una prospectiva de crecimiento principalmente hacia países como Brasil, Panamá y México, los acuerdos comerciales en vigencia y bajos aranceles que ha logrado el gobierno nacional contribuyen a que las relaciones comerciales entre países se hagan cada vez más fuertes.

Según los datos de Procolomibia, también existen destinos por explorar como la unión europea y USA. Según la entidad, una vez los acuerdos entren en vigencia, por lo menos 161 productos de agroindustria, 538 de manufacturas e insumos, 116 del sector de prendas

[2] Tomado del Diario la República, "Las ventas crecieron a un ritmo de 13,4%", Web: http://www.larepublica.co/las-ventas-crecieron-un-ritmo-de-134_117576

[3] Tomado de: Análisis de Exportaciones Colombianas Enero- Octubre 2015. Dirección de Información Comercial. PROCOLOMBIA.

y tres de servicios podrán llegar a los 27 países de la Unión Europea con beneficios arancelarios. Dentro de las manufacturas con oportunidades se encuentran las placas, hojas, bandas y láminas de plástico celular, productos celulares de polímeros de cloruro de vinilo, copolímeros de propileno, pigmentos, preparaciones a base de compuestos de cromo, polímeros acrílicos y de acetato de vinilo en formas primarias, cuyo arancel del 6,5% será eliminado con el acuerdo.

Por ello, la estrategia del departamento comercial apunta a lograr que por lo menos el 30% de la capacidad instalada total (planta del interior y planta de la costa caribe) se ocupe de la demanda nacional y el 70% restante sea destinado a abastecer los nuevos mercados extranjeros.

Es importante considerar factores que se traducen en ventajas competitivas con la apertura de la nueva planta de SYGLA. Para la exportación de productos colombianos, desde la Costa Atlántica se ofrecen servicios directos hacia puertos de la Unión Europea, centro américa y el caribe que tardan 11 días, e indirectos con una duración de 15 días, los cuales son prestados por nueve navieras.[4] De allí la importancia de la nueva planta en Galapa Atlántico, pues su cercanía al puerto representa un ahorro considerable los costos logísticos y de transporte.

Todo esto sumado a la posibilidad de abrir nuevos negocios en el exterior, a mediano y largo plazo, genera la necesidad de tener instalaciones con capacidad de responder a las nuevas demandas.

[4] Fuente: http://www.procolombia.co/noticias/proexport-identifico-los-818-productos-con-oportunidades-comerciales-en-la-union-europea

2. CAPACIDAD DE PROCESO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Para entender cómo se determina la capacidad teórica y real de la planta, es imperativo conocer el proceso mediante el cual se fabrican las resinas poliméricas en emulsión, por tanto, a continuación se hace una breve descripción del proceso de reacción:

2.1.1 Proceso de Reacción Exotérmica para la fabricación de Resinas Poliméricas

Para la fabricación de estas resinas se emplea un método denominado polimerización en emulsión, el cual consiste en hacer una pre-mezcla o pre-emulsión con uno o varios monómeros[5] y un emulgador que permita la formación de micelas (cadenas de monómero), Esta se lleva a cabo en un tanque pre-reactor. Esta pre-emulsión luego es dosificada de manera controlada a un tanque reactor, donde gracias a un iniciador de cadena por temperatura o catalizador se genera la reacción química que forma las cadenas de polímero. Debido a la naturaleza exotérmica de la reacción, durante el proceso debe retirarse de manera controlada el calor excesivo, por lo tanto los equipos requeridos deben tener un diseño que permita la rápida transferencia de calor, además deben contar con todos los elementos de seguridad como válvulas y venteos para aliviar la presión, chaquetas de enfriamiento para controlar la temperatura, controles y alarmas.

En la figura No. 1 se muestra un diagrama de flujo del proceso descrito.

5

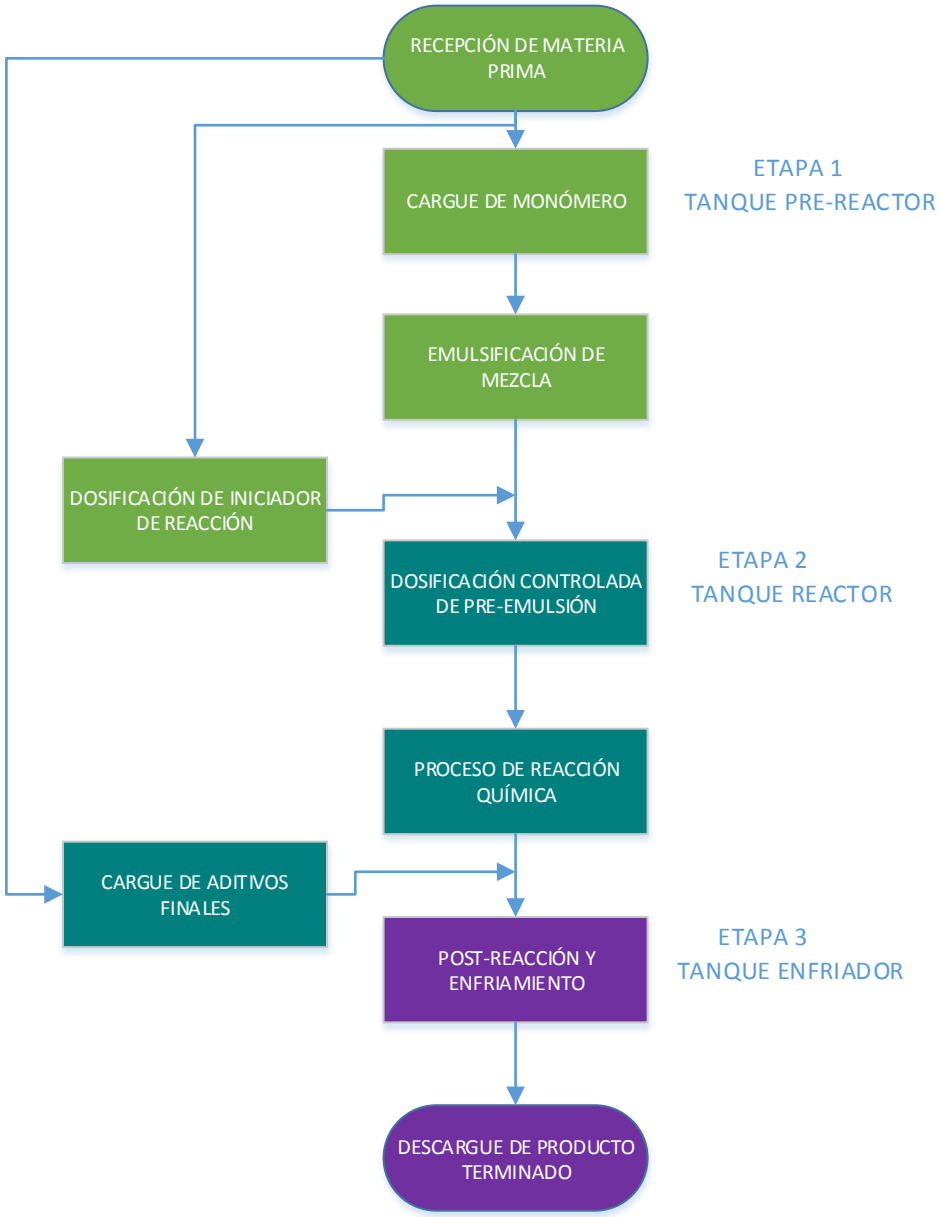


FIGURA No.1, Diagrama de flujo para fabricación de resinas en emulsión. Fuente: Autora

Según lo muestra la Figura 1, son tres etapas principales dentro del proceso:

Etapa 1: Proceso de mezcla de monómeros en el tanque de pre-emulsión.

Etapa 2: Dosificación controlada de la pre-emulsión de monómeros al tanque reactor, junto con el catalizador que inicia y mantiene la reacción química.

Etapa 3: Ajuste de especificaciones finales y enfriamiento de producto final dentro de tanque enfriador. Posterior se realiza el filtrado y descarga del producto de acuerdo a su presentación final.

2.1.2 Equipos Requeridos

En cuanto a los equipos necesarios para el proceso, a continuación se hace una descripción de cada uno de ellos:

- Tanque de pre-emulsión: Es un tanque cilíndrico fabricado en acero inoxidable calidad 304-L. Con un eje central conectado a un motor-reductor que provee agitación con velocidad controlada. Cuenta con conexiones de tuberías en diferentes diámetros para el cargue de materias primas. El equipo se diseña para soportar presión positiva y presión de vacío. La capacidad del tanque estará condicionada a la capacidad del tanque reactor. La dosificación se hace mediante una válvula proporcional al tanque reactor. El tanque está montado sobre 4 ménsulas y en cada una de ellas tiene una celda de carga, estás celdas están conectadas a un sistema de PLC donde se puede controlar y dosificar adecuadamente la pre-emulsión.

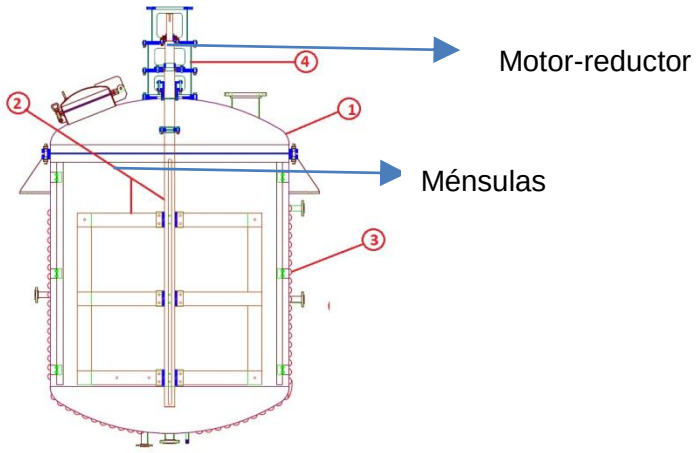


FIGURA No.2, Tanque de pre-emulsión. Fuente: Departamento de Proyectos, SYGLA COLOMBIA

- Tanque Reactor: Al igual que el tanque pre-emulsión es fabricado en acero inoxidable calidad 304L y posee un eje central para agitación con motor-reductor, tiene un sistema de calentamiento –enfriamiento por tubos que rodean el tanque denominado chaqueta, por allí se bombea agua caliente o fría según lo requiera el proceso. Posee también termopozos para medición de temperatura tanto de la chaqueta como del interior del equipo, está diseñado para soportar presión positiva y negativa. En la parte superior del equipo y en la inferior se instalan boquillas para conexión de tuberías en varios diámetros. La descarga se controla con válvula mecánica tipo bola. También tiene una salida en la tapa para la instalación del condensador de vapores.

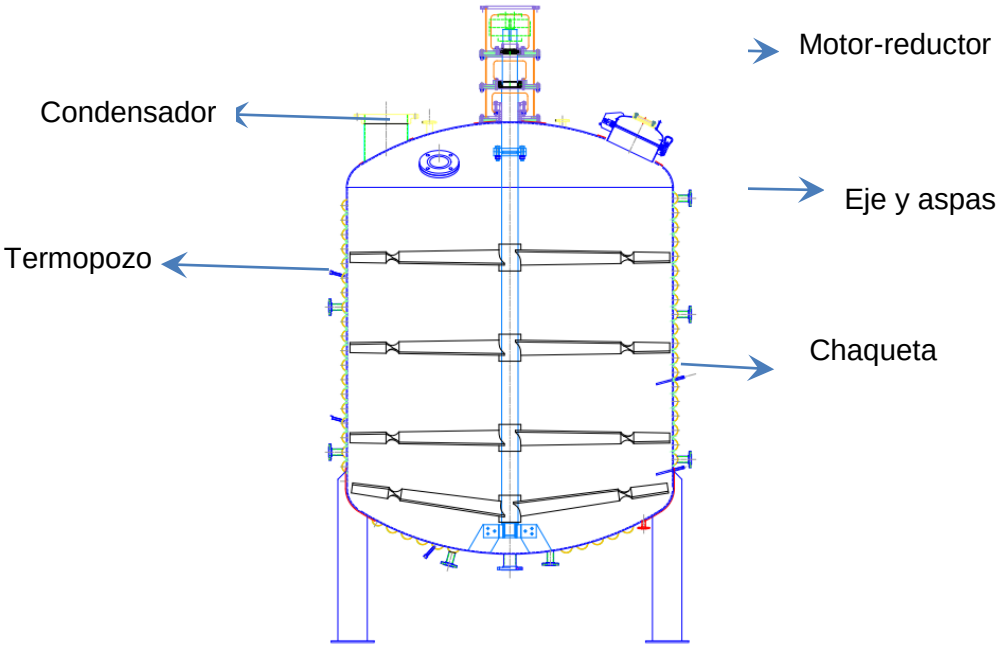


FIGURA No.3, Tanque de reacción. Fuente: Departamento de Proyectos, SYGLA COLOMBIA

- **Condensador**: Es un sistema de condensación por tubos rodeados de agua constantemente, se usa para condensar y precipitar los gases de monómero que se liberan por el proceso de reacción exotérmica. Convencionalmente, se instala uno vertical y otro horizontal directamente sobre la tapa del reactor.

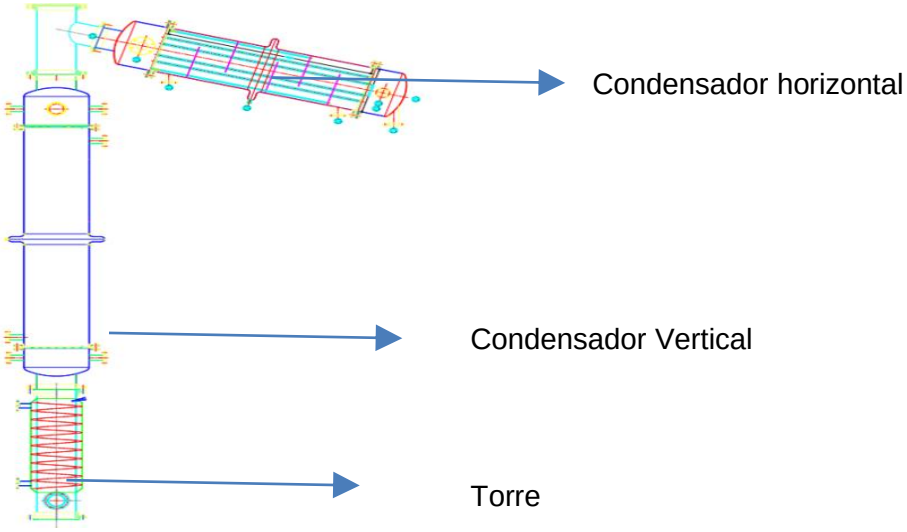


FIGURA No.4, Sistema de condensación. Fuente: Departamento de Proyectos, SYGLA COLOMBIA

- Tanques Catalizadores: Son dos tanques usados para hacer la mezcla de agua más el agente que inicia la reacción, catalizador oxidante y/o reductor, estos se conectan al tanque reactor mediante tubería y se controla la dosificación con válvulas proporcionales. Estos equipos tienen un tubo de nivel y están montados sobre plataformas con básculas para hacer inspección visual de la dosificación por peso.

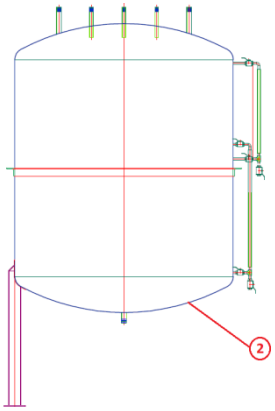


FIGURA No.5 Tanque Catalizador. Fuente: Departamento de Proyectos, SYGLA COLOMBIA

- Tanques Enfriadores: En cuanto a su construcción son iguales a los tanques reactores, lo único que varía es la capacidad de almacenamiento. Por lo general se calculan sobre el 150-200 % de la capacidad del reactor.

- Filtros: Son equipos cilíndricos de 100 lt de capacidad, provistos de una canasta interior en acero inoxidable 304 L, se instala sobre esta canasta un filtro de tela con tamaño de malla más pequeño, por allí se bombea el producto y se retienen las partículas más grandes.

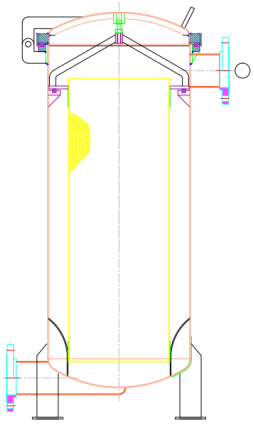


FIGURA No.6. Filtro. Fuente: Departamento de Proyectos, SYGLA COLOMBIA

- Tanques de Almacenamiento: Es necesario tener tanques para el almacenamiento tanto de materias primas como de producto terminado, las características más importantes a tener en cuenta son:

- Tanques de almacenamiento de materias primas: Son tanques cilíndricos verticales atmosféricos fabricados en acero al carbono, con capacidades desde 50 m3 hasta 100 m3. Allí se almacenan los monómeros con los que se fabrican las pre-emulsiones. También se emplean tanques en plástico y en mampostería para almacenamiento de agua del proceso.

