

PROPUESTA DE UNIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS DE
PRODUCCIÓN N° 2 Y N° 3 DE INDUSTRIAS FAACA COLOMBIA S.A.S

DIANA PATRICIA MONTOYA GIL

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2015

PROPUESTA DE UNIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS DE
PRODUCCIÓN N° 2 Y N° 2 DE INDUSTRIAS FAACA COLOMBIA S.A.S.

DIANA PATRICIA MONTOYA GIL

TRABAJO DE GRADO, REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

JACOBO HERNÁN ECHAVARRÍA CUERVO

ASESOR

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

En muchas ocasiones de nuestras vidas debemos el logro de las metas propuestas gracias a la colaboración y al apoyo de personas valiosas quienes con sus aportes hacen posible la culminación de nuestros proyectos.

A mi esposo, por estar siempre a mi lado brindándome sus cuidados, amor confianza, apoyo incondicional y por cada palabra ofrecida en el momento oportuno para darme fortaleza y poder continuar.

Manifiesto mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de éste proyecto.

Eder Alexander Mercado Rodríguez

Ingeniero Electricista

Jacobo Hernán Echavarría Cuervo

Ingeniero Industrial, Magíster en
Desarrollo Sostenible y Medio
Ambiente

Industrias Faaca Colombia S.A.S.

Directivos y empleados

Institución Universitaria Pascual Bravo

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	14
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	21
1.2 DELIMITACIÓN	27
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	28
2. JUSTIFICACIÓN	29
3. OBJETIVOS	31
3.1 OBJETIVO GENERAL	31
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
4. MARCO DE REFERENCIA	32
4.1 INDUSTRIA DE AUTOPARTES EN COLOMBIA	32
4.2 INDUSTRIAS FAACA COLOMBIA S.A.S.	33
4.2.1 Industrias Faaca Colombia S.A.S N°3. Piezas mecanizadas	33
4.2.2 Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2. Motopartes	34
4.2.3 Direccionamiento estratégico	35
4.2.4 Política de calidad	35
4.2.5 Principios y valores	36
4.2.5.1 Principios	36
4.2.5.2 Valores	36

4.2.6	Descripción de la estructura organizacional	36
4.2.7	Procesos productivos	36
5.	MARCO TEÓRICO	44
5.1	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	44
5.1.1	Antecedentes, historia y evolución del diseño de plantas industriales	44
5.1.2	Definición de distribución en planta	44
5.1.3	Objetivos de distribución de planta	46
5.1.4	Principios básicos de la distribución de planta	49
5.1.5	Tipos de distribución en planta	50
5.1.5.1	Distribución por posición fija	51
5.1.5.2	Distribución por proceso	51
5.1.5.3	Distribución por producto	51
5.1.6	Distribución de diseños Híbridos	52
5.1.6.1	Célula de trabajador, múltiples máquinas	52
5.1.6.2	Tecnología de grupo	52
5.1.7	¿Cuándo es necesario diseñar una distribución de planta?	54
5.1.8	Localización de los sistemas productivos y sus plantas	56
5.1.9	Soluciones tecnológicas en la distribución de planta	57
5.1.9.1	Ingeniería de planta	57
5.1.9.2	Diseño de plantas industriales	58
5.1.9.3	Modelización y visualización 3D	60
5.1.9.4	Diseño en 4D	60
5.1.10	Gráfica de relaciones y/o matriz de recorridos	62
5.1.11	Diagrama de PERT	64

5.2	DIAGRAMACIÓN	66
5.2.1	Definición de diagramación	66
5.2.2	Aspectos en la diagramación	68
5.2.3	Tipos de diagramas	68
5.2.4	Diagrama de Proceso	69
5.2.5	Diagrama de Flujo / Recorrido	70
5.2.6	Diagrama de Pareto	72
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	75
6.1	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	76
6.1.1	Fuentes primarias	77
6.1.2	Fuentes secundarias	77
7.	RESULTADOS	83
7.1	DIAGRAMA DE PARETO	83
7.2	DIAGRAMA DE OPERACIONES	89
7.3	DIAGRAMA DE RECORRIDO	99
7.4	GRÁFICA DE RELACIONES	111
7.5	GRÁFICA DEL PROCESO CON APLICACIÓN DE DIAGRAMA PERT	124
8.	CONCLUSIONES	134
9.	RECOMENDACIONES	135
	BIBLIOGRAFÍA	139

LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. Planta N° 3	23
Figura 2. Planta N° 2	23
Figura 3. Nuevo proceso de inyección planta N° 2	25
Figura 4. Venta de autopartes.	32
Figura 5. Piezas metalmecánicas	34
Figura 6. Fabricación motopartes	34
Figura 7. Troqueles y herramientas.	35
Figura 8: Estructura organizacional	37
Figura 9. Planta N° 3 Industrias Faaca Colombia S.A.S. Sabaneta. - Primer Nivel.	39
Figura 10. Planta N° 3 Industrias Faaca Colombia S.A.S. - Segundo Nivel.	40
Figura 11. Planta N° 2 Industrias Faaca Colombia S.A.S. Itagüí.	42
Figura 12. Gráfica de relaciones- planta N° 2.	63
Figura 13. Gráfica de relaciones- planta N° 3.	64
Figura 14. Símbolos de diagramación	67
Figura 15. Diagrama de Pareto	73
Figura 16. Diagrama de recorrido planta de producción Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3.	78