- Tanques de almacenamiento de producto terminado: También son tanques cilíndricos verticales, pero por las características del producto el material de fabricación debe ser acero inoxidable 304 L o Fibra de vidrio. Estos son diseñados para soportar presiones hasta 50 PSI pues las descargas se con presión de aire. Tienen válvulas de seguridad y manómetros para controlar el caudal de aire que ingresa al tanque.

- Elementos de Control y seguridad: Para operar correctamente el proceso, se requieren elementos de control en cada una de las etapas descritas. A continuación se mencionan los elementos y su función:

- Celdas de carga: Su función es sensar el peso que se va dosificando al tanque reactor desde el tanque de pre-emulsión, están conectadas con un sistema de PLC a unas pantallas o indicadores ubicados junto al tanque de pre-emulsión.

- Válvulas proporcionales: Son válvulas tipo globo accionadas por un motor eléctrico o un actuador neumático (cilindro). Las que se usan convencionalmente dentro de este proceso son neumáticas. La señal se envía desde el PLC y la válvula abre o corta el flujo parcialmente según el caudal requerido.

-Válvulas Mecánicas: Son elementos de control de flujo convencional, tipo bola. En acero inoxidable 304L y sellos de teflón. Son accionadas mecánicamente para cortar o activar el flujo.

- Sensores de temperatura: Se emplean termocuplas PT 100 y manómetros de carátula análogos. Su función es medir la temperatura durante todo el proceso de reacción. Estos se instalan en el tanque reactor.

- Sensores de presión y vacío: Son válvulas de seguridad y válvulas rompe-vacío que se calibran a una presión de disparo de acuerdo al diseño del equipo, generalmente de 35 a 40 PSI. Las válvulas de seguridad se instalan sobre el tanque de pre-emulsión, el tanque reactor, los condensadores y el tanque de enfriamiento. La válvula rompe vacío se instala sobre el condensador horizontal.

- Medidores de presión: Se emplean manómetros de carátula análogos en acero inoxidable y con glicerina en su interior. Se instalan sobre el tanque de pre-emulsión, el tanque reactor y el tanque enfriador.

- Básculas, Celdas de Carga: Se utilizan para supervisar la dosificación por peso y para dar la señal al sistema de PLC quien controla la apertura/cierre de las válvulas proporcionales.

- Equipos de bombeo: Según la operación, el flujo a bombear, el caudal deseado y las condiciones del fabricante, durante el proceso se emplean diferentes equipos para el bombeo. A continuación se listan los más importantes:

- Bombas de desplazamiento positivo, centrífugas con motor a prueba de explosión, eje e impulsor en acero inoxidable, carcaza externa en hierro.

- Bombas neumáticas de diafragma, desplazamiento positivo, cuerpo fabricado en acero inoxidable 316L, diafragmas y bolas en teflón.

- Bombas de cavidad progresiva o de tornillo, ejes y estator en acero inoxidable, cuerpo en hierro, motor a prueba de explosión.

- Equipos para generación de energía: Debido a que en los procesos se requiere aumentar o quitar calor, y a que la descarga de los equipos se hace con presión de aire en los equipos, se deben tener en cuenta los equipos requeridos para generar calor, presión y enfriamiento:

- Caldera: La presión de vapor requerida es definida por el número de equipos instalados en la planta de fabricación. Generalmente se usan calderas pirotubolares con combustible diésel o gas propano.

- Compresores: Son generadores de aire comprimido y limpio. Pueden ser de tornillo o de pistón.

- Torres de enfriamiento: Se encargan de recibir el agua del proceso con temperatura elevada y enfriarla por medio de paneles de caída en cascada.

- Equipos para Transporte de materiales: Para el transporte de materias primas y de producto terminado se deben emplear los siguientes equipos:

- Ascensor de carga: Mediante un polipasto se izan las cargas hasta los tanques de pre-emulsión, reacción y ajuste.

- Estibadores hidráulicos: Para mover carga estibada dentro de la planta

- Camas de rodillos: Para mover los tambores descargados y estibarlos

- Equipo montacargas: Hace los traslados desde la planta de producción hasta las bodegas de almacenamiento.

2.2 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Como parte del marco estratégico de la organización y en vista del crecimiento proyectado de la demanda externa, se ha decidido adoptar una estrategia proactiva o expansionista de la capacidad de producción. Además, teniendo en cuenta el deterioro de algunos equipos instalados en la planta 1, y de manera preventiva, se quiere hacer una renovación tecnológica de algunos de ellos.

A continuación el cálculo de la capacidad de planta, estos cálculos son hechos con información de la planta que está operando actualmente:

2.2.1 Capacidad Teórica:

Esta información muestra el ideal de que la planta operara al 100 % de su capacidad. Es la capacidad con la que se diseñó la planta y está dada por:

$$\sum_{i=1}^{n} CT_i = días\ calendario\ x\ No.de\ Turnos\ x\ Hr\ turno\ x\ ni \quad (1)$$

Donde:

ni : Número de puestos de trabajo de la sección

Para este caso, se tienen tres estaciones de trabajo de acuerdo al proceso. En la Tabla 5 Se muestra la distribución de equipos por proceso:

ESTACIÓN DE TRABAJO	EQUIPO	No de Equipos (ni)
PROCESO 1	Tanque Pre-mezclador	2
PROCESO 2	Tanque Reactor	2
PROCESO 3	Tanque Enfriador	3

TABLA No.5, Estaciones de Trabajo. Fuente: Autora

De esta manera, se procede a calcular la capacidad teórica para cada una de las estaciones de trabajo:

- Estación de trabajo 1:

$$CT_1 = 365\ x\ 8\ x\ 3\ x\ 2 = 17.520\ {}^{hr}/_{año} \quad (2)$$

- Estación de trabajo 2:

$$CT_2 = 365\ x\ 8\ x\ 3\ x\ 2 = 17.520\ {}^{hr}/_{año} \quad (3)$$

- Estación de trabajo 3:

$$CT_3 = 365\ x\ 8\ x\ 3\ x\ 3 = 26.280\ {}^{hr}/_{año} \quad (4)$$

- Capacidad Teórica Total

$$\sum_{i=1}^{n} CT_i = 17.520 + 17.520 + 26.280 = 61.320\ {}^{hr}/_{año} \quad (5)$$

2.2.2 Capacidad Instalada:

Es la máxima capacidad real de trabajo, considera el tiempo de mantenimientos y pérdidas en general. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^{n} CI_i = ((dias\ calendario\ x\ No.de\ Turnos\ x\ hr\ turno) - G1)(\ n_i) \quad (6)$$

Donde:

ni : Número de puestos de trabajo de la sección

$G1$: Tiempo de Mantenimiento anual por máquina

Según el indicador que lleva el departamento de mantenimiento, la pérdida de tiempo en los equipos por mantenimiento correctivos de la planta 1 para el año 2014 es de 1.43 % en promedio. Dividiendo este valor entre el número de máquinas por estación, se tiene un valor de 0.204% de pérdidas de tiempo por equipo es decir

$$G1 = 365\ x\ 8\ x\ 3\ x\ 0.00204 = 17.9\ {}^{hr}/_{año}\ x\ máquina \quad (7)$$

Calculando para cada una de las estaciones se obtiene:

- Estación de trabajo 1, pre-emulsión:

$$CI_1 = \big((365\ x\ 8\ x\ 3) - 17.9\big)\ x\ 2 = 17.484{,}42\ {}^{hr}/_{año} \quad (8)$$

- Estación de trabajo 2, reacción:

$$CI_2 = \big((365\ x\ 8\ x\ 3) - 17.9\big)\ x\ 2 = 17.484{,}42\ {}^{hr}/_{año} \quad (9)$$

- Estación de trabajo 3, enfriamiento:

$$CI_3 = \big((365\ x\ 8\ x\ 3) - 17.9\big)\ x\ 3 = 26.226{,}3\ {}^{hr}/_{año} \quad (10)$$

- Capacidad Instalada Total:

$$\sum_{i=1}^{n} CI_i = 17.484{,}42 + 17.484{,}42 + 26.226{,}3 = \ 61.195{,}14\ {}^{hr}/_{año} \quad (11)$$

2.2.3 Capacidad Disponible:

Es la capacidad real de trabajo, considera tiempos perdidos por políticas empresariales y gubernamentales, reuniones, cambios de lote y limpiezas. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^{n} CD_i = Dias\ cal\ x\ No.turnos\ x\ Hr\ turno\ x\ ni - \left[(G1\ x\ ni) + \left(\frac{G2+G3+G4}{N}\right) ni\right] \quad (12)$$

Donde:

G2: Perdidas por días festivos y dominicales

G3: Perdidas por ausentismo y otros

G4: Factores aleatorios: Limpiezas y cambios de lote

N: Número Total de máquinas o puestos de trabajo

Calculando cada una de las pérdidas se obtiene:

$$G2 = (18+52)\ x\ 3\ x\ 8 = 1680\ {}^{hr}/_{año} \quad (13)$$

El tiempo por ausentismo no se tiene en cuenta en el cálculo, pues en caso de que falte un operador no se detiene el proceso de reacción. Se suple con algún operador de los demás turnos. En cambio, se asumirá G3 como las pérdidas por navidad y despedida de fin de año:

$$G3 = 3\ días\ x\ 3\ x\ 8 = 72\ {}^{hr}/_{año} \quad (14)$$

Los tiempos perdidos por cambios de lote y limpieza durante el 2014 se muestran en la tabla 6:

EQUIPO	No. de Limpiezas	HORAS	TOTAL
R10	54	7	378
R20	35	7	245
			623

TABLA No.6, Horas perdidas por Limpiezas y cambios de lote. Fuente: Autora

$$G4 = 623\ {}^{hr}/_{año} \quad (15)$$

Reemplazando los valores de la ecuación 12 se obtiene:

- Estación de trabajo 1, pre-emulsión:

$$CD_1 = 365\ x\ 3\ x\ 8\ x\ 2 - \left[(17.9\ x\ 2) + \left(\frac{1680 + 72 + 623}{7}\right) 2\right]$$

$$CD_1 = 17.520 - (35.8 + 678.6) = 16.805\ {}^{hr}/_{año} \quad (16)$$

- Estación de trabajo 2, reacción:

$$CD_2 = 365\ x\ 3\ x\ 8\ x\ 2 - \left[(17.9\ x\ 2) + \left(\frac{1680 + 72 + 623}{7}\right) 2\right]$$

$$CD_2 = 17.520 - (35.8 + 678.6) = 16.805\ {}^{hr}/_{año} \quad (17)$$

- Estación de trabajo 3, enfriamiento:

$$CD_3 = 365\ x\ 3\ x\ 8\ x\ 3 - \left[(17.9\ x\ 3) + \left(\frac{1680 + 72 + 623}{7}\right) 3\right]$$

$$CD_3 = 26.280 - (53{,}7 + 1.017{,}86) = 25.262\ {}^{hr}/_{año} \quad (18)$$

- Capacidad Disponible Total:

$$\sum_{i=1}^{n} CD_i = 16.805 + 16.805 + 25.262 = 58.872\ {}^{hr}/_{año}$$

2.2.4 Capacidad Necesaria:

Es la capacidad requerida según la proyección de ventas, se calcula con la siguiente ecuación:

$$CN_i = \sum_{j=1}^{P} QP_j\ x\ TP_{ij} \quad (19)$$

Donde:

QP_j : Cantidad de productos de la línea j a Fabricar

TP_{ij}: Tiempo requerido para fabricar productos proyectados en cada línea j

Para determinar esta capacidad, es necesario saber cuánto tiempo se demora la fabricación de 1 Ton. de los productos de la línea 1 2 y 3 en cada uno de los procesos de fabricación. Es decir, se deben calcular los tiempos de ciclo.

2.2.5 Cálculo del Tiempo de Ciclo

El proceso para fabricar los productos de una misma línea es relativamente el mismo, por lo tanto el tiempo de fabricación se asume igual para los productos de la misma familia. Teniendo en cuenta que las líneas que son más representativas en cuanto a cantidad de fabricación son las líneas 1, 2 y 5 se tomaron los tiempos de fabricación de tres productos aleatorios pertenecientes a cada línea. Los diagramas de proceso resultantes se pueden observar en el anexo 1 y 2.

En resumen, se obtuvieron los siguientes tiempos por cada proceso y línea:

Línea 1: VAMCRIL

PROCESO	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)
P1	5	43
P2	24	702
P3	10	788

TABLA No.7 Tiempos para la línea 1. Fuente: Autora

Línea 2: ACRITEN

PROCESO	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)
P1	15	72
P2	16	394
P3	7	539,5

TABLA No.8 Tiempos para la línea 2. Fuente: Autora

Línea 5: MEZCLAS

Debido a que los productos de esta línea resultan de mezclar dos resinas de la línea 2 y ajustar algunas especificaciones en el proceso 3, se obtiene el siguiente cuadro deducido de la tabla 8 para los procesos 1 y 2, multiplicados por 2, pues es el resultante de fabricar la resina 1 y la resina 2. Para el proceso 3 se tomaron los tiempos de bombeo al tanque de mezcla, ajuste de especificaciones y descargue final.

PROCESO	ACTIVIDADES	TIEMPO (min)
P1	30	144
P2	32	780
P3	4	660
TOTAL		1584

TABLA No.9 Tiempos para la línea 5. Fuente: Autora

Para las líneas 3 y 4 no fue posible tomar los tiempos pues los productos pues tienen poca demanda y se fabrican sobre pedidos especiales. La información para estas dos familias se tomó de un estudio de producción hecho por la jefatura de planta de la empresa en años anteriores.

Con la información de tiempos obtenida para cada una de las líneas, se elabora la siguiente matriz para conocer el tiempo de ciclo, de allí parten los cálculos para conocer la capacidad necesaria y por lo tanto, la capacidad instalada que requiere la nueva planta en Galapa:

Esta matriz resulta de dividir el tiempo en horas sobre la capacidad nominal de los tanques. Por ejemplo, para el proceso 1 de la línea 1 se tiene que el tiempo para producir 7 ton (capacidad del pre-reactor) es de 0.7 hr. Por lo tanto: 0.7 hr / 7 ton: 0,1 (h/Ton)

Proceso	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5	$t_{O_{ij}}$
	(h/Ton)					(h/año)
1	0,1	0,24	2,29	1,20	0,48	3216,47
2	1,17	0,93	2,29	1,20	1,86	**11310,73**
3	1,3	1,29	2,86	1,60	0,50	11118,56
Tiempo de ciclo TOTAL	**2,57**	**2,45**	**7,43**	**4,00**	**2,84**	
n_i **(Ton/año-2014)**	3597,2	3011,10	282,80	608,90	1577,10	

TABLA No. 10 Tiempos de ciclo. Fuente: Autora

Donde:

$t_{O_{ij}}$ Tiempo operativo de la línea j en el proceso i

n_i Cantidad de productos fabricados en el año por cada línea j

Luego de obtener información del tiempo requerido en cada uno de los procesos para fabricar 1 Ton de producto, se calcula la capacidad necesaria como una relación del tiempo multiplicado por la cantidad a producir, (ecuación 19):

Matriz para el Cálculo de Capacidad Necesaria- año 2019						
Proceso/ Línea de producto	**QP_j x TO_{ij} (hr/año)**					**TOTAL x Proceso-Estación de trabajo**
	Línea 1	**Línea 2**	**Línea 3**	**Línea 4**	**Línea 5**	
Pre-emulsión	366,26	1164,43	283,41	714,78	1613,98	4142,85
Reacción	4285,24	4505,24	283,41	714,78	6244,55	16033,22
Enfriamiento	4761,38	6238,03	354,26	953,04	1681,23	13987,93
TOTAL x Línea (hr/año)	9412,9	11907,7	921,1	2382,6	9539,8	**34164,01**

TABLA No. 11 Capacidad Necesaria por líneas de producto, año 2019. Fuente: Autora

Según la proyección de la demanda para el año 2019 se requiere una capacidad en planta de 34.164 hr/año.

2.2.6 Estrategia de Ocupación de la Capacidad Disponible

Toda organización debe contar con una estrategia clara y definida respecto a su capacidad. Con la apertura de la nueva planta también se espera abrir nuevos mercados dentro y fuera del país, por tanto se debe considerar la holgura que se tiene como reserva para afrontar los incrementos repentinos de la demanda, o las perdidas temporales de la capacidad por ajustes en los procesos, equipos y entrenamiento del nuevo personal.

La capacidad disponible actual es de 58.872 hr/año. Sí solo se tuviera en cuenta el pronóstico de ventas al año 2019 la capacidad sería suficiente. Sin embargo es necesario evaluar diferentes aspectos que condicionan la ocupación de la capacidad. En general durante el montaje y pruebas de nuevas instalaciones industriales se generan demoras relacionadas con los arranques de las pruebas pilotos y estandarización de las operaciones. Los nuevos equipos deberán escalarse al proceso de formulación y reacción, por lo que existe una alta probabilidad de que aumente el número de reprocesos de la planta. Adicional a ello, durante el proceso de aprendizaje del personal operativo y del conocimiento de las variables propias del proceso de producción se generarán pérdidas de tiempo de operación de las instalaciones. Según la experiencia adquirida con el montaje de la planta del interior del país, se espera que en los 2 primeros años de operación de la planta se logre un 70% de ocupación de la capacidad disponible.