Figura 17. Diagrama de recorrido planta de producción Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2.	79
Figura 18: Diagrama de operaciones	81
Figura 19. Diagrama de operaciones de bridas, acoples y placas.	90
Figura 20. Diagrama de operaciones de cápsulas.	91
Figura 21. Diagrama de operaciones de soporte compresor y soporte tensor.	92
Figura 22. Diagrama de operaciones de soporte tensor (lámina).	93
Figura 23. Diagrama de operaciones de parrilla NKD.	94
Figura 24. Diagrama de operaciones de defensas (AKT).	95
Figura 25. Diagrama de operaciones de Manubrio TTR con barra tensora.	96
Figura 26. Diagrama de operaciones de gato central.	97
Figura 27. Diagrama de operaciones de soporte compresor y soporte tensor (fundido).	98
Figura 28. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Primer nivel. Bridas, acoples y placas.	100
Figura 29. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Segundo nivel. Bridas, acoples y placas.	101
Figura 30. Diagrama de recorrido planta N° 3 – Primer nivel. Cápsulas.	102
Figura 31. Diagrama de recorridos planta N° 3 – Segundo nivel. Cápsulas.	103
Figura 32. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Primer nivel. Soporte compresor y soporte tensor (fundido).	104

Figura 33. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Segundo nivel. Soporte compresor y soporte tensor (fundido).	105
Figura 34. Diagrama de recorrido planta N° 2 – Parrillas.	107
Figura 35. Diagrama de recorrido planta N° 2 – Defensas.	108
Figura 36. Diagrama de recorrido planta N°2 – Manubrios.	109
Figura 37. Diagrama de recorrido planta N° 2 – Gato.	110
Figura 38. Gráfico de relaciones con número de desplazamiento de bridas, acoples, placas y cápsulas.	112
Figura 39. Gráfico de relaciones de bridas, acoples, placas y cápsulas.	113
Figura 40. Gráfico de relaciones de número de desplazamientos de soporte compresor y soporte tensor.	114
Figura 41. Gráfico de relaciones soporte compresor y soporte tensor.	115
Figura 42. Gráfico de relaciones planta N°3. Bidas, acoples, placas, soportes.	117
Figura 43. Gráficos de relaciones Manubrios.	119
Figura 44. Gráfico de relaciones Gatos.	120
Figura 45. Gráfico de relaciones Defensas.	121
Figura 46. Gráfico de relaciones Parrillas.	122
Figura 47. Gráfico de relaciones planta N° 2. Parrillas, Defensas, Manubrios y Gatos.	123

Figura 48. Gráfico del proceso con aplicación de diagrama de PERT – Planta N° 3.	125
Figura 49. Gráfico del proceso aplicación de diagrama PERT – Planta N° 2.	126
Figura 50. Planta de Producción Propuesta para la Unificación de Industrias Faaca Colombia S.A.S.	128
Figura 51. Distribución de planta y recorridos - Planta N° 3 (Bridas, Acoples y Placas). Antes de la Propuesta	129
Figura 52. Distribución de planta y recorridos - Planta N° 3 (Bridas, Acoples y Placas). Después de la Propuesta	129
Figura 53. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 3 (Cápsulas). Antes de la Propuesta	130
Figura 54. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 3 (Cápsulas). Después de la Propuesta	130
Figura 55. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 2 (Manubrios). Antes de la Propuesta	131
Figura 56. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 2 (Manubrios). Después de la Propuesta	131

LISTA DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. Relación Gastos por Servicio Taxi 2014.	22
Tabla 2. Productividad Planta.	26
Tabla 3. Listado de máquinas Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 3	41
Tabla 4. Listado de máquinas Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2	43
Tabla 5. Tipos de distribución y sus ventajas (Acero, 2009)	53
Tabla 6. Listado de Productos	80
Tabla 7: Diagrama de Pareto	80
Tabla 8. Listados de productos más fabricados.	84
Tabla 9. Diagrama de Pareto -planta N° 2	85
Tabla 10. Diagrama de Pareto – Planta N°3.	86
Tabla 11. Diagrama de Pareto – Planta N°2 y Planta N°3	88
Tabla 12. Participación de los productos más fabricados.	111
Tabla 13. Participación de los productos más fabricados en planta n° 2	118

GLOSARIO

- **BANDA LIJADORA:** máquina usada para el tratamiento de superficies como realizar un lijado rápido.
- **CABINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA:** compartimiento donde son llevadas las piezas para ser recubiertas con el fin de protegerlas y así evitar oxidación.
- **CAPITALIZACIÓN O TRANSVERSALIZACIÓN:** tomar una idea o una acción que permitió obtener un resultado positivo y aplicarla a otras piezas o procesos.
- **CENTRO DE MECANIZADO:** máquina automatizada capaz de realizar múltiples operaciones de maquinado con la mínima intervención humana.
- **CIZALLA:** herramienta manual a modo de tijeras grandes para cortar diversos materiales, entre ellos los metales.
- **COMPRESOR:** máquina que a través de un aumento de presión logra desplazar, modificar la densidad y la temperatura de fluidos compresibles como los gases.
- **DESPACHO:** Almacenar y / o hacer entregas de acuerdo a requerimientos del cliente.
- **DOBLADORA:** máquina que realiza pliegues a las láminas o diferentes tipos de doblez con precisión.
- **DOBLADO:** realizar ángulos de doblez según especificaciones técnicas.
- **EMPAQUE:** empaquetar e identificar el producto según especificaciones técnicas.
- **ENSAMBLE DE COMPONENTES:** Ensamblar otros materiales en una pieza para complementarla.

- **ESMERIL:** máquina que presenta una piedra fina usada como abrasivo, se utiliza en el pulido de diversos materiales.
- **FRESADORA:** máquina herramienta usada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte.
- **HORNO DE INDUCCIÓN:** es un horno eléctrico en el que el calor es generado por la inducción eléctrica de un medio conductor (un metal).
- **INSPECCIONAR:** Verificar variables y atributos (aspecto) del producto.
- **KNOW HOW:** conocimiento técnico, práctico o habilidad para llevar a cabo un proceso; es decir, la experiencia proporciona la habilidad o capacidad para hacer algo.
- **LAVADO:** Eliminar grasas y suciedades de todas las piezas maquinadas.
- **LAY OUT:** diseño, disposición o distribución de los elementos en la planta de producción.
- **MALACATE:** equipo de seguridad utilizado para transportar materiales de forma vertical.
- **OXICORTE:** técnica para cortar metales en pantógrafo y perforar en troqueles a medidas requeridas para que cumplan con especificaciones técnicas.
- **PIEZAS MECANIZADAS:** partes fabricadas con forma y dimensiones deseadas a partir de un conjunto de operaciones
- **PINTURA ELECTROSTÁTICA:** pintura en polvo usada para dar un acabado uniforme y duradero a los metales.
- **PRENSA HIDRÁULICA:** máquina que sirve para deformar o cortar un material.

- PRODUCTIVIDAD: es un indicador de eficiencia de productos obtenidos y los recursos empleados en su producción.
- PULIDORA: equipo que se utiliza para pulir superficies.
- RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA: Entregar materia prima conforme a los procesos internos.
- RECTIFICADORA: máquina para acabar con precisión las piezas mecanizadas con otras máquinas presentándolas con menos rugosidad.
- SIERRA: máquina que presenta una hoja de acero dentada usada para cortar materiales duros.
- TALADROS: permite realizar cajas, agujeros, eliminar filos- rebabas y/o avellanar y roscar
- TORNO: herramienta que permite mecanizar piezas con forma geométrica
- TROQUEL: molde metálico con filo que permite hacer figuras o cortes.
- TRONZADORA: máquina que sirve para realizar cortes rápidos y precisos en materiales metálicos.

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE UNIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS DE PRODUCCIÓN N° 2 Y N° 3 DE INDUSTRIAS FAACA COLOMBIA S.A.S

El presente proyecto de propuesta de unificación y distribución de las plantas de producción N° 2 y N° 3 de Industrias Faaca Colombia S.A.S. plantea el problema actual que tiene la Compañía con respecto a los recorridos de largas distancias que deben hacer las materias primas, el producto en proceso y personal debido a la ubicación separada de éstos dos establecimientos, generando altos costos por transportes y tiempos adicionales en el proceso productivo.

Para dar solución al problema planteado anteriormente se aplican una serie de etapas metodológicas que contribuyan al logro de los objetivos establecidos para el proyecto.

- Diagnóstico de la situación actual
- Análisis de la información
- Elaboración de la gráfica de relaciones
- Elaboración de la gráfica del proceso con aplicación de diagrama PERT
- Diseño y definición de la propuesta de unificación y distribución de planta

Con la aplicación de cada una de las etapas sugeridas se obtiene la interacción entre el almacén de materiales y cada planta, se logra plantear una secuencia sensata de los procesos de fabricación facilitando el acceso y cercanía entre ellos representado en una disminución importante en los recorridos, tiempos de producción y costos asociados a fletes por transporte de materia prima y personal.

SUMMARY

TITLE: PROPOSAL FOR UNIFICATION AND DISTRIBUTION OF PRODUCTION PLANT No. 2 and No. 3 FAACA INDUSTRIES COLOMBIA S.A.S

This proposal for unification and distribution of production plants No. 2 and No. 3 of Industries FAACA Colombia S.A.S. outlines the current problem that the Company has regarding long distances transportation for the raw materials, work in process and personnel due to separate location of these two establishments, generating high costs for transport and additional times in the productive process.

To solve the problem posed above, a series of methodological steps that contribute to the achievement of the objectives set for the project apply.

- Diagnosis of the current situation
- Analysis of the information
- Development of the graph of relations
- Development of the graphical application process with PERT
- Design and definition of the proposed unification and distribution plant

With the application of each of the suggested steps the interaction between materials warehouse and each plant is obtained, it is possible to outline a sensible sequence of manufacturing processes facilitating access and closeness between them representing a significant decrease in the routes, production time and costs associated with freight for transportation of raw and personal stuff.

INTRODUCCIÓN

Las empresas cada día se enfrentan a un mundo más competitivo y globalizado; por lo cual, el desarrollo de sus actividades se ha convertido en una tarea compleja y de cuidado ya que son muchos los factores que se han de tener en cuenta para el logro exitoso y progresivo en sus actividades productivas.

El término de distribución en planta hace referencia a la disposición física existente o al planteamiento de una nueva área de trabajo y para esto cada empresa debe evaluar las máquinas, herramientas y elementos de producción, asegurándose que éstos se encuentren organizados convenientemente con el fin de obtener un beneficio óptimo que contribuya al mejoramiento continuo y en consecuencia aporten en el logro de los objetivos.

Industrias Faaca Colombia S.A.S. es una empresa del sector metalmeccánico dedicada a la fabricación de piezas para el mercado de autopartes y motopartes, que busca la unificación de sus plantas de producción en una misma instalación con el fin de crear un ambiente de trabajo productivo, ordenado, seguro y satisfactorio, permitiendo que tanto empleados como equipos trabajen con mayor eficacia.

Con el presente trabajo se pretende proponer una distribución adecuada partiendo de algunas herramientas de análisis que permitan conseguir la circulación mínima de materiales, personas e información.

Los métodos y técnicas aplicadas son ejecutados en torno a los procesos de transformación sin perder de vista el flujo de los materiales y su estrecha relación con los volúmenes de producción.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

S.M.A. MECANIZADOS inicialmente fue conocida como Álvarez Álvarez y Cía. Ltda., fundada en Septiembre 30 de 1977. Inició su actividad en 1978 muy de la mano de las empresas proveedoras de las ensambladoras de automotores existentes en el País.