- Capacidad de Holgura:

Esta capacidad holgura resulta de restar la utilización actual de la planta al 100% de operación deseada.

$$Cap.Holgura = 100\% - \%\ de\ Utilización \tag{20}$$

El porcentaje de utilización es una razón y está dado por la tasa de producción promedio y la capacidad disponible:

$$Utilización: \frac{Tasa\ de\ Producción\ Promedio}{Capacidad\ Disponible}\ x\ 100 \tag{21}$$

En este caso, se tiene:

$$Utilización: \frac{34.164\ hr/año}{58.872\ hr/año}\ x\ 100 = 58\% \tag{22}$$

$$Cap.Holgura = 100\% - 58\% = 42\%$$

Por lo tanto y como parte de la planeación estratégica de la organización se definió que la capacidad a mediano plazo debería ampliarse un 70% por encima de la capacidad instalada actual, esto en pro de tener la cobertura para los nuevos negocios.

Para el diseño de la planta se tomará una capacidad necesaria de 93.036 hr/año.

2.3 EQUIPOS Y MANO DE OBRA REQUERIDA

Según los datos de la tabla No. 11, las líneas que demandan mayor capacidad en planta son la 1, 2 y 5, cómo se mencionó en un capitulo anterior, la compañía planea producir en la nueva planta de Galapa, sólo productos de la familia Vamcril y Acriten. A continuación, y teniendo en cuenta esta información, se hará el cálculo de máquinas requeridas.

2.3.1 Cálculo de Equipos Necesarios:

El número de equipos para cada sección de trabajo está dado por la siguiente ecuación:

$$Z_i = \frac{t_j}{tdm_i} \tag{23}$$

Donde:

t_j : Tiempo operativo total, para fabricar todos los productos

tdm_i: Tiempo disponible de máquina para el proceso i

Para hacer el cálculo del tiempo operativo total se toma la capacidad necesaria para el año 2019 y se multiplica por el índice de infraestructura tecnológica (n_i). El índice de infraestructura tecnológica es una relación de los equipos en cada estación de trabajo sobre el total de equipos de la planta.

$$t_j = (CN_i \; x \; n_i) \tag{24}$$

Por lo tanto,

$$t_j = \left(93036 \; \frac{hr}{año} \; x \; \frac{2}{7}\right) = 26.582 \; \frac{hr}{año} \tag{25}$$

Tiempo disponible de máquina: es el tiempo en que la máquina podría fabricar teóricamente, es decir el tiempo que la planta está abierta, El tiempo disponible de máquina se obtiene mediante la siguiente ecuación;

$$tdm_i = (t.calendario - t.descanso - t.paradas - t.otros) \tag{26}$$

$$T.calendario = dias \; hábiles \; x \; nr.turnos \; x \; hr \; turnos \tag{27}$$

$$T.desanso = (dias \; festivos + dominicales + vac.colectivas) * NT * HT \tag{28}$$

$$T.paradas = (t.de\ servicio\ técnico + tiempo\ organizacional) \quad (29)$$

Calculando, se tiene:

$$T.calendario = 365\ x\ 8\ x\ 3 = \ 8.760\ {}^{hr}/_{año} \quad (30)$$

$$T.desanso = (18 + 52)\ x\ 8\ x\ 3 = 1680\ {}^{hr}/_{año} \quad (31)$$

Teniendo en cuenta que para la estación de trabajo 1 el tiempo de servicio técnico es 0.3% y tiempo organizacional es 0.1%, el cálculo del tiempo disponible de equipo 1 es el siguiente:

$$tdm_1 = [8760 - 1680] \times (1 - 0.003 - 0.001) = 7.051.7 \frac{hr}{año} \quad (32)$$

Para la estación de trabajo 2, el tiempo de servicio técnico es 1.5% y tiempo organizacional es 0.1%, el cálculo del tiempo disponible de equipo 2 es el siguiente:

$$tdm_2 = [8760 - 1680] \times (1 - 0.015 - 0.001) = 6.966.7 \frac{hr}{año} \quad (33)$$

Para la estación de trabajo 3, el tiempo de servicio técnico es 0.6% y tiempo organizacional es 0.1%, el cálculo del tiempo disponible de equipo 2 es el siguiente:

$$tdm_3 = [8760 - 1680] \times (1 - 0.006 - 0.001) = 7.030.44 \frac{hr}{año} \quad (34)$$

Con la información anterior, se procede a hacer el cálculo de equipos por estación de trabajo Z_i:

- Estación de trabajo 1:

$$Z_1 = \frac{26.582\ \frac{hr}{año}}{7.051.7 \frac{hr}{año}} = 3.76 \ \rightarrow 4\ equipos \quad (35)$$

- Estación de trabajo 2:

$$Z_2 = \frac{26.582\ \frac{hr}{año}}{6.966.7 \frac{hr}{año}} = 3.81 \ \rightarrow 4\ equipos \quad (36)$$

- Estación de trabajo 3:

$$Z_3 = \frac{26.582\ \frac{hr}{\text{año}}}{7.030.44\frac{hr}{\text{año}}} = 3.78\ \rightarrow 4\ equipos$$

(37)

Para el año 2019 y con la estrategia de capacidad planteada se requieren 4 equipos por estación de trabajo, es decir que deberían instalarse 2 equipos adicionales para las estaciones 1 y 2 y 1 equipo adicional para la estación 3.

2.3.2 Cálculo de Mano de Obra:

Para determinar el número de operarios requeridos por estación de trabajo se debe hacer el cálculo del tiempo disponible de operario (tdo). Este resulta de descontar del tiempo de calendario los días de descanso, vacaciones, compensatorios, ausentismos entre otros:

$$tdo = t.calendario - t.de\ descanso - t.de\ paradas - t\ otros \quad (38)$$

$$tiempo\ calendario = dias\ corrientes * HT \quad (39)$$

$$tiempo\ de\ descanso = (dias\ festivos + dias\ dominicales + dias\ vacaciones) * HT \quad (40)$$

$$tiempo\ de\ paradas = (tiempo\ de\ enfermedad + tiempo\ de\ ausentismo) \quad (41)$$

$$t\ otros = (dias\ calendario - dias\ descanso) * \frac{15}{60} \quad (42)$$

Donde;
tdo : tiempo disponible de operario
HT: horas por turno

Por lo tanto, el tiempo disponible operario es:

$$tdo = [(365 * 8) - (18 + 52 + 15)(8)]\ x(1 - 0{,}025 - 0{,}01) - (280 * \frac{15}{60}) = 2091{,}6\frac{h\ hombre}{\text{año}}$$

(43)

Así como el cálculo del número de equipos requeridos, el número de operarios por cada proceso ($ODPi$) es una relación del tiempo operativo de la línea j en el proceso i y el tiempo disponible de operario.

$$ODPi = \frac{toij}{tdo} \quad (44)$$

Donde:

$toij$: Tiempo operativo de la línea j en el proceso i

tdo : Tiempo disponible de operario

Reemplazando se obtiene para cada estación de trabajo:

- Estación de trabajo 1:

$$ODP_1 = \frac{3216.7\ hr/año}{2091\ h.hombre/año} = 1.53\ \rightarrow 2\ Operarios \quad (45)$$

- Estación de trabajo 2:

$$ODP_2 = \frac{11.310.7\ hr/año}{2091\ h.hombre/año} = 5.4\ \rightarrow 6\ Operarios \quad (46)$$

- Estación de trabajo 3:

$$ODP_3 = \frac{11.118.6\ hr/año}{2091\ h.hombre/año} = 5.3\ \rightarrow 6\ Operarios \quad (47)$$

En la tabla 12 se muestra la información calculada anteriormente a manera de resumen:

Proceso/ Línea de producto	Capacidad Necesaria según pro. Ventas (hr/año)	Capacidad Necesaria según estrategía de capacidad (hr/año)	Máquinas requeridas	No. De Operarios
Pre-emulsión	4142,9	11281,9	4,00	2,00
Reacción	16033,2	43661,9	4,00	6,00
Enfriamiento	13987,9	38092,2	4,00	6,00
TOTAL	**34164,0**	**93036,0**	**12,0**	**14,0**

TABLA No. 12 Resumen Capacidad, Equipos y Mano de Obra. Fuente: Autora

Con la infraestructura física que se planea instalar en la sede de Galapa, Sygla contaría con una capacidad disponible superior a la actual. Según lo calculado se deben instalar como mínimo dos equipos por proceso: Tanques de pre-emulsión, tanques de reacción y tanques de enfriamiento, también debe ampliarse la mano de obra pues debe existir mínimo un operador y un auxiliar por turno.

3. DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

3.1 CONDICIONES MODIFICADORAS

La distribución teórica o ideal de la planta de producción de resinas se ve afectada por factores externos por una parte, SYGLA COLOMBIA tiene otras líneas de negocio y se espera que la nueva sede pueda ser lo suficientemente adaptable a todas las necesidades que demandan sus clientes. La localización de la planta de resinas ya fue asignada de acuerdo a las condiciones de las plantas vecinas para el negocio de agroquímicos.

En segunda instancia, al tratarse de procesos que involucran temperatura, en una planta ubicada dentro de un territorio de la costa colombiana considerado húmedo-tropical con una humedad relativa del 85% y temperatura promedio de 28°C, deben considerarse factores climáticos y ambientales como la humedad relativa y la salinidad de del mar que afectan el diseño de los equipos en cuanto a calidad de los materiales (resistentes a la corrosividad) y potencia.

A continuación, se muestra el Layout general de la planta y la ubicación de la planta de resinas dentro del mismo:

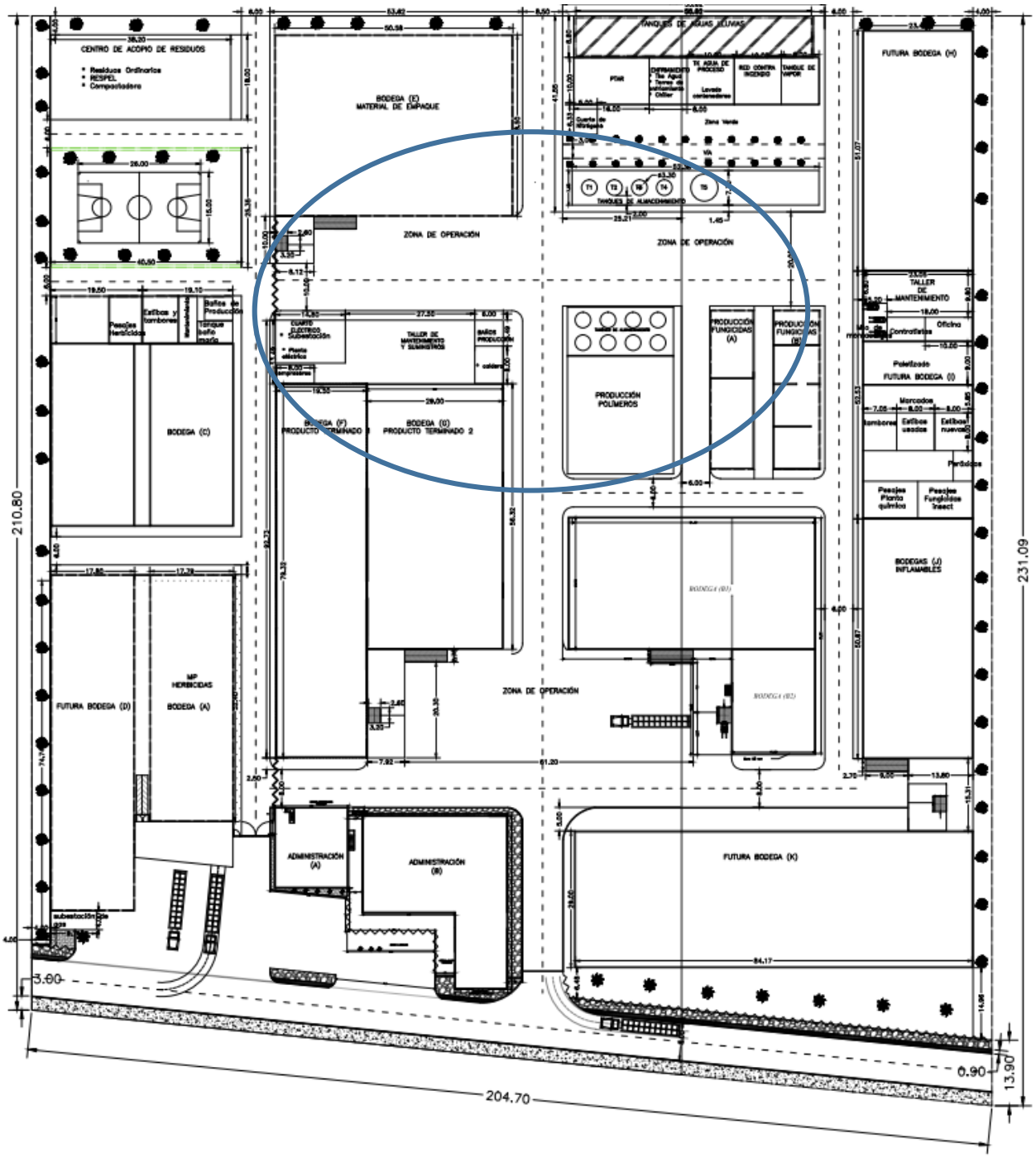


FIGURA No.7. Layout General planta Galapa Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

DETALLE GENERAL DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN

DETALLE 1: Planta de Polímeros y Actividades Cercanas.

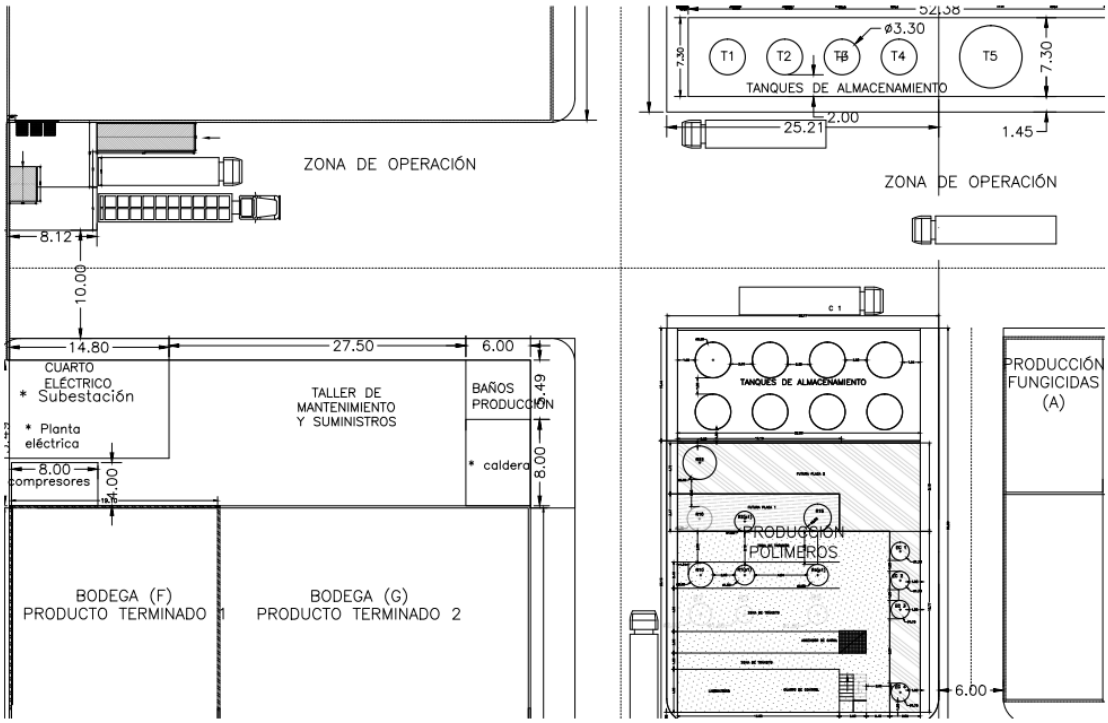


FIGURA No.8. Detalle 1, Layout General planta Galapa Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

DETALLE 2: Planta de Polímeros y Bodegas de Materias primas y Producto Terminado

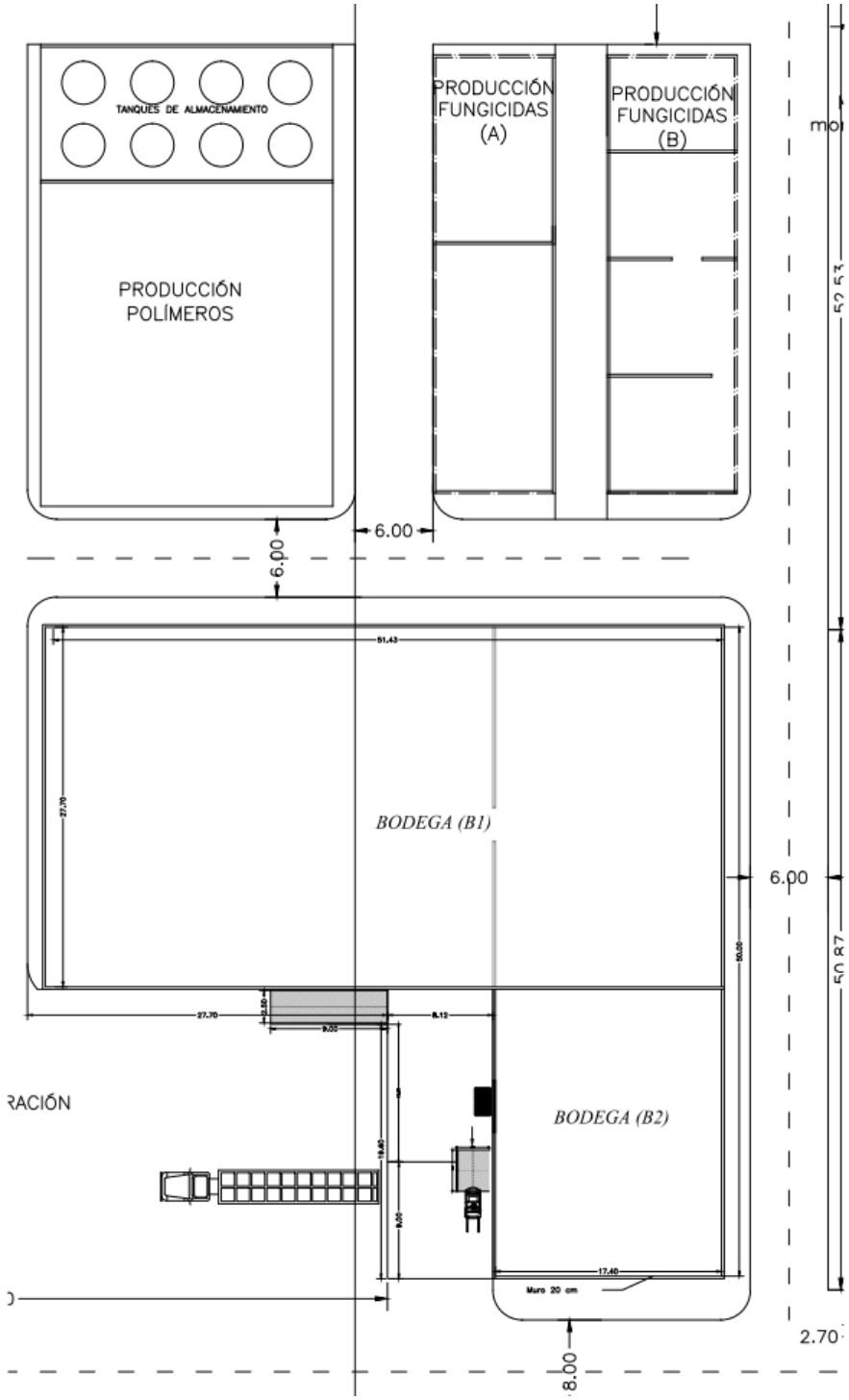


FIGURA No.9. Detalle 2, Layout General planta Galapa Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

DETALLE 3: DISTRIBUCIÓN DE ESTANTERÍA POR BODEGA:

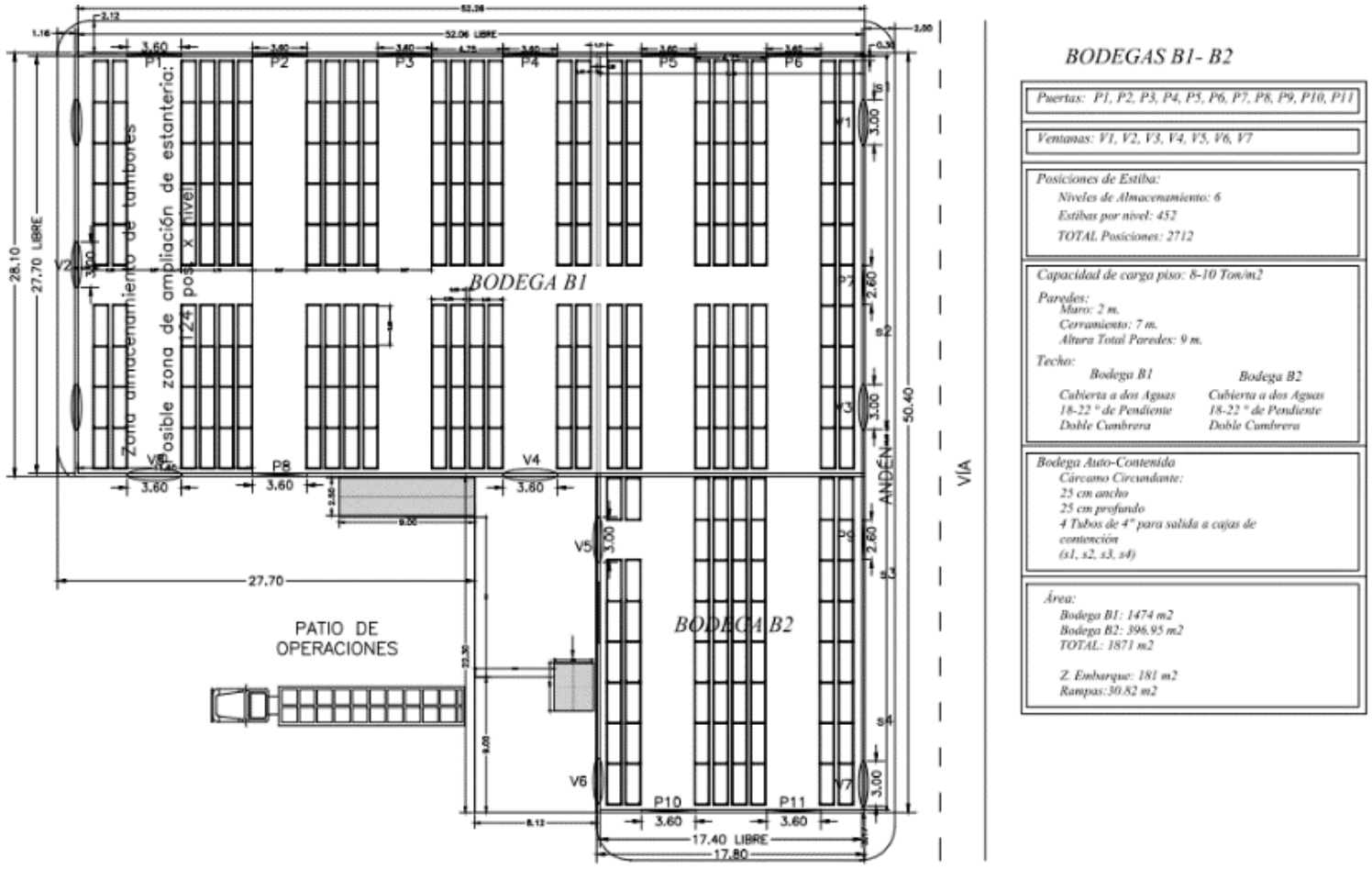


FIGURA No.10. Detalle 3, Layout General planta Galapa Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

Como se observa en el Lay-out existen condiciones como:Las bodegas de materias primas y producto terminado B1 y B2 que se van a emplear para esta planta se encuentran ubicadas en la parte sur. Esto como necesidad de dejar un patio de operaciones centrado que sirva para las bodegas A, F, B1 y B2.

- El área del taller de mantenimiento se calculó no solo teniendo en cuenta el servicio que se va a prestar a la planta de polímeros, se considera el servicio de las plantas de producción de Fungicidas y Herbicidas.
- Los servicios de producción: Caldera, sub-estación eléctrica, compresores, planta eléctrica de respaldo se deben dejar cerca a todas las plantas, por eso su ubicación central.
- Entre las zonas de tanques de almacenamiento de materias primas y producto terminado se dejó una calle amplia que sirva de zona e operación para los camiones cisterna.
- Las características de los compuestos almacenados en los tanques de materias primas requieren una ubicación especial y unas distancias mínimas entre ellos por normas de seguridad industrial
- Para el negocio de maquila de agroquímicos existen requerimientos especiales de separación y distancia entre las plantas, talleres de mantenimiento, bodegas y zonas comunes como cafeterías o baños.
- La oficina de almacén y despachos es compartida con el negocio de agroquímicos, por tanto debe buscarse una ubicación estratégica al ingreso de la planta con el fin de controlar los vehículos de carga que ingresan y salen de la compañía.
- El suministro de agua potable para proceso se hace desde los tanques de reserva generales de la planta. En la terraza de la planta de resinas se instalaría un tanque recibidor que dosifique el agua a los equipos requeridos.

3.2 LIMITACIONES PRÁCTICAS

Existen distintas limitaciones para el proceso de fabricación de resinas poliméricas, en principio se recomienda que los tanques de pre-reacción se encuentren un nivel por encima de los tanques de reacción, esto con el fin de ayudar la dosificación por gravedad de uno al otro durante el proceso.

También debe considerarse el espacio vertical y horizontal que se requiere para el montaje de los condensadores de vapores, por lo tanto se tomó la decisión de construir un edificio de 3 pisos con un mezanine intermedio.

Por otra parte, en todo diseño de planta debe considerarse ampliaciones futuras, es por ello que en la zona de tanques de producto terminado, materia prima y en la planta de polimerización de deja el área para la instalación de futuros tanques y equipos de reacción.

3.3 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE RESINAS POLIMÉRICAS

Como se mencionó en un capítulo anterior, la fabricación de resinas vinil acrílicas y acrílicas estirenadas se realiza mediante procesos en línea, donde los equipos se encuentran fijos y el producto va recorriendo una estación a otra mediante tuberías. Debido a esta condición del proceso se recomienda hacer una distribución por productos.

La distribución en planta por producto es ideal cuando la producción es continua o repetitiva, en esta distribución las estaciones de trabajo se ubican de forma lineal y es el producto el que se desplaza de una a otra de manera uniforme y continua, los recursos se disponen en torno a la ruta que sigue el producto.

Teniendo definido el tipo de distribución el siguiente paso es decidir la metodología para el diseño de la planta de producción. Teniendo en cuenta los factores de distribución la metodología más práctica y completa para esta situación es la *Systematic Layout Planning* (SLP). Esta metodología desarrollada en el año 1968 por Richard Muther es un proceso sistemático y cualitativo que permite establecer relaciones entre los flujos de los materiales y las operaciones involucradas en los procesos, de esta manera se obtiene una visión global y sistémica de las relaciones entre actividades, todo enfocado a planear adecuadamente la planta de producción. La metodología SLP plantea 9 pasos para el desarrollo del diseño de la planta, en el gráfico X se muestran cada uno de ellos:

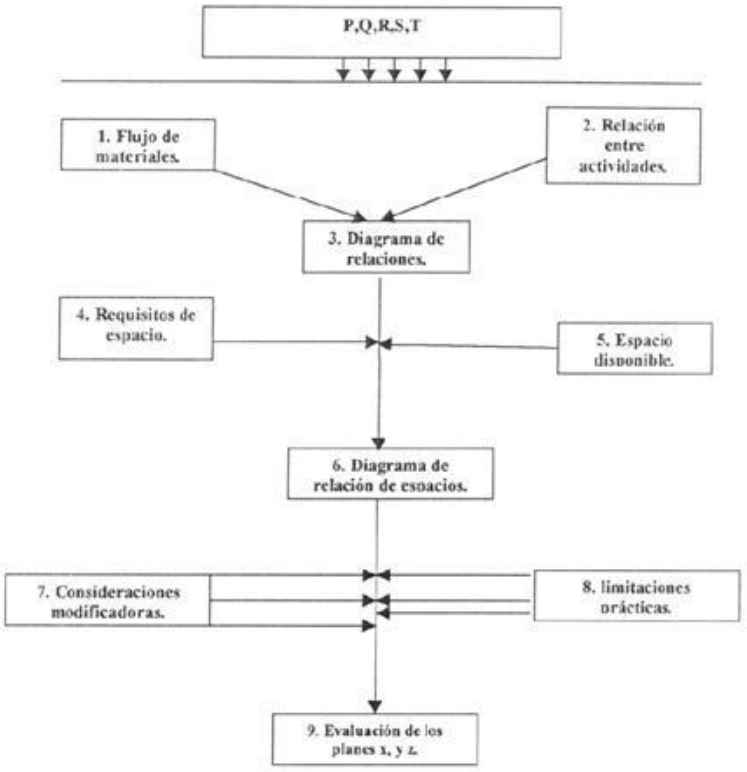


FIGURA No.11. Etapas metodología SLP, Fuente: Monografías.com

3.3.1 Análisis Productos y Cantidades

En vista del aumento de capacidad según la estrategia descrita y con el fin de efectuar los determinar los materiales y áreas requeridas para la nueva planta, se hace un cálculo del porcentaje de participación por línea de producto en la producción total que se espera tener en el año 2019:

Participación x líneas en la producción total				
Línea 1	**Línea 2**	**Línea 3**	**Línea 4**	**Línea 5**
28%	35%	3%	7%	28%

TABLA No. 13 Análisis de Productos y Cantidades, Fuente: Autora

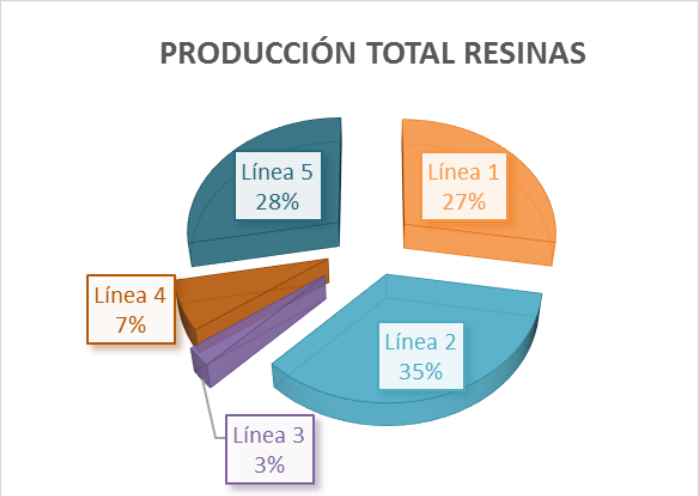


GRÁFICO No.10, Participación de líneas de producto. Fuente: Autora

Para la distribución en planta se tomaran las líneas de producto que representen el 80% del volumen de producción, es decir, las líneas de producto número 1, 2 y 5. La demanda ajustada a la estrategia expansionista de la compañía se muestra en la tabla X

Demanda Según Aumento de Capacidad

AÑO	L1	L2	L3	L4	L5	Total
2019*	9.974	13.213	338	1.622	9.157	34.303

TABLA No. 14 Demanda según aumento de capacidad, Fuente: Autora

Las materias primas requeridas para la fabricación de las resinas de las líneas 1 a 4 fueron agrupadas para facilitar la explosión de materiales. En el grupo MP1 se encuentran materiales líquidos a granel transportados en camiones cisterna y almacenado en tanques de 50m3, los materiales MP2 son líquidos de menor volumen adquiridos en tambores de 55 gal., dentro de los grupos MP3 y MP4 se clasificaron materiales sólidos, suministrados en sacos de 25 kg. A continuación se muestra la proporción de materiales que se requieren para fabricar un lote en cada una de las líneas:

Composición de Productos[6]					
	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
MP1	82%	45%	95%	87%	40%
MP2	12%	50%	0%	12%	50%
MP3	2%	2%	3%	0%	5%
MP4	4%	2%	2%	0%	5%

TABLA No. 15 Composición de productos, Fuente: Departamento de producción Sygla Col.

[6] Los nombres de materias primas son modificados con el fin de proteger la información del Know How de la empresa.

3.3.2 Análisis de Flujo de Materiales

El segundo paso de la metodología es hacer un análisis de los flujos de materiales entre departamentos, debido a que el mayor flujo lo constituye el producto en sí, a continuación un análisis del flujo entre procesos:

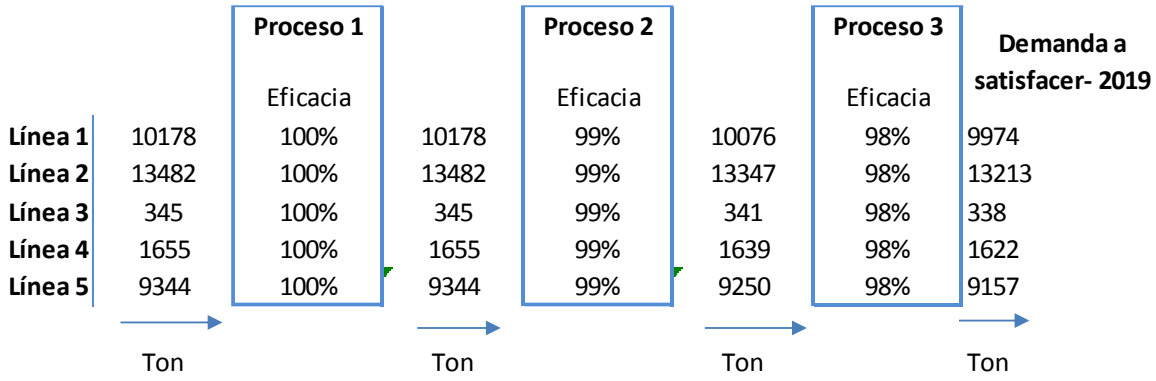


GRÁFICO No.11, Flujo de Materiales entre procesos. Fuente: Autora

Debido a que es un proceso en línea las materias primas ingresan directamente al proceso 1 y de allí se dosifican mediante tuberías al proceso 2 y luego al proceso 3, es decir que las actividades del proceso 1 anteceden las del proceso 2 y estas a las del proceso 3.