Sus equipos y maquinaria estaban orientados a la producción de partes metalmecánicas maquinadas, troqueladas, soldadas o con ensambles y a la fabricación de útiles y herramientas para procesos metalmecánicos.

En Febrero de 2007 cambia la composición accionaria y como consecuencia la razón social que pasa a ser S.M.A Mecanizados S.A.

A partir del año 2007 se han hecho inversiones importantes para la renovación y modernización de la maquinaria y equipo, como son tornos CNC y Centro de Mecanizado, generando un importante valor agregado al proceso de producción de partes y fabricación de herramientas.

Desde el año 2012 se visualizó la posibilidad de fortalecerse en el sector moto partes, se vieron en la necesidad de otra área adicional de planta creando S.M.A. N° 2 en la Estrella, pasando después de ubicación a Itagüí para cubrir esta nueva demanda. Se hicieron inversiones importantes como la cabina de pintura electroestática, Dobladora CNC y lanzamiento de marca propia Q-Tech.

En el año 2016 Industrias Faaca Colombia S.A.S. absorbe toda la operación de S.M.A. Mecanizados consolidándose como una Compañía conformada por tres plantas de producción distribuidas así: Planta N° 1 ubicada en Itagüí dedicada a la línea de Autopartes con la fabricación de Mangueras y Tuberías, Condensadores y Equipos Completos para el sistema de aire acondicionado para vehículos y Línea Blanca con el formado de tuberías de cobre y aluminio, la Planta N° 2 ubicada en Itagüí se fortalece en la línea de productos Motopartes con piezas como Herrajes y

Accesorios y marca propia Q-Tech. Finalmente la Planta N° 3 ubicada en Sabaneta se consolida con la unidad de negocio de Metalmecánica con la fabricación de piezas para el sector automotriz, Mecanizado, Troqueles, Moldes, Utillaje y JIGS.

1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Industrias Faaca Colombia S.A.S. cuenta con dos plantas de producción una ubicada en Sabaneta hace 37 años; la cual, es identificada como Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 3; la cual, está especializada en la fabricación de partes para automóviles, como aire acondicionado y sistemas de escape. Además, son fabricantes de troqueles y herramientas de todo tipo. El prototipo de maquinaria utilizada en ésta planta es maquinaria para mecanizados como Tornos Convencionales, Tornos Revólver, Torno Revólver Automático, Torno CNC, Torno CNC con Torre Motorizados, Fresadoras Convencionales, Taladros Columna, Centros de Mecanizado Vertical y otras máquinas para Corte, Pulido y Soldadura.

Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2 se encuentra ubicada en Itagüí hace 1 año y su especialización es en moto partes con una línea de herrajes representada en defensas delanteras, manubrios, parrillas, porta alforjas fabricadas en tubería coldroll y otros productos como protectores motor. La maquinaria utilizada en ésta planta de producción son los Tornos, Taladros, Máquinas de Corte, Dobladora CNC, Dobladora Neumática, Soldadura y Ensamble, Pulido y se cuenta con procesos especiales como Pintura Electroestática; ésta última es dividida en 3 procesos como son pre tratamiento (lavado en tanques), aplicación pintura en cabina de pintura ciclón y horno de curado. Los colores aplicados son el negro mate, negro semi-brillante y negro midnight silver o gris media noche.

Desde el año 2014 Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2 está realizando pruebas dinámicas y estáticas a una máquina de inyección de aluminio, por tanto se encuentra en fase de validación. Con esta máquina se van a fabricar productos

para las dos plantas metalmecánicas como bridas, levas, y acoples. Todas las anteriores en aluminio.

Al tener dos plantas de producción con partes similares y proceso de fabricación semejante se puede detectar que el tema logístico es complejo porque en la planta N° 3 se semi-elaboran los productos y luego estos deben ser enviados a la planta N° 2 y en algunos casos retornan, generando altos costos por el transporte de la materia prima, por el desplazamiento de personal del área de ingeniería y calidad encargados del control de los procesos de producción (\$3.015.915 entre el mes de mayo y noviembre de 2014, lo que corresponde a siete meses. Ver Tabla N° 1), dificultad para la mejora de métodos y estandarización del trabajo por la diferencia en la disposición de las máquinas entre las plantas y la generación de tiempos adicionales por desplazamiento.

Tabla 1. Relación Gastos por Servicio Taxi 2014.

RELACIÓN GASTOS POR SERVICIO TAXIS 2014		
GASTOS DE TAXI	VALOR TAXI	VALOR COMISIÓN ADMÓN.
MAYO	\$ 66,475	\$ 6,648
JUNIO	\$ 312,800	\$ 31,280
JULIO	\$ 365,222	\$ 36,522
AGOSTO	\$ 254,300	\$ 25,430
SEPTIEMBRE	\$ 719,052	\$ 71,905
OCTUBRE	\$ 701,700	\$ 70,170
NOVIEMBRE	\$ 322,192	\$ 32,219
SUB TOTALES	\$ 2,741,741	\$ 274,174
TOTAL GASTOS SERVICIO TAXI	\$ 3,015,915	
PROMEDIO MES	\$ 391,677	

Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3.

Planta N° 3

Cuenta con dos niveles donde se lleva a cabo el proceso productivo de piezas para automóviles.

Figura 1. Planta N° 3



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3

Planta N° 2

En esta planta se visualiza un solo nivel donde son fabricadas las piezas para moto partes y adicionalmente se continúa con la aplicación de algunos procesos en las piezas para automóviles.