En el anexo 1 se encuentra el DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO para las líneas 1, 2 y 5. Allí puede observarse en detalle de los flujos de cada actividad para la fabricación de estas líneas de producto.

3.3.3 Relación de Actividades

Para evaluar la interacción que existe entre departamentos en la planta se elabora una tabla de relación de actividades, mediante una letra se indica el nivel de cercanía o correlación entre departamentos:

A: Absolutamente Necesario
E: Especialmente Importante
I: Importante
O: Cercanía ordinaria
U: Sin importancia
X: Inestable

Departamentos involucrados:

1. Planta de producción
2. Almacén de MP
3. Almacén de PT
4. Laboratorio Control Calidad
5. Recepción/Despachos
6. Zona de tanques PT

7. Zona de tanques MP
8. Of. Jefe de Producción
9. Mantenimiento
10. Cuarto de control
11. Zona de Descargue PT

TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

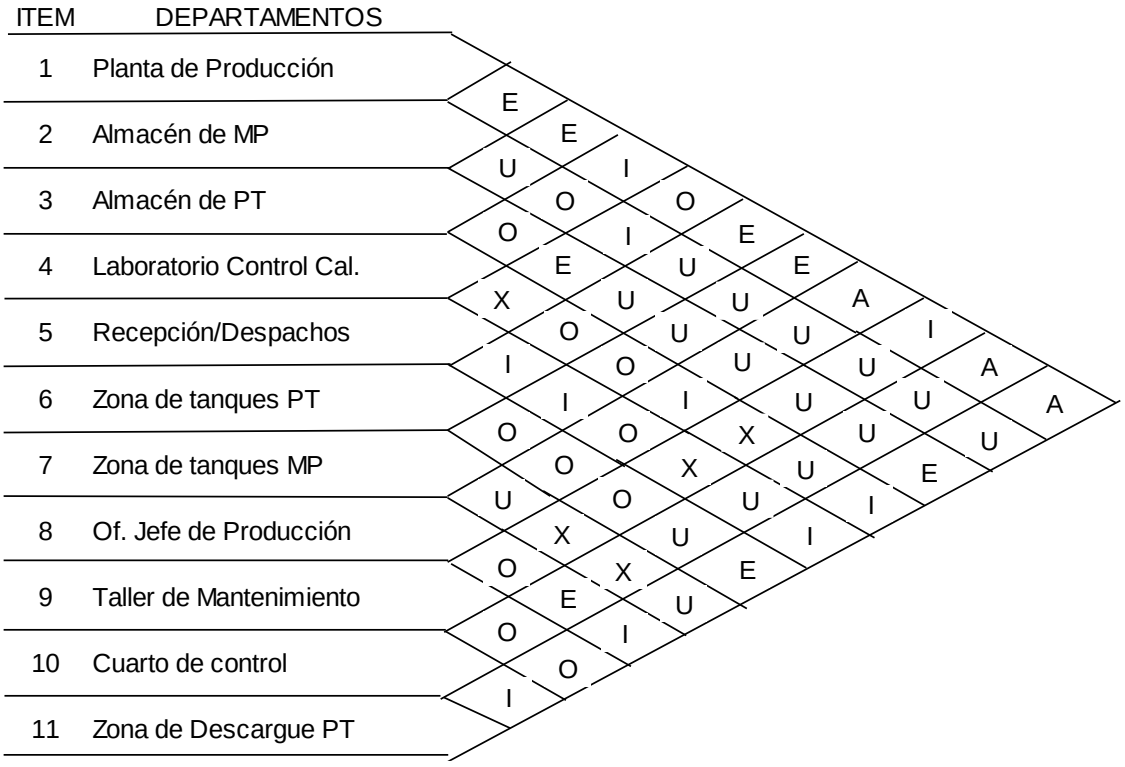


GRÁFICO No.12, Relación entre actividades. Fuente: Autora

3.3.4 Diagrama Relacional de Actividades

Con la información de cercanía obtenida en la tabla relacional de actividades se procede a diagramar las relaciones entre departamentos y sus recorridos ideales.

CÓDIGO DE LÍNEAS	
A	
E	
I	
O	
U	
X	

SIM	EVENTO
	OPERACIÓN
	TRANSPORTE
	INSPECCION-CONTROL
	SERVICIOS
	ALMACENAJE
	ADMINISTRACIÓN

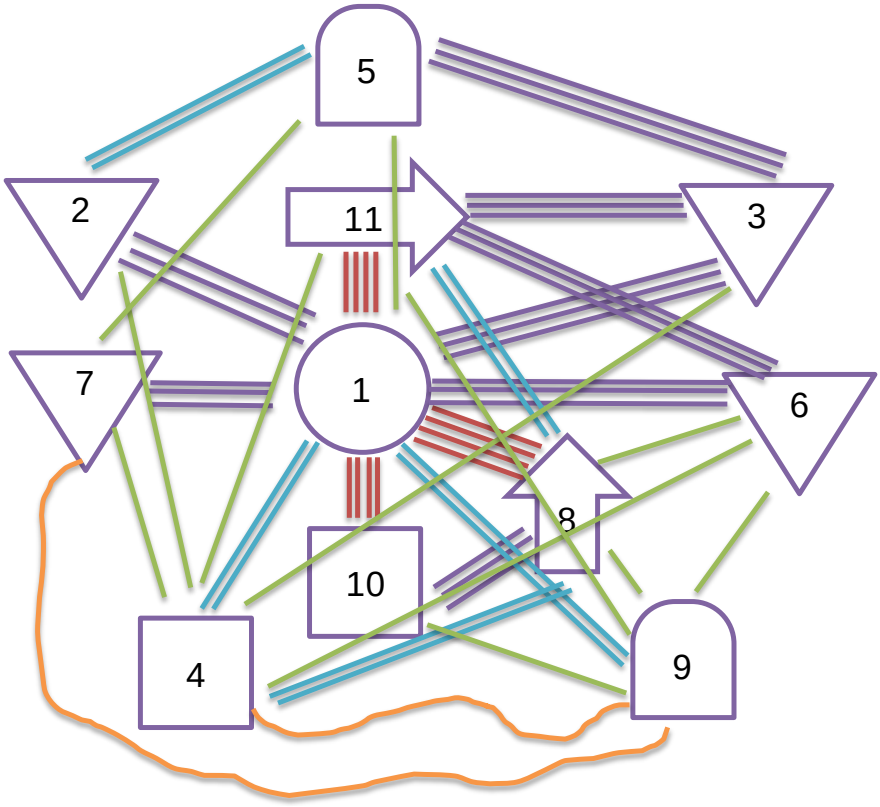


GRÁFICO No.13, Diagrama relacional de Actividades. Fuente: Autora

3.3.5 Requisitos y Disponibilidad de Espacio

El paso a continuación es determinar el área que requiere cada actividad o departamento para operar correctamente, en este momento de la metodología deben tomarse decisiones importantes sobre las necesidades de espacio basado en la experticia, cantidad de información y el nivel de detalle debido a que no existe un método general para el cálculo de áreas.

En el caso de los espacios para la planta de producción, se tomará información de los equipos que están instalados actualmente, así como la información para áreas de laboratorios, mantenimiento, oficina de producción y cuarto de control. Para los almacenes de producto terminado, materias primas, las zonas de tanques y la zona de descarga se hará una estimación con base en el análisis de cantidad de materiales del numeral 4.1.

- Área para Almacenes, zona de tanques y de descarga

Retomando, las materias primas que se agrupan en MP1 son transportadas en a granel en camiones cisterna de 18 m3 de capacidad, por lo que es necesario contar con mínimo 3 tanques de almacenamiento debido a la naturaleza de dichos materiales. Las materias primas MP2 son transportadas en estiba de 1.2x1.1 m y embaladas de a 4 tambores x 55 gl. Los materiales dentro de los grupos MP3 y MP4 son suministrados en sacos de 25 Kg sobre estiba, cada una con 1000 Kg de Producto, es decir 40 sacos por pallet.

Con esta información y teniendo en cuenta el flujo de materiales se hace un cálculo mensual de los materiales requeridos para la fabricación de resinas y de la demanda de producto terminado, este se hace teniendo en cuenta la rotación de inventarios actual y el tiempo de reabastecimiento por ejemplo para el caso de las importaciones:

Materias primas requeridas x Mes (Ton)						
	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Total
MP1	679	496	27	118	623	1942
MP2	96	551	0	16	88	751
MP3	20	27	1	1	18	67
MP4	37	27	1	1	34	99

TABLA No. 16 Cantidad de Materias primas, Fuente: Autora

Demanda Mensual 2019					
L1	L2	L3	L4	L5	Total
831	1.101	28	135	763	2.859

TABLA No. 17 Demanda por línea por mes, Fuente: Autora

Del total de producto terminado, el 50% se descarga en tambores x 200 kg y se embala en estibas de 4 tambores, el 30 % restante se almacena en tanques cilíndricos de 50 m3 de capacidad para posteriormente ser despachados en carros cisterna o tambores.

La tabla que describe los espacios necesarios por actividad se muestran a continuación:

Áreas Requeridas por Actividad						
Actividad	Elemento	Cant	Medidas (m)	área unitaria (m2)	área total (m2)	Volumen Unitario (m3)
Zona de tanques MP	Tanques Cilíndricos de Almacenamiento	3	Diámetro: 3,2 h: 6	8,0	24,1	48,3
Almacén de Materias primas	Estibas*	939	1,2x1,1	1,32	206,5	
Almacén de Producto Terminado	Estibas *	1787	1,2x1,1	1,32	393,1	
Zona de tanques PT	Tanques Cilíndricos de Almacenamiento	4	Diámetro: 3,2 h: 6	8,0	32,2	48,3
Planta de producción	Equipos pre-reactores	4	Diámetro: 1,8 h: 2,5	2,5	10,2	6,4
	Equipos Reactores	4	Diámetro: 2 h: 3,2	3,1	12,6	10,1
	Equipos Enfriadores	4	Diámetro: 2,2 h: 4	3,8	15,2	15,2
	Ascensor	1	2x2	4	4	
	Pasillos	7	1,5 ancho	10,5	10,5	
Zona de descargue PT	---	1	6x14	84	84	
Laboratorio de Control de Calidad	---	1	4x15	60	60	
Cuarto Control	----	1	7x3	21	21	
Recepción/Despachos	Oficina	1	7x3	21	21	
Jefe Producción	Oficina	1	4x3	12	12	
Mantenimiento	Taller	1	3,5 x 12	42	42	
	Servicios: Caldera, compresor Subestación	1	20x13	260	260	
Áreas comunes	Baños	1	6x6	36	36	
	Cafetería	1	7x5	30	30	

TABLA No. 18 Áreas Requeridas por Actividad, Fuente: Autora

* Tanto para las estibas con producto terminado como para las de materias primas, se emplearán estanterías de 6 niveles de almacenamiento, es decir que por cada posición de estiba equivalente a 1.32 m2 se pueden apilar verticalmente 5 pallets más.

En cuanto a la disponibilidad de espacio en la nueva sede de Galapa se dejó disponible un área de 3500 m2 para la planta de producción incluyendo zona de tanques

de producto terminado, bodegas de almacenamiento, servicios de producción, laboratorios, taller de mantenimiento, oficinas y zonas comunes.

3.3.6 Diagrama de Relación de Espacios

Este diagrama permite apreciar de manera proporcionada las áreas que requiere cada actividad. Así mismo se pretende hacer ensayos cualitativos de la distribución en donde se eliminen los cruces de los recorridos más frecuentes (4 y 3 Líneas). El resultado de esta distribución se muestra en la figura X

DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS:

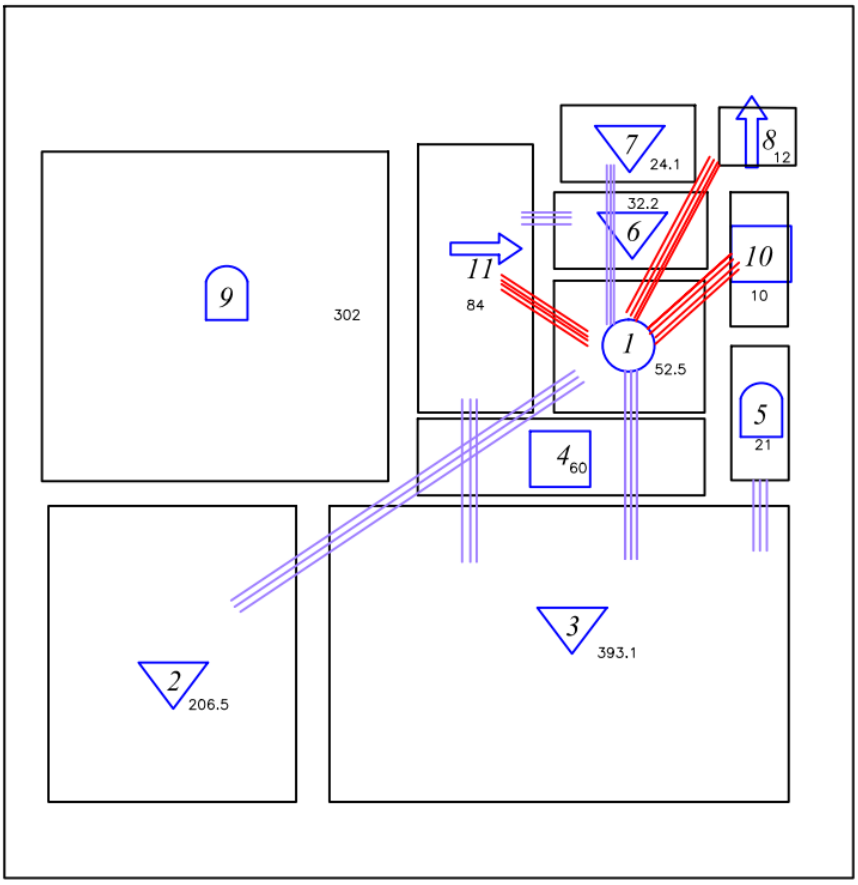


GRÁFICO No.15, Diagrama relacional de espacios. Fuente: Autora

3.4 DISEÑO PROPUESTO DE LA PLANTA

Sopesando estas las limitantes descritas al inicio del capítulo y con la ayuda y experticia de los departamentos involucrados se procede a hacer una distribución de planta final que se ajuste y acople con los requerimientos de las demás actividades. Los diseños finales se muestran a continuación:

VISTAS SUPERIORES POR NIVEL:

- Nivel 1 de planta de fabricación, allí se ubicarán las descargas a tambores de 200 kg. También se observa el área de tanques de almacenamiento de producto terminado