Figura 2. Planta N° 2



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2

La necesidad de recurrir a una distribución de planta como respuesta a la reducción de costos por desplazamientos, al aumento de productividad, a la mejora en métodos y procesos de estandarización o a la reducción misma de costos, no es una respuesta nueva dentro de la búsqueda de mejoras en los espacios industriales. La distribución en planta se ha caracterizado por ser uno de los proyectos que abre el ciclo productivo de las compañías, es por ello que, frecuentemente se alude a ella como la disposición física ya existente, otras veces a una disposición proyectada o al trabajo de asentar sobre planos.

En el caso de las plantas de Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2 y N° 3 se trata de dar búsqueda a una distribución que posibilite la fusión de las mismas en un mismo espacio físico sin limitar la capacidad productiva de cada una de ellas y conociendo la consecuente respuesta económica a que esto conlleva.

Evaluando el avance que se ha emprendido en el medio, con respecto a la distribución en planta, fue posible identificar que se han realizado proyectos semejantes, siendo el caso de Fabricato, donde se analiza la factibilidad de la fusión de dos de las plantas productivas de la empresa Fabricato, Retrabajables y Notejidos, en dicho proyecto se parte de una revisión macro del por qué y para qué de las fusiones, no solo a nivel de compañías sino al interior de la empresa y adicionalmente se evalúan diferentes actividades encontrando unas sinergias que cuantificadas permiten llegar a cifras de ahorros y ventajas económicas que dan elementos de juicio para concluir si se recomienda a la empresa un proyecto de fusión con las ventajas de los nuevos costos involucrados.

Casos como este, permite reafirmar que el proyecto tiene viabilidad en el medio y que con su aplicación es posible lograr que la productividad de las dos plantas aumente tras la fusión, reduciendo los costos, los costos por desplazamientos y la respuesta efectiva de producto a clientes.

En contexto, la empresa acepta la propuesta de unificación y distribución de las plantas, evaluando los niveles de capacidad y demanda actuales, en búsqueda de

una nueva construcción o adquisición de planta acorde con las necesidades de la empresa y el mercado.

Al realizar el análisis se observa que para la planta N° 2 es poco efectiva la aplicación de Capitalización o transversalización de lecciones aprendidas resultantes del producto no conforme o de las desviaciones detectadas durante el proceso de fabricación y durante las auditorías en los procesos de producción, ya que no se cuenta con personal de las áreas de calidad, ingeniería y producción con experiencia sobre el manejo de éste tema.

Es necesario realizar manejo de centro de costos para cada una de las plantas en sus almacenes de materia prima, producto en proceso y producto terminado debido a que cada una de ellas genera un valor minuto diferente.

El nuevo proceso de inyección está ubicado en Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2 y todo el know how (experiencia y conocimiento en el manejo de maquinaria, montaje de herramientas y puesta a punto del proceso de fabricación) está en Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 3.

Figura 3. Nuevo proceso de inyección planta N° 2



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2

Máquina de Inyección de Aluminio para fabricación de piezas para automóviles y motopartes ubicada en Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2.

Algunos de los síntomas o efectos que se pueden concebir a partir de la presencia de las anteriores dificultades son los siguientes:

- Insatisfacción de los clientes por entrega inoportuna del producto.
- Incumplimiento a fechas propuestas por los clientes
- Precios de los productos elevados por tiempos de ciclo altos
- Incumplimiento al presupuesto de ventas
- La capacidad instalada de la planta se ve dividida por la falta de flexibilidad frente a la elaboración de un producto de similares condiciones aunque la maquinaria de ambas plantas es similar. La dificultad para estandarizar los métodos se hace evidente puesto que, aunque la maquinaria es de características similares su ubicación es diferente lo que demarca una notoria diferencia en la obtención de productividad.
- No se realiza control de la productividad en la planta de Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2.

Tabla 2. Productividad Planta.

PRODUCTIVIDAD PLANTA																	
AÑO	PLANTA	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	PROMEDIO 1ER. SEMESTRE	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO 2DO. SEMESTRE	TOTAL
2011	S.M.A N° 1	95 A 97%	95,1%	95,6%	95,8%	95,1%	94,8%	95,2%	95,3%	95,7%	97,4%	97,7%	96,1%	97,2%	96,0%	96,7%	96,0%
2012	S.M.A N° 1	95 A 97%	95,7%	96,9%	98,2%	98,3%	96,7%	97,0%	97,1%	97,0%	97,0%	96,3%	95,4%	96,2%	96,2%	96,4%	96,7%
2013	S.M.A N° 1	95 A 97%	96,76%	96,73%	97,00%	96,43%	96,96%	96,65%	96,8%	96,68%	95,90%	96,33%	96,73%	97,00%	96,43%	96,5%	96,6%
2014	S.M.A N° 1	95%	97%	95%	96%	95%	96%	97%	96,0%	97,0%	96,3%	96,3%	96,3%	95,2%	95,54%	96,1%	96,1%
	S.M.A N° 2																

Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3

La información presente en la tabla N° 2 permite evidenciar la importancia de conocer el concepto de productividad dentro de una planta de producción, cualquiera que sea su naturaleza. La ausencia de esta información para una de las plantas a tratar (Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2) demuestra con claridad que existe un punto ciego de conocimiento de la capacidad de respuesta a ofrecer para los clientes, causando con ello quizá, entregar información no acertada sobre el producto a los receptores de este.

- Entrenamiento al personal sin acompañamiento de personal experto.
- Distribución de planta no ideal.
- Un solo sistema de gestión de calidad para las dos plantas.

1.2 DELIMITACIÓN

Delimitación Teórica. En la elaboración de este proyecto se hará uso de específico de la utilización de técnicas acordes a los principios de la Distribución en planta, que conlleve a un análisis específico de los resultados de este sobre las plantas de Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2 y Planta N° 3, y la repercusión directa sobre los costes de manufactura y consecuencias sobre la productividad que se adquiere tras ejecutar la propuesta de fusión.