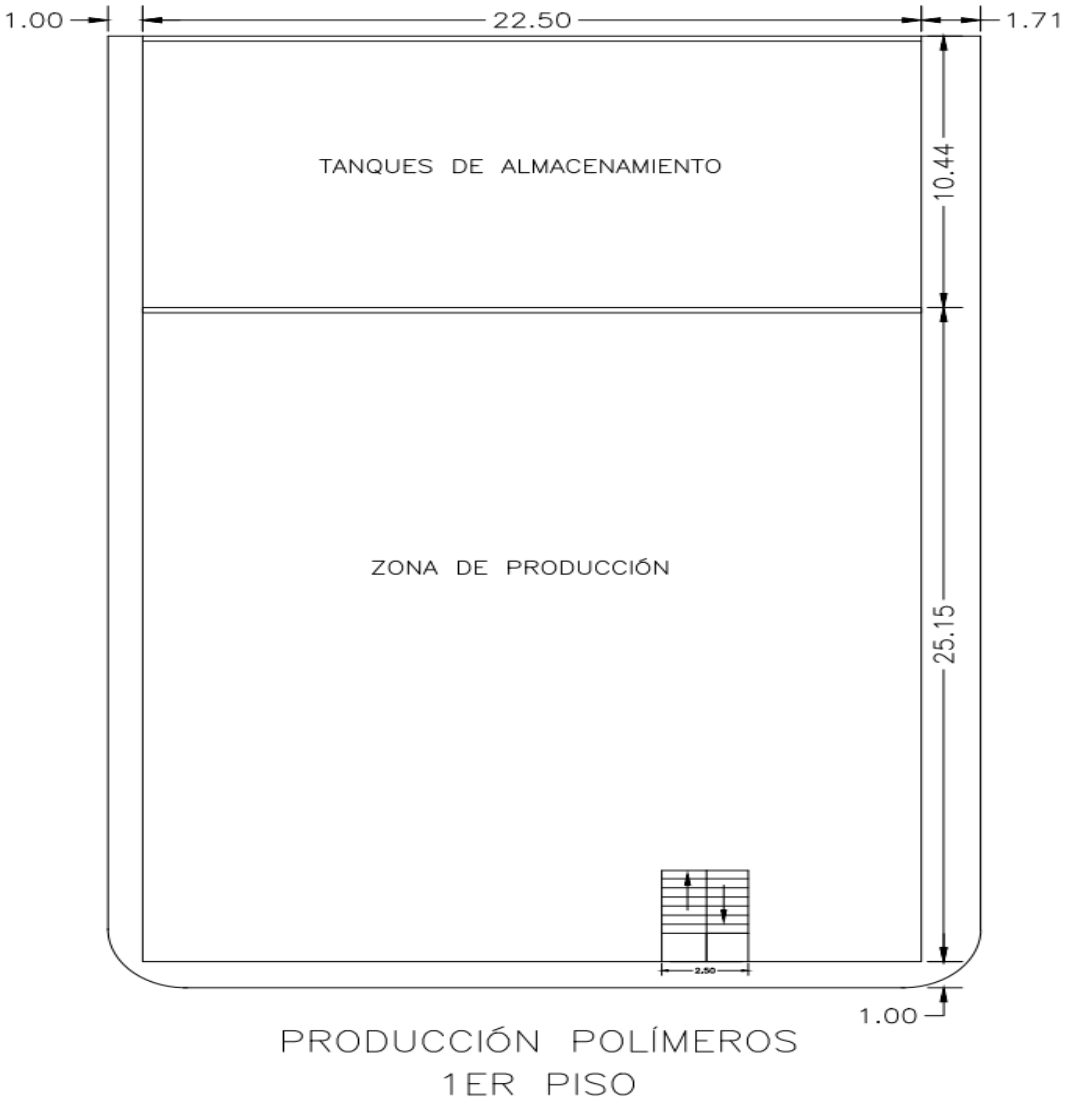


FIGURA No.11. Layout nivel 1 planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

- Nivel 2 de planta de fabricación, ubicación de tanques de reacción apoyados en el nivel 1. Se cargan directamente del tanque de pre-emulsión (nivel 3) y por man-hole del equipo (nivel 2)

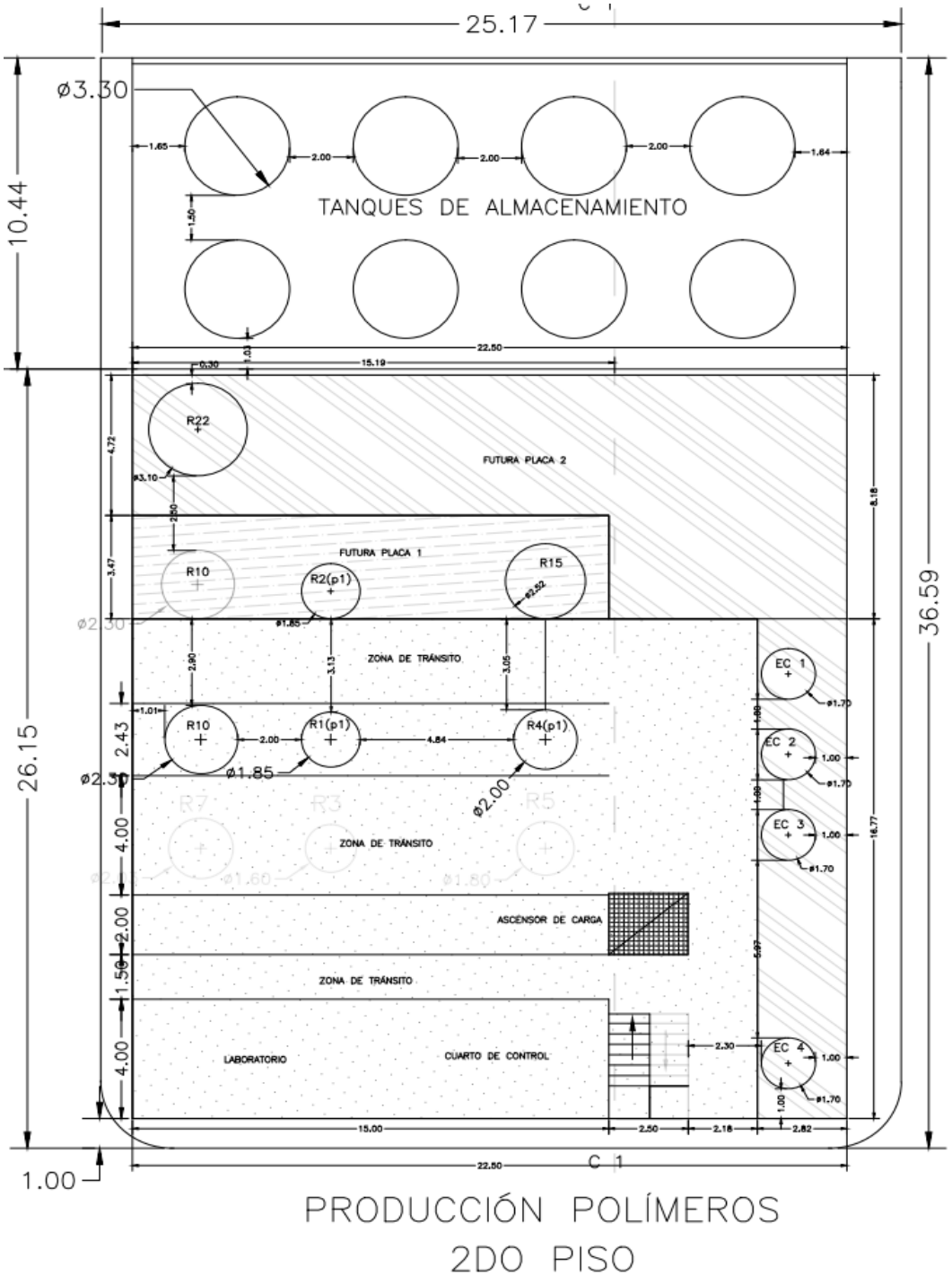


FIGURA No.12. Layout nivel 2 planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

- Nivel 3 de planta de fabricación, ubicación de tanques pre-reactores apoyados en ménsulas en el mismo nivel. Se cargan directamente por tuberías mediante bombas. Ubicación de condensador horizontal y tanques de almacenamiento de agua de proceso.

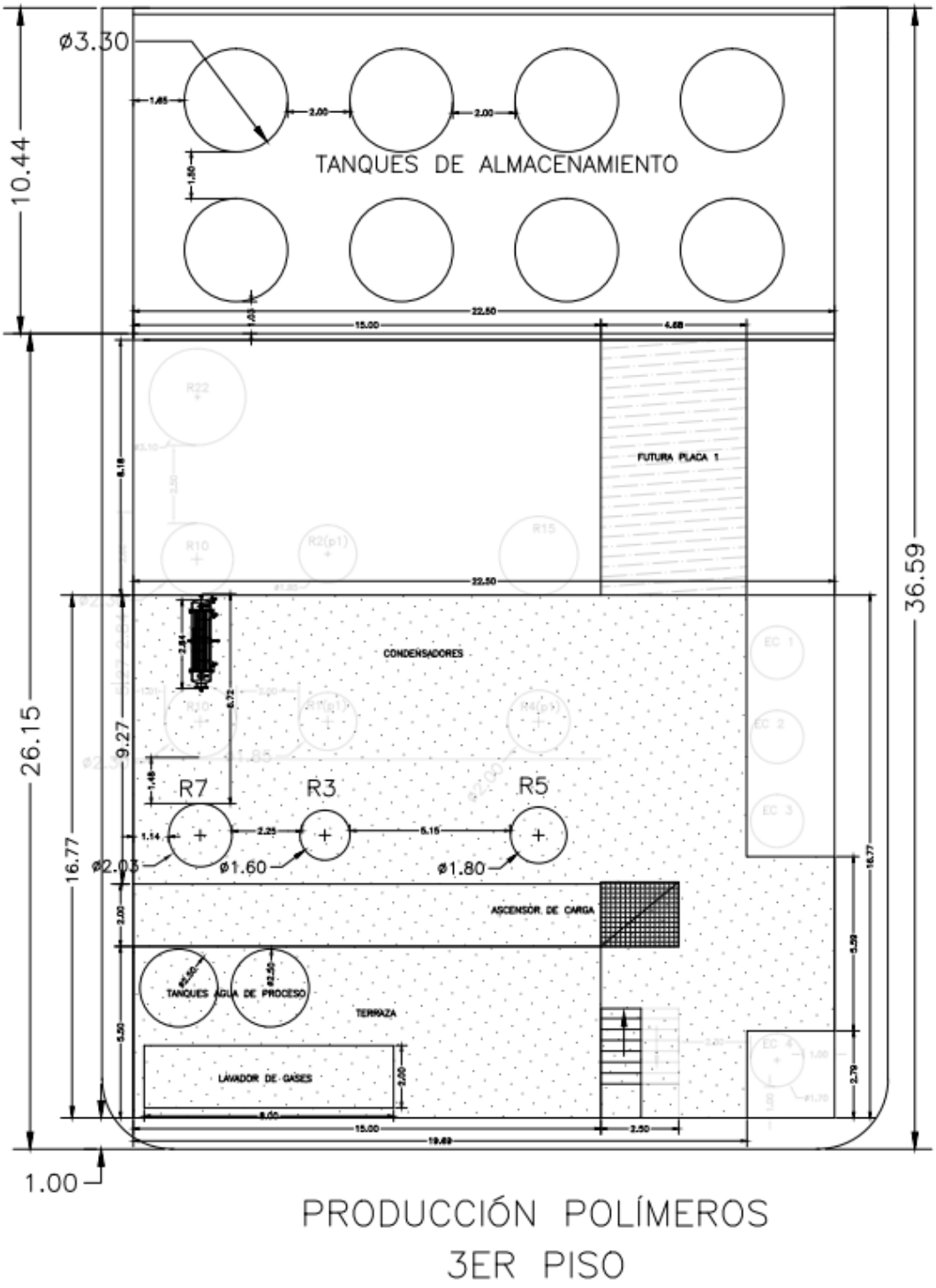
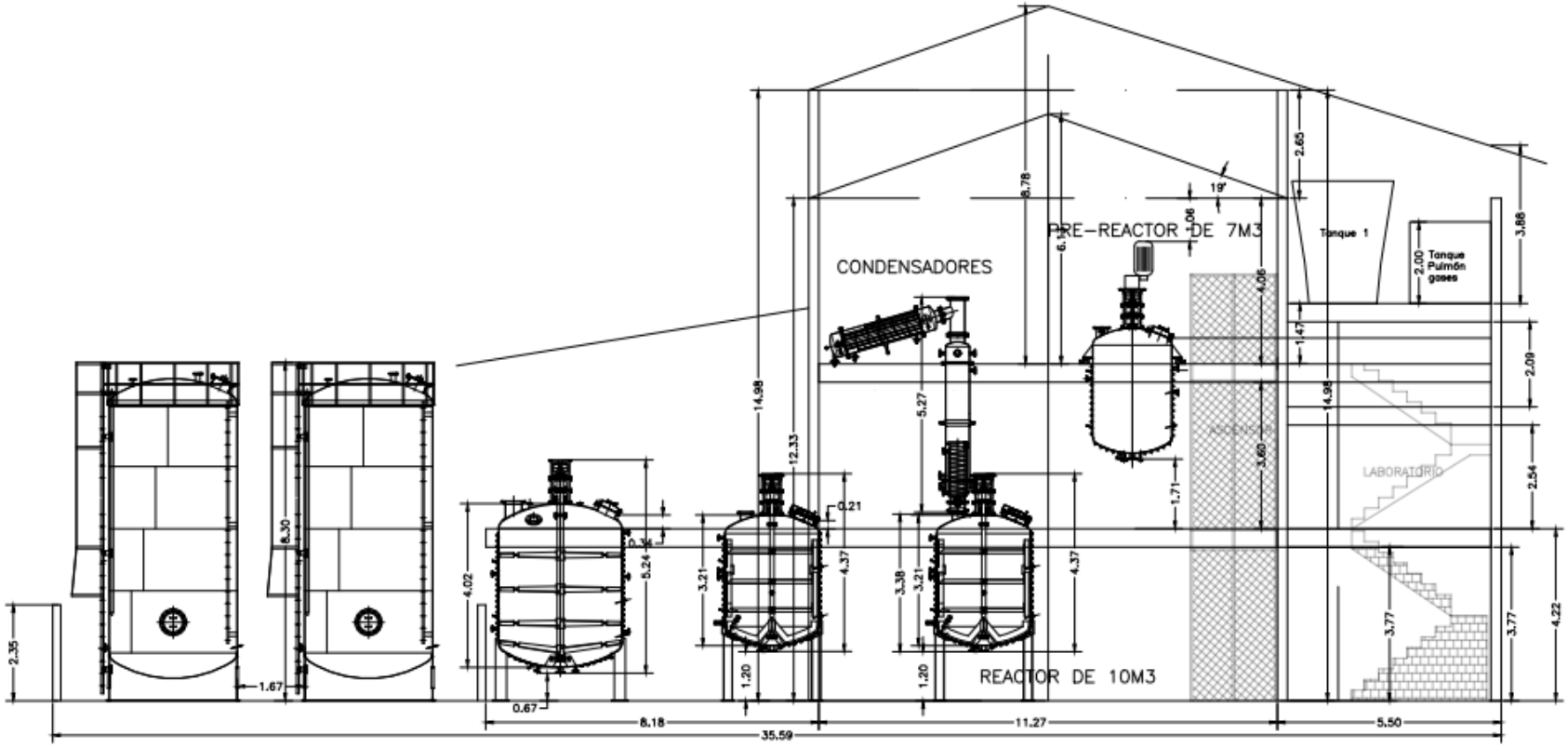


FIGURA No.13. Layout nivel 3 planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

DETALLE 4: VISTA LATERAL PLANTA DE PRODUCCIÓN:



PRODUCCIÓN POLÍMEROS– VISTA LATERAL

FIGURA No.14. Vista lateral planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col., Autora

3.4.1 Recomendación de equipos

Tomando como punto de referencia la planta instalada en el interior del país, se procede a realizar una estimación de los equipos que se requieren para el proceso de fabricación de resinas, los resultados se muestran en la tabla 19

EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA PLANTA DE RESINAS- GALAPA									
CÓDIGO EQUIPO	NOMBRE	CAPACIDAD (LITROS)	PRESIÓN TRABAJO/ VACIO (PSI)	PRESIÓN DISEÑO/VACIO (PSI)	PRESIÓN DE PRUEBA (PSI)	VELOCIDAD MOTOR (RPM)	VEL. SALIDA MOTORREDUCTOR (RPM)	POTENCIA (HP)	CAUDAL (GPM)
3-AGT-1A	AGITADOR 1A	5.000	50/-7	55/-7	72	1.760	80	20	--
3-AGT-2A	AGITADOR 2A	7.000	30/-5	34/-7	44	1.755	48	25	--
3-B-001A	BOMBA NEUMÁTICA CARGUE R1A	---	120	---	---	---	---	---	90
3-B-002A	BOMBA NEUMÁTICA CARGUE R2A	---	120	---	---	---	---	---	90
3-B-004A	BOMBA DE CALENTAMIENTO 1	---	65	---	---	3.450	---	2	40
3-B-005A	BOMBA DE CALENTAMIENTO 2	---	65	---	---	3.450	---	2	40
3-B-006A	BOMBA ENFRIAMIENTO 1	---	65	---	---	3.500	---	20	540
3-B-007A	BOMBA ENFRIAMIENTO 2	---	65	---	---	3.500	---	20	540
3-B-008A	BOMBA ENFRIAMIENTO 3	---	65	---	---	3.500	---	20	540

EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA PLANTA DE RESINAS- GALAPA									
CÓDIGO EQUIPO	NOMBRE	CAPACIDAD (LITROS)	PRESIÓN TRABAJO/ VACIO (PSI)	PRESIÓN DISEÑO/VACIO (PSI)	PRESIÓN DE PRUEBA (PSI)	VELOCIDAD MOTOR (RPM)	VEL. SALIDA MOTORREDUCTOR (RPM)	POTENCIA (HP)	CAUDAL (GPM)
3-B-015A	BOMBA LAVADO REACTORES	---	362	---	---	3.450	---	2	11
3-COND-001A	CONDENSADOR VERTICAL R1A	20.000		TUBOS: 45/-7 CARCASA: 45	TUBOS: 60 CARCASA: 60	---	---	---	---
3-COND-002A	CONDENSADOR HORIZONTAL R1A	30.000	TUBOS: 40/-6 CARCASA: 40	TUBOS: 45/-7 CARCASA: 45	TUBOS: 60 CARCASA: 60	---	---	---	---
3-COND-003A	CONDENSADOR VERTICAL R2A	30.000	TUBOS: 45/FV CARCASA: 40	TUBOS: 50/FV CARCASA: 45	TUBOS: 65 CARCASA: 60	---	---	---	---
3-COND-004A	CONDENSADOR HORIZONTAL R2A	20.000	TUBOS: 45/FV CARCASA: 40	TUBOS: 50/FV CARCASA: 45	TUBOS: 65 CARCASA: 60	---	---	---	---
3-FIL-001A	FILTRO DESCARGA 1	190	100	110	130	---	---	---	---
3-FIL-002A	FILTRO DESCARGA 2	190	100	110	130	---	---	---	---
3-FIL-003A	FILTRO BOMBEO 3	200	100	110	130	---	---	---	---
3-FIL-004A	FILTRO BOMBEO 4	190	100	110	130	---	---	---	---
3-R-1A	REACTOR 1A	7.000				1.800	49	40	---
3-R-2A	REACTOR 2A	10.000	25/FV	50/FV	65	1.770	49	40	--

CÓDIGO EQUIPO	NOMBRE	CAPACIDAD (LITROS)	PRESIÓN TRABAJO/ VACIO (PSI)	PRESIÓN DISEÑO/VACIO (PSI)	PRESIÓN DE PRUEBA (PSI)	VELOCIDAD MOTOR (RPM)	VEL. SALIDA MOTORREDUCTOR (RPM)	POTENCIA (HP)	CAUDAL (GPM)
3-REN-001	ENFRIADOR 1	22.000	45/FV	50/FV	86	1.770	49	40	--
3-REN-002	ENFRIADOR 2	22.000	45/FV	50/FV	65	1.770	49	40	--
3-T-001	CHILLER	---	---	---	---	---	---	25	---
3-CAL-001	CALDERA	----	----	----	---	---	---	100	---

TABLA No. 19 Información técnica de equipos recomendados, Fuente: Autora

3.4.2 Servicios

La planta de resinas requiere el suministro de servicios básicos para funcionar correctamente:

- Agua de proceso
- Energía Eléctrica
- Gas
- Vapor de agua

- Agua de Proceso

En promedio se debe contar con un suministro de agua equivalente al 30% de la cantidad a producir por mes:

Consumo de Agua Proceso

Línea de Producto	Cant. Producción/ mes (Ton)	Agua Requerida/mes (m3)
1	831	249,4
2	1.101	330,3
3	28	8,4
4	135	40,6
5	763	228,9
	TOTAL	**857,6**

TABLA No. 20 Agua de Proceso, Fuente: Autora

Debido al volumen de agua se hace necesario tener tanques de almacenamiento que estén en la capacidad de suministrar agua en el momento que se requieran según el programa de producción. De acuerdo a la experiencia que se tiene con la planta del interior, para agua de proceso se requieren mínimo dos tanques de almacenamiento de 10 ton cada uno. Esto teniendo en cuenta un suministro constante de agua como en Bogotá. Sin embargo, para la planta de Galapa, adicional a estos tanques deberán construirse tanques reservorios que sirvan como un pulmón en caso de desabastecimiento.

- Energía eléctrica y de vapor de agua

Con la información de equipos y el cálculo de la demanda se puede hacer una aproximación de los consumos de energía eléctrica, gas propano y agua de proceso:

- CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA-220V

CANTIDAD DE EQUIPOS	POTENCIA (HP)	CONSUMO (Amp)
4	40	416
2	25	126.4
4	20	208
3	2	12,4
ILUMINACIÓN		10
PERIFERÍCOS		100
TOTAL		809,7

TABLA No. 21 Consumo de Energía, Fuente: Autora

Para suministrar el vapor que requieren los equipos de reacción, se calcula una caldera de 100 BHP, en promedio y con los datos históricos de la planta actual, una caldera de esta capacidad consume en promedio 5.200 m3 de gas propano por mes.

En el diseño sugerido de la planta se buscó optimizar espacios del área dentro del terreno, luego de hacer el análisis del costo del m2 del suelo vs el costo de la construcción vertical se decidió levantar un edificio con más niveles en vez de expandirse de manera horizontal. Esto conllevó a que el montaje de los equipos de proceso se hiciera en 3 niveles con mayores alturas entre ellos, distinto a la planta de Soacha que tiene 4 niveles con menores alturas entre pisos, en consecuencia los espacios en volumen se aprovechan de forma eficiente.

4. RESULTADOS ALCANZADOS

El objetivo de este proyecto era realizar un análisis cualitativo y cuantitativo que permitiera realizar los diseños previos para la planta de fabricación de resinas en la nueva sede de Sygla Colombia en el municipio de Galapa- Atlántico. Durante la ejecución del proyecto se tuvo en cuenta las necesidades particulares de la empresa y los factores que generan aspectos especiales para la distribución de la nueva planta como lo son: estándares de separación por unidades para prevención de contaminación cruzada entre productos del negocio de agroquímicos, condiciones climáticas que afectan los procesos, localización geográfica colindante con zonas francas y puertos, entre otros. Sopesando lo anterior, se realizó un diseño para la planta de resinas lo más versátil posible, aprovechando la ubicación dentro del terreno y optimizando espacios en los ejes x, y, z.

Debido a la realización del presente proyecto, también fue posible evaluar de forma concisa la capacidad real y la requerida para la nueva planta, la gerencia de la compañía comprendió que debe emprender un proyecto comercial lo suficientemente agresivo para aumentar sus ventas explorando nuevas plazas en el exterior.

Luego de varias reuniones en la ciudad de Bogotá y Barranquilla se concluyó la elaboración diseños previos de la planta de resinas y de las demás locaciones del proyecto en Galapa, los cuales sirvieron de base para la elaboración de los planos arquitectónicos y estructurales de la planta. Esto es un requisito para la solicitud de la licencias de urbanismo y construcción, según lo establece la ley 1469/2010. Los documentos que se requieren son:

- Planteamiento general del proyecto: etapas de realización
- Levantamiento topográfico
- Estudio de suelos
- Plano Urbanístico
- Memorias de cálculos
- Planos Arquitectónicos y Estructurales

El alcance del proyecto fue la radicación de la solicitud para la licencia de construcción. La cual se realizó el día 04 de diciembre de 2015 en el departamento de planeación de Galapa-Atlántico. A continuación se muestran algunos de los planos finales de la planta de resinas resultantes del proyecto:

VISTA RENDERIZADA, PLANTA DE RESINAS

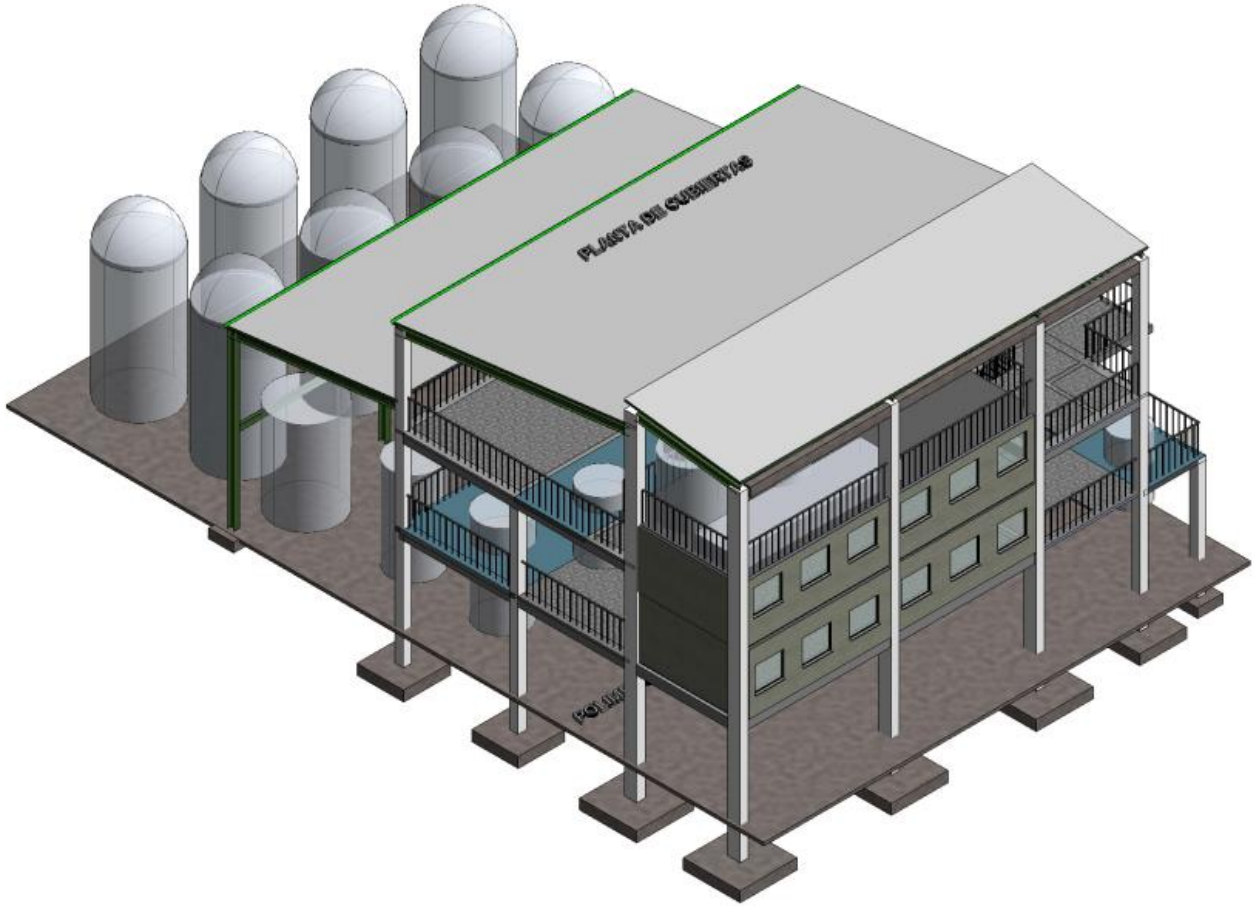


FIGURA No.15. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col.