Delimitación Temporal. El trabajo de investigación se pretende concluir durante el período de febrero a noviembre de 2015, equivalente a nueve (9) meses. Al final de estos se hará entrega de la propuesta, la cual tras su ejecución tendrá una validez de cinco años.

Delimitación Espacial El análisis e investigación planteada en el presente trabajo corresponde a un campo de aplicación representado en una actividad propia de la Ingeniería Industrial para la planta de producción N° 2 y N° 3 de Industrias Faaca Colombia S.A.S.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la compañía Industrias Faaca Colombia S.A.S. se identifican una serie de dificultades relacionadas con transportes y desplazamientos asociados a la ubicación separada de las dos plantas de producción para lo cual se llega al siguiente interrogante: ¿Cómo sería la propuesta de un diseño de distribución de planta que permita unificar las dos plantas de producción generando una disminución en los costos de fabricación y un incremento en la productividad?.

2. JUSTIFICACIÓN

La propuesta de unificación y distribución de las plantas de producción de Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2 y N° 3 pretende reducir los costos por transporte y desplazamiento de producto en proceso y personal especializado en los que actualmente incurre, logrando con ello darle un mejor rendimiento al ciclo del proceso fabril y restaurar el flujo real del producto a partir de un diseño apropiado en la distribución de planta, que le otorgue continuidad y productividad en un espacio que sea acorde para producir el producto de principio a fin.

La unificación de ambas plantas permitiría administrar y controlar el flujo del producto dentro de un mismo espacio, dándole continuidad a toda la cadena productiva. Logrando con ello que, todo el personal especializado que lidera el conocimiento del producto esté dispuesto en un mismo sitio presto a resolver cualquier clase de inquietud o emprender cualquier avance en tiempo real, sin tener que recurrir a un tiempo extra por desplazamiento y por ende, lo que esto representa en términos de costos.

Tener ambas plantas unificadas le concedería al personal la posibilidad de acceder a la capacitación de manera continua sobre el manejo de toda la maquinaria y procedimientos que intervienen en el proceso, ampliando de esa forma los ciclos de producción que tiene el producto y la productividad resultante en cada puesto de trabajo.

Entregar a la distribución en planta la necesidad de disminuir tiempos por desplazamientos o reducción de costos por medio de una fusión, significa confiar en los resultados que puede ofrecer el fundamento de su teoría, conocido dentro del espacio de los proyectos como el Lay Out, siendo este el más relevante.

Con la unificación de las plantas N° 2 y N° 3 Industrias Faaca Colombia S.A.S. lograría reducir los costos que genera pagar dos ubicaciones espaciales e integrar

los gastos de ambas en un mismo centro de costos, identificando de forma clara la rentabilidad de un mismo producto.

Con el Lay Out se lograría desarrollar la forma de integrar todas las áreas funcionales de la empresa, de la manera más práctica, eficiente y con la reducción de tiempos y costos en traslados, buscando el mejor nivel de seguridad de la empresa.

En un mismo mapa perfectamente organizado se pretende mejorar en todos los sentidos el desempeño de la compañía. La distribución de planta unificada debe abarcar todo, desde el arreglo, acomodo de las secciones internas y las áreas externas que influyen en los procesos productivos de la empresa hasta las mejores rutas para mover el subproducto dentro de la misma. Llevando con ello, una mejor efectividad en el tiempo de producción que actualmente existe en la realización del producto.

Con la propuesta de unificación se pretende que la Ingeniería Industrial de muestra, una vez más de la capacidad de beneficio que puede entregar a una organización, cualquiera que sea su interés, generando herramientas propias de ella, donde el ingeniero pueda poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo las técnicas propias de su especialidad para plasmar lo que se considera que es la solución óptima para la compañía.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar la distribución en planta, como propuesta que posibilite unificar las dos plantas de Industrias Faaca Colombia S.A.S. de forma tal que se logre elevar la productividad.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la línea de productos económicamente más representativos para la Compañía.
- Organizar el flujo del proceso para la fabricación de piezas para automóviles y para moto partes.
- Proponer la distribución de planta unificando las dos plantas de producción en una misma instalación.

4. MARCO DE REFERENCIA

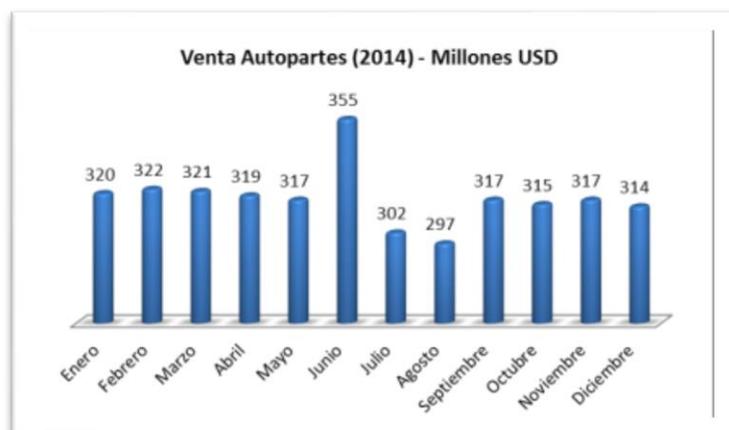
4.1 INDUSTRIA DE AUTOPARTES EN COLOMBIA.

Según Vargas (2015), en Colombia, el mercado de las partes para vehículos está compuesto por producción nacional e importada. De acuerdo con el presidente de ASOPARTES, “actualmente las importaciones representan el 55% del mercado, mientras que la industria nacional aporta el 45% restante” (Tulio Zuloaga, presidente de la Asociación del Sector Automotor y sus Partes - ASOPARTES)

Durante los últimos años se han abierto nuevos mercados a la vez que han aparecido nuevos productos, principalmente por la masificación de nuevas tecnologías en los vehículos y la consecuente sustitución de autopartes; aun así, la industria nacional cuenta hoy en día con tecnología de punta que le permite producir partes de buena calidad para competir con las importadas.