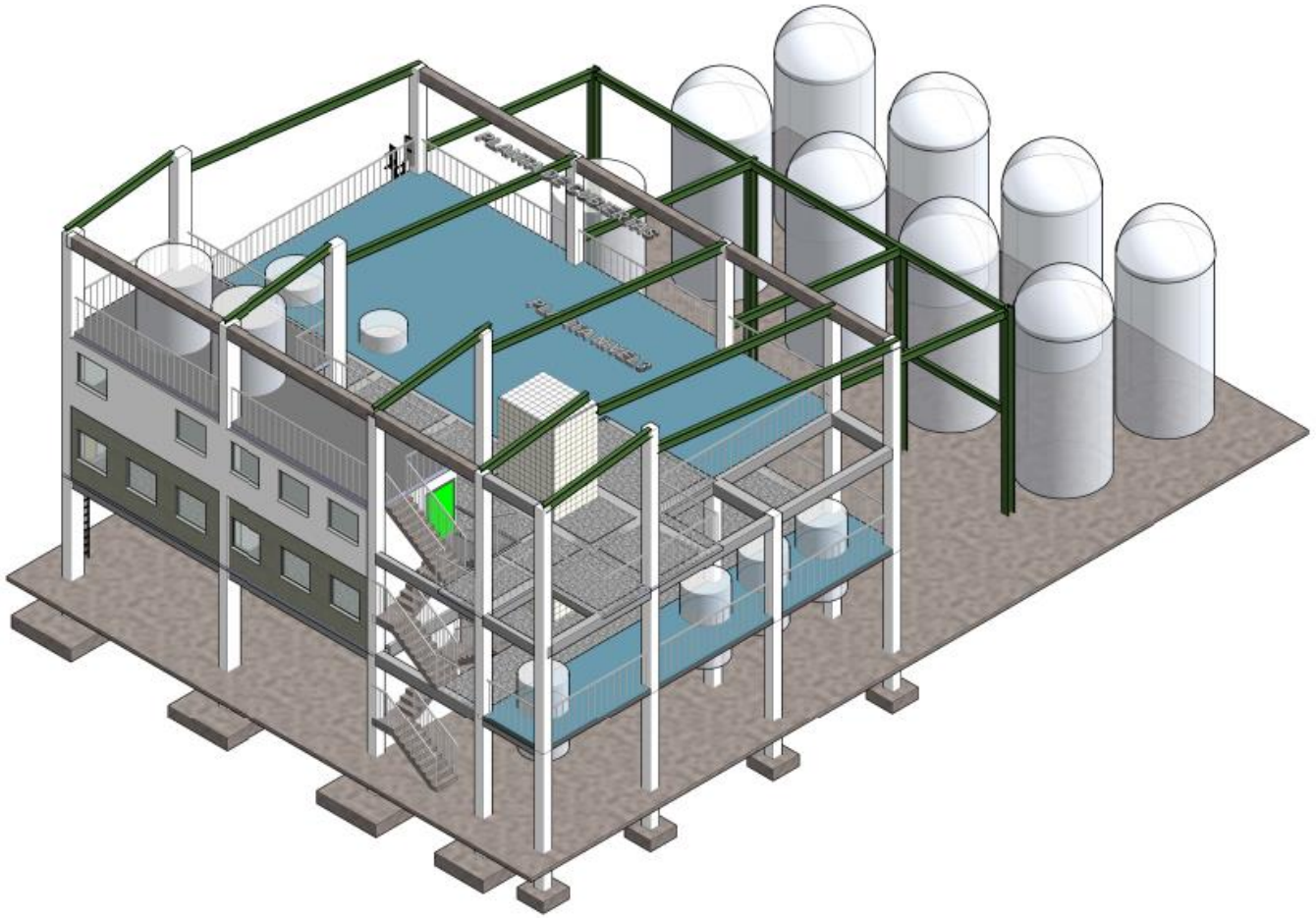


FIGURA No.16. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col

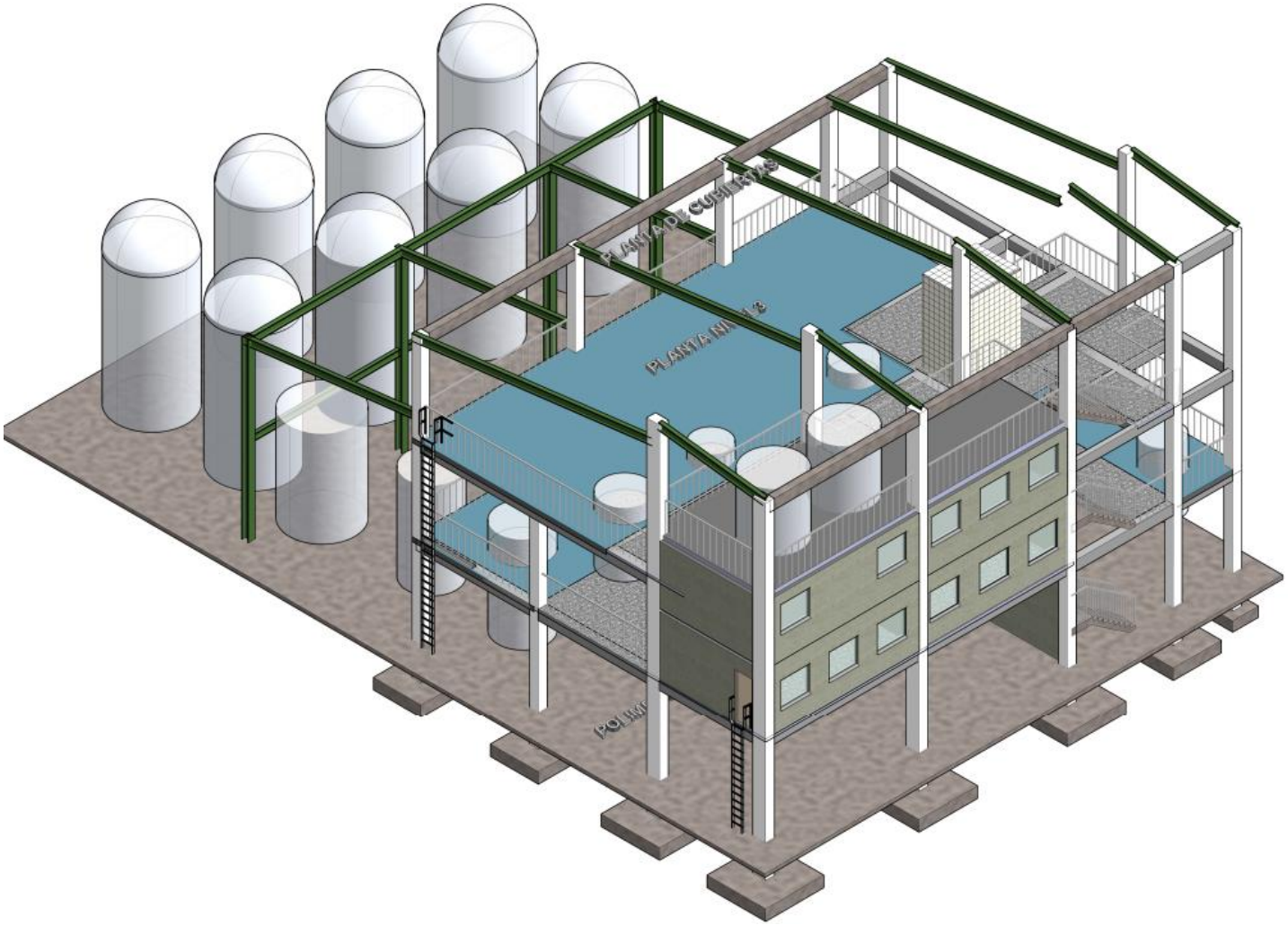


FIGURA No.17. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col

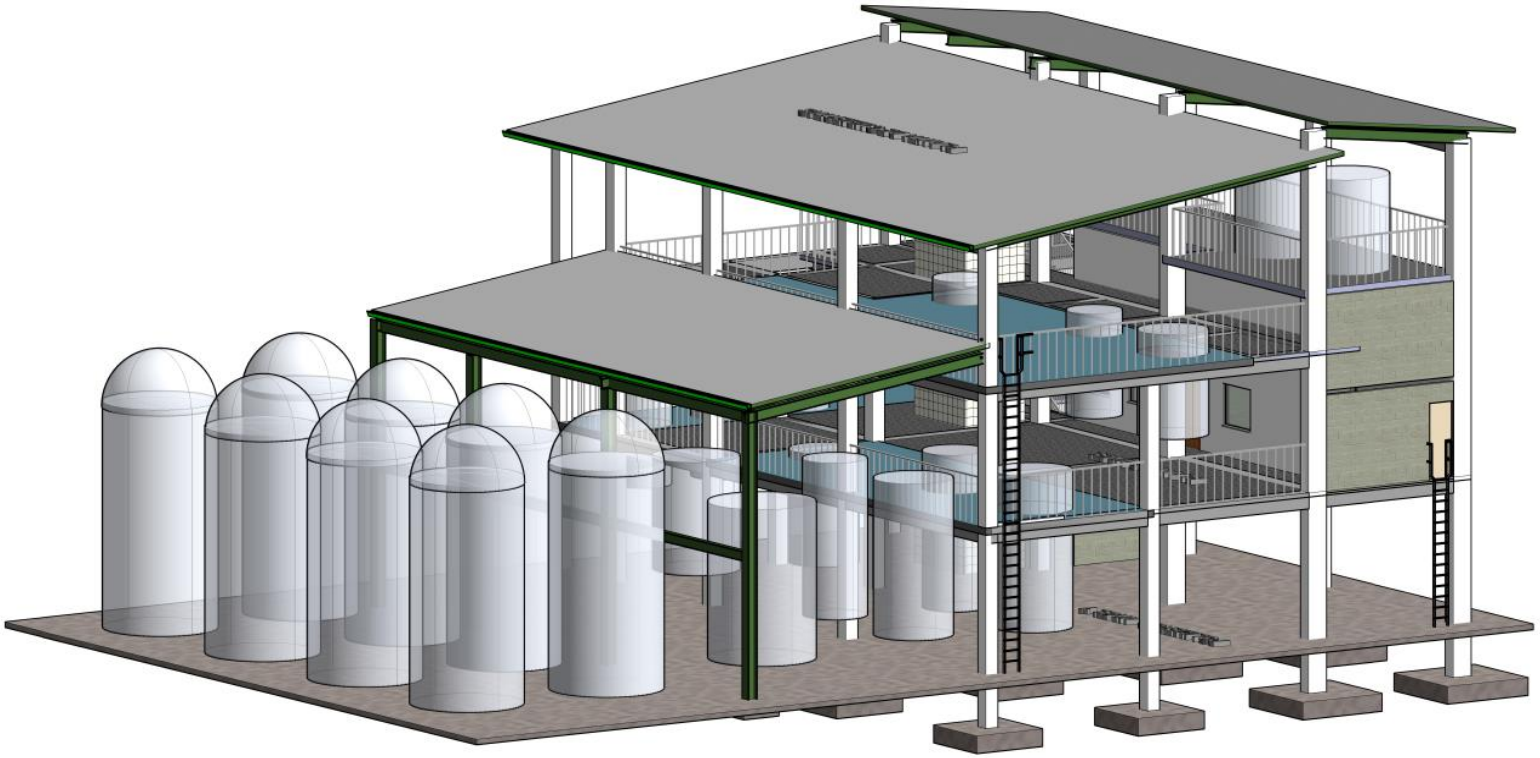


FIGURA No.18. Vista 3D planta polímeros Sygla Colombia, Fuente: Sygla Col

5. CONCLUSIONES

- entre los sectores de productos no energéticos, existe una oportunidad de negocio importante en las plazas no exploradas en países como México, Panamá, Brasil y USA, según el análisis de expansión de mercado, los productos químicos tienen una representación del 11.3% dentro de las exportaciones totales de Colombia.
- Las líneas que tienen más participación en el mercado nacional son: Vamcriles (Línea número 1) y Acritenes (línea número 2), lo anterior indica que la compañía debería inclinar el negocio hacia la fabricación y comercialización de este tipo de productos.
- Los diagramas de proceso propuestos y construidos, permitieron simplificar el análisis de cada uno de los procesos requeridos para la fabricación de resinas poliméricas mediante reacciones exotérmicas, de igual manera fue posible analizar para organizar las operaciones unitarias en estaciones de trabajo y calcular los tiempos de ciclo. Dato necesario para determinar la capacidad instalada de la nueva planta de producción.
- La capacidad disponible de la nueva planta resulta suficiente para abastecer la demanda actual de la compañía y para abastecer la ampliación con el mercado externo que se pronostica crecer. De igual forma en el diseño se consideraron factores aleatorios y propios para lograr la estandarización del proceso, de tal manera que se alcance el 100% de utilización de la capacidad disponible en el lapso de tres años. Esto indica que, contando con la nueva planta de producción y la planta actual de Soacha, el 30% cubriría el mercado nacional estableciendo un 70% de capacidad para el mercado externo.
- La ampliación de capacidad que implica la nueva planta, que por demás supera sustancialmente la actual, debe respaldarse con una estrategia comercial expansionista y lo suficientemente agresiva, principalmente al mercado externo.
- El diseño final de la planta de producción de resinas se supeditó a las necesidades de las plantas de agroquímicos: Funguicidas, herbicidas e insecticidas, por tanto se buscó una solución que equilibrara los requerimientos de proximidad a locaciones del taller de mantenimiento y los servicios de producción como Caldera, sub estación y planta eléctrica.
- El diseño preliminar para la planta de resinas permitió evaluar modificaciones frente a los montajes existentes. Lo que se convirtió en un mejor aprovechamiento de los espacios y volúmenes, aumentando las alturas de cada piso organizando a solo tres niveles (de los cuatro actuales de la planta Bogotá) y reorganizando la zona de tanques agua en la azotea.
- Los equipos y maquinaría requeridos están sujetos a modificaciones de acuerdo a la información que arroje la ingeniería de detalle y a condiciones como el medio ambiente y el clima de Galapa, con temperatura promedio de 28 grados centígrados y humedad relativa de 85% promedio y grados mayores de corrosividad por su alto grado de salinidad.

- Este estudio permitió dar ejemplo de planeación y por ello es recomendable realizar una planificación clara y detallada para la implementación de proyectos en la compañía. Una próxima ampliación, la cual puede hacerse por etapas, debe partir de un estudio de las necesidades y de estudios precisos de mercados, de esta forma de seguro se incurre en menores gastos de montaje y puesta en marcha de nuevas o más grandes plantas de producción.
- Los diseños elaborados durante el desarrollo de la pasantía fueron empleados para la solicitud de licencias de construcción y la ingeniería de detalle del proyecto.

6. ANEXOS

SVGLA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

DIAGRAMA DE PROCESO No.	1

FECHA	DD	MM	AA
	18	8	2015

HOJA: 1 DE 1

PROCESO:	POLIMERIZACION EN EMULSION: PRODUCTOS LÍNEA 2	
TAMAÑO DEL LOTE	6800 Kg	
INICIA EN:	Cargue de Agua	
TERMINA EN:	Descarga a tambores x 200 kg	
METODO:	ACTUAL: _X_	PROPUESTO: __
TIEMPO	ACTUAL: _X_	PROPUESTO: __
TIPO:	MATERIAL: _X_	
ELABORO:	JESICA GUAQUETA	

RESUMEN

SIM	EVENTO	M. ACTUAL	TIEMPO (min)
O	OPERACIÓN	32	#¡REF!
⇨	TRANSPORTE	1	#¡REF!
□	INSPECCION	4	#¡REF!
D	DEMORA	0	0
▽	ALMACENAJE	0	0
	TOTALES	37	#¡REF!

No.	EQUIPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	SIMBOLOS					Tiempo (min)	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
			O	T	I	D	A			
1	Tanque Pre-Reactor	Cargue de monómero 1	O	⇨	□	D	▽	32	Operario 1	Cargue de tambores de 200 kg, mediante bomba de diafragma desde 1er hasta 3er piso
2		Cargue agua enjuague bomba	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
2		Cargue de monómero 2	O	⇨	□	D	▽	4	Operario 1	Cargue de tambores de 200 kg, mediante bomba de diafragma desde 1er hasta 3er piso
		Cargue agua enjuague bomba	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
3		Homogenizar	O	⇨	□	D	▽	5	Operario 1	
4	Tanque Reactor	Cargue de agua	O	⇨	□	D	▽	30	Operario 1	Cargue por tubería directa al equipo
5		Cargue de ácido acético	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
6		Cargue de Foamaster	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
7		Cargue de Natrosol	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
8		Homogenizar Coloide	O	⇨	□	D	▽	15	Operario 1	
9		Iniciar calentamiento	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
10		Verificar temperatura de chaqueta y tanque.	O	⇨	⊠	D	▽	1	Operario 1	Debe estar dentro del rango de temperatura según instructivo de fabricación
10		Cargue de Bicarbonato	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
11		Homogenizado	O	⇨	□		▽	5	Operario 1	
12		Iniciar enfriamiento	O	⇨	□		▽	1	Operario 1	
13		Verificar temperatura de chaqueta y tanque.	O	⇨	⊠	D	▽	1	Operario 1	Debe estar dentro del rango de temperatura según instructivo de fabricación
13		Cargue emulgador aniónico 1	O	⇨	□	D	▽	2	Operario 1	Cargue de tambores de 200 kg, mediante bomba de diafragma desde 1er hasta 3er piso
14		Cargue emulgador no iónico 1	O	⇨	□	D	▽	2	Operario 1	Cargue de tambores de 200 kg, mediante bomba de diafragma desde 1er hasta 3er piso
15		Cargue emulgador aniónico 2	O	⇨	□	D	▽	2	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
16		Cargue emulgador no iónico 2	O	⇨	□	D	▽	2	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
17		Cerrar enfriamiento	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
18		Iniciar calentamiento	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
19		Verificar temperatura de chaqueta y tanque.	O	⇨	⊠	D	▽	1	Operario 1	Debe estar dentro del rango de temperatura según instructivo de fabricación
19		Cargue semilla catalizador oxidante	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
20		Cargue semilla catalizador Reductor	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el embudo
21		Homogenizar	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
22		Inicio adición monómeros, catalizadores	O	⇨	□	D	▽	510	Operario 1	
23		Adición final catalizadores	O	⇨	□	D	▽	60	Operario 1	
24		Sostener homogenización	O	⇨	□	D	▽	60	Operario 1	
25	Filtros	Filtrado y Bombeo a tanque enfriador 1	O	⇨	□	D	▽	90	Operario 1	
26	Tanque Enfriador 1	Iniciar enfriamiento	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
27		Ajuste de especificaciones (cargues adicionales)	O	⇨	□	D	▽	30	Operario 1	
27		Toma de muestra	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
27		Analizar especificaciones	O	⇨	⊠	D	▽	5	Analista control de calidad	
28		Filtrado y Bombeo a tanque enfriador 2	O	⇨	□	D	▽	90	Operario 1	
29	Tanque Enfriador 2	Iniciar enfriamiento	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
30		Ajuste de especificaciones (cargues adicionales) Finales	O	⇨	□	D	▽	60	Operario 1	
30	Filtros	Filtrado final para descarga	O	⇨	□	D	▽		Auxiliar 1	
31		Descarga a tambores x 200 kg	O	⇨	□	D	▽	180	Auxiliar 1	

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

DIAGRAMA DE PROCESO No.	2

FECHA	DD	MM	AA
	18	8	2015

HOJA: 1 DE 1

PROCESO:	POLIMERIZACION EN EMULSIÓN: PRODUCTOS LÍNEA 2
TAMAÑO DEL LOTE	6800 Kg
INICIA EN:	Cargue de Agua
TERMINA EN:	Descarga a tambores x 200 kg
METODO:	ACTUAL: _X_ PROPUESTO: __
TIEMPO	ACTUAL: _X_ PROPUESTO: __
TIPO:	MATERIAL: _X_
ELABORO:	JESICA GUAQUETA

RESUMEN

SIM	EVENTO	M. ACTUAL	TIEMPO (min)
O	OPERACIÓN	32	933,5
⇨	TRANSPORTE	1	60
□	INSPECCION	4	11
D	DEMORA	0	0
▽	ALMACENAJE	0	0
	TOTALES	37	1004,5

No.	EQUIPO	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	SIMBOLOS					Tiempo (min)	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
			O	T	I	D	A			
1	Tanque Reactor	Cargue de agua	O	⇨	□	D	▽	20	Operario 1	
2	Tanque Reactor	Inicio de calentamiento	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
3	Tanque Pre-Reactor	Encendido de agitador	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
4		Cargue de agua	O	⇨	□	D	▽	20	Operario 1	Cargue por tubería directa al equipo
5		Cargue de emulgador aniónico	O	⇨	□	D	▽	2	Operario 1	Cargue por bomba de diafragma
6		Cargue de Monómero 1	O	⇨	□	D	▽	2	Operario 1	Cargue directamente al equipo:manhole
7		Bombazos	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
8		Cargue de monómero 2	O	⇨	□	D	▽	19,5	Operario 1	Cargue de tambores de 200 kg, mediante bomba de diafragma desde 1er hasta 3er piso
9		Cargue agua enjuague bomba	O	⇨	□	D	▽	0,5	Operario 1	
10		Cargue monómero 3	O	⇨	□	D	▽	18	Operario 1	Cargue de tambores de 200 kg, mediante bomba de diafragma desde 1er hasta 3er piso
11		Cargue agua enjuague bomba	O	⇨	□		▽	1	Operario 1	
12		Cargue ácido acrílico	O	⇨	□		▽	1	Operario 1	Cargue de tambor de 200 kg, mediante bomba de diafragma desde 1er hasta 3er piso
13		Cargue agua enjuague bomba	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	
14	Tanque Reactor	Verificar temperatura de chaqueta y tanque.	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Debe estar dentro del rango de temperatura según instructivo de fabricación
15		Cargue de emulgador	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
16		Cargue de ácido	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
17	Tanque Pre-Reactor	Cargue de silano	O	⇨	□	D	▽	2	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
18	Tanque Reactor	Inicio de dosificación: Cargue de semilla de pre-emulsión	O	⇨	□	D	▽	4	Operario 1	Confirmar rata de dosificación en instructivo de fabricación
19		Cargue de emulgador aniónico	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
20		Cargue de semilla de persulfato	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
21		Cargue agua de enjuague	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Directamente en el equipo por el manhole
22		Incio de adiciones: pre-emulsión- catalizadores	O	⇨	□	D	▽	180	Operario 1	
25		Verificar temperatura de chaqueta y tanque.	O	⇨	□	D	▽		Operario 1	Debe estar dentro del rango de temperatura según instructivo de fabricación
23		Adiciones: catalizadores	O	⇨	□	D	▽	60	Operario 1	
24		Sostener agitación	O	⇨	□	D	▽	60	Operario 1	
26		Neutralización	O	⇨	□	D	▽	5	Operario 1	
27		Desodorización 1	O	⇨	□	D	▽	5	Operario 1	
28		Desodorización 2	O	⇨	□	D	▽	15	Operario 1	
29		Sostener agitación	O	⇨	□	D	▽	30	Operario 1	
30		Toma de muestra	O	⇨	□	D	▽	5	Operario 1	
31		Analizar especificaciones	O	⇨	□	D	▽	5	Operario 1	
32	Filtros	Filtrado y Bombeo a tanque enfriador	O	⇨	□	D	▽	60	Operario 1	
33	Tanque Enfriador	Iniciar enfriamiento	O	⇨	□	D	▽	1	Operario 1	Tiempo variable de acuerdo a ajustes requeridos
33		Ajuste de especificaciones (cargues adicionales)	O	⇨	□	D	▽	360	Operario 1	Tiempo variable de acuerdo a ajustes requeridos
34		Toma de muestra	O	⇨	□	D	▽	5	Operario 1	
35		Analizar especificaciones	O	⇨	□	D	▽	5	Analista de control de calidad	
36	Filtros	Filtrado final para descarga	O	⇨	□	D	▽		Auxiliar 1	
37		Descarga a tambores x 200 kg	O	⇨	□	D	▽	108,5	Auxiliar 1	