Con un aumento del 1% en comparación al año 2013, las ventas de autopartes en Colombia cerraron el año 2014 con \$3.817 millones de dólares.

Figura 4. Venta de autopartes.



Fuente: ASOPARTES / Comentarios: Departamento de Mercados y Estadísticas - Luis Manuel Lozano Merlano.

Los principales destinos de las exportaciones colombianas de autopartes y vehículos son Ecuador, México, Perú, Argentina, Venezuela y Estados Unidos. (Fuente: ANIF)

Los principales países de donde se realizan las importaciones de autopartes y vehículos son México, Colombia, Corea del Sur, Estados Unidos, Japón China, Ecuador, Argentina, Alemania, Brasil. (Fuente: ANIF)

4.2 INDUSTRIAS FAACA COLOMBIA S.A.S.

Industrias Faaca Colombia S.A.S. continúa con su labor productiva basándose en la posibilidad de aprovechar la demanda de un nuevo mercado como lo es el sector de motopartes; para lo cual, se decide disponer de una nueva planta de producción que les permite especializar a cada una de éstas en la fabricación de los siguientes productos:

4.2.1 Industrias Faaca Colombia S.A.S N°3. Piezas mecanizadas.

- Mecanizadas: Acoples, Bridas, Conectores, Acoples de manguera, Válvulas, Tuercas, Bujes, Racores Macho y Hembra, O'ring. El material utilizado es en aluminio.
- Troqueladas: Abrazaderas, Soportes de fijación, Rieles, Amortiguadores, Cápsulas y Soportería en general.
- Oxicorte y Soldadura: Bridas, Soportes Compresor, Soportes Tensor, Rieles y Abrazaderas.

Figura 5. Piezas metalmecánicas



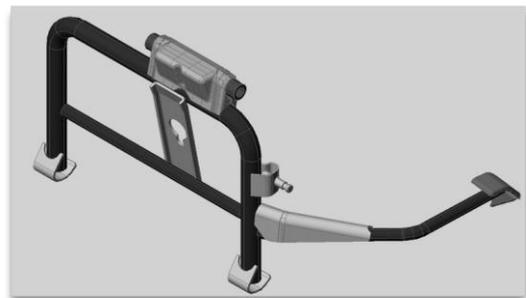
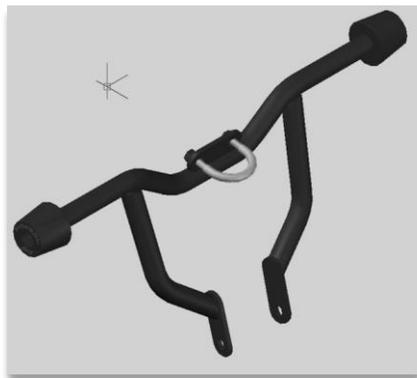
PIEZAS METALMECÁNICAS

Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3

4.2.2 Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2. Motopartes.

- Parrillas, Manubrios, Defensas, Defensas Tipo Slider, Gatos, Porta Alforjas, Estabilizador de dirección, Soportes Sillín, Gancho Sillín, Puff Manubrio y Tornillería especial.

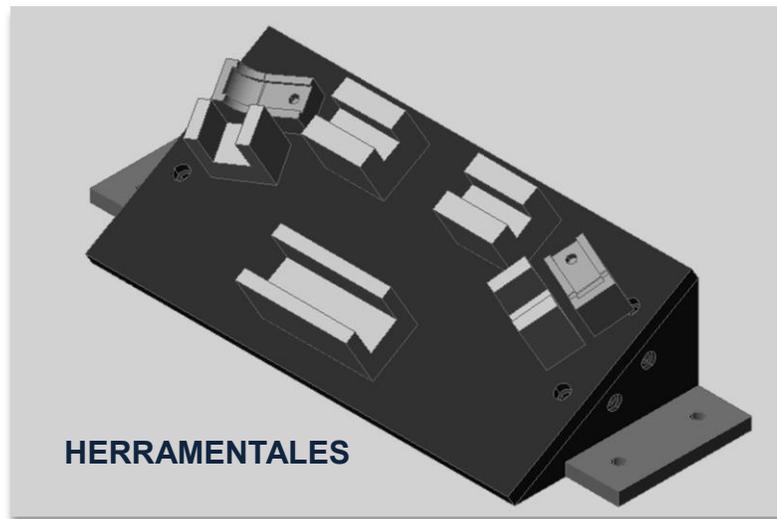
Figura 6. Fabricación motopartes



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2

- Troqueles y herramientas: Herramientas para la fabricación de piezas troqueladas y estampadas, servicio de mantenimiento. Fabricación de Útiles de ensamble y verificación de piezas de todo tipo.

Figura 7. Troqueles y herramientas.



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3

4.2.3 Direccionamiento estratégico.

- **MISIÓN:** Innovar, seleccionar, desarrollar y producir piezas metalmecánicas de excelente calidad para la industria y otros sectores que logren la satisfacción de los clientes y proporcionen a la Compañía una adecuada retribución.
- **VISIÓN:** En el corto plazo ser proveedores OEM de todas las ensambladoras de motos en Colombia y tener una marca para el mercado de reposición de accesorios y repuestos de moto partes reconocida y bien posicionada.

Fortalecernos en el sector automotor y otros sectores productivos por medio de la innovación y diversificación.

4.2.4 Política de calidad. Industrias Faaca Colombia S.A.S. deberá ser una compañía en permanente evolución de acuerdo con los principios de mejoramiento continuo y para ello su actividad deberá estar orientada hacia la Calidad y el cumplimiento de los requisitos de los clientes.

4.2.5 Principios y valores.

4.2.5.1 Principios

- Trabajo en Equipo.
- Adecuada comunicación.
- Respeto a todo nivel.

4.2.5.2 Valores

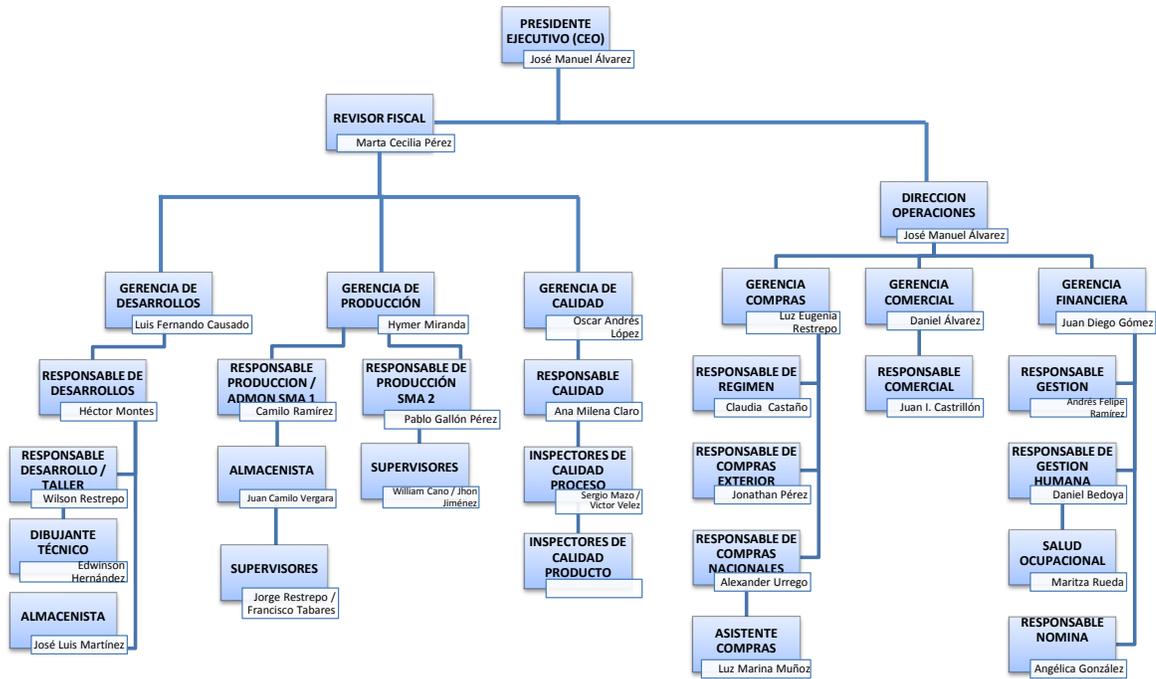
- Honestidad.
- Responsabilidad.

4.2.6 Descripción de la estructura organizacional. En la figura 8 se muestra la estructura organizacional de la empresa Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2 y N° 3.

4.2.7 Procesos productivos. Las dos plantas de producción inician su proceso productivo en el área del almacén de materias primas con un proceso denominado recepción administrativa donde se comparan las facturas con las necesidades o compras realizadas, en ésta se incluyen insumos, elementos básicos como elementos de protección personal y materias primas necesarias para el proceso productivo; luego las materias primas pasan al proceso de recepción técnica donde éstas son verificadas para asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y por último pasan a ser almacenadas.

Luego las materias primas pasan al proceso que corresponda de acuerdo al producto a fabricar bien sea de corte, doblado, pintura, ensamble de componentes, troquelado o lavado.

Figura 8: Estructura organizacional



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3

Finalmente las piezas fabricadas pasan al proceso de empaque, almacenamiento de producto terminado y por último despacho al cliente.

Las decisiones sobre la distribución implican determinar dónde irán los departamentos, los grupos de trabajo dentro de esos departamentos y las máquinas y los puntos de inventario de existencias dentro de una instalación de producción. El objetivo es arreglar esos elementos en forma tal que permita un flujo de trabajo ininterrumpido (en una fábrica). En general los elementos que llevan a decidir la distribución son los siguientes:

- Especificación de los objetivos y criterios correspondientes que se utilizarán para evaluar el diseño. La cantidad de espacio requerido y la distancia que debe recorrerse entre los elementos de la distribución son criterios básicos comunes.
- Estimación de la demanda del producto o servicio en el sistema.

- Requerimientos de procesamientos en términos del número de operaciones y de la magnitud del flujo entre los elementos de la distribución.
- Requerimientos de espacio para los elementos de la distribución.
- Disponibilidad de espacio dentro de la instalación misma o, si se trata de una nueva instalación, configuraciones posibles del edificio.

De acuerdo al numeral 5.1.5 y al Lay-out de las dos plantas de producción de Industrias Faaca Colombia S.A.S. podemos identificar que el tipo de distribución actual corresponde a una distribución por procesos.

Muchas instalaciones de manufactura presentan una combinación de dos tipos de distribución, es decir, un área para un producto determinado puede tener una distribución conforme al proceso, mientras que otra área puede tener una distribución conforme al producto. También es común encontrar plantas que operan por completo mediante la distribución por productos, por ejemplo, un área de fabricación de partes seguida por un área de subensamble, y un área de ensamble final al término del proceso. Es posible utilizar diferentes tipos de distribución en cada área, por ejemplo una distribución por procesos en la fabricación, una de grupo de tecnologías en el subensamble y una por productos en el ensamble final.

Figura 9. Planta N° 3 Industrias Faaca Colombia S.A.S. Sabaneta. - Primer Nivel.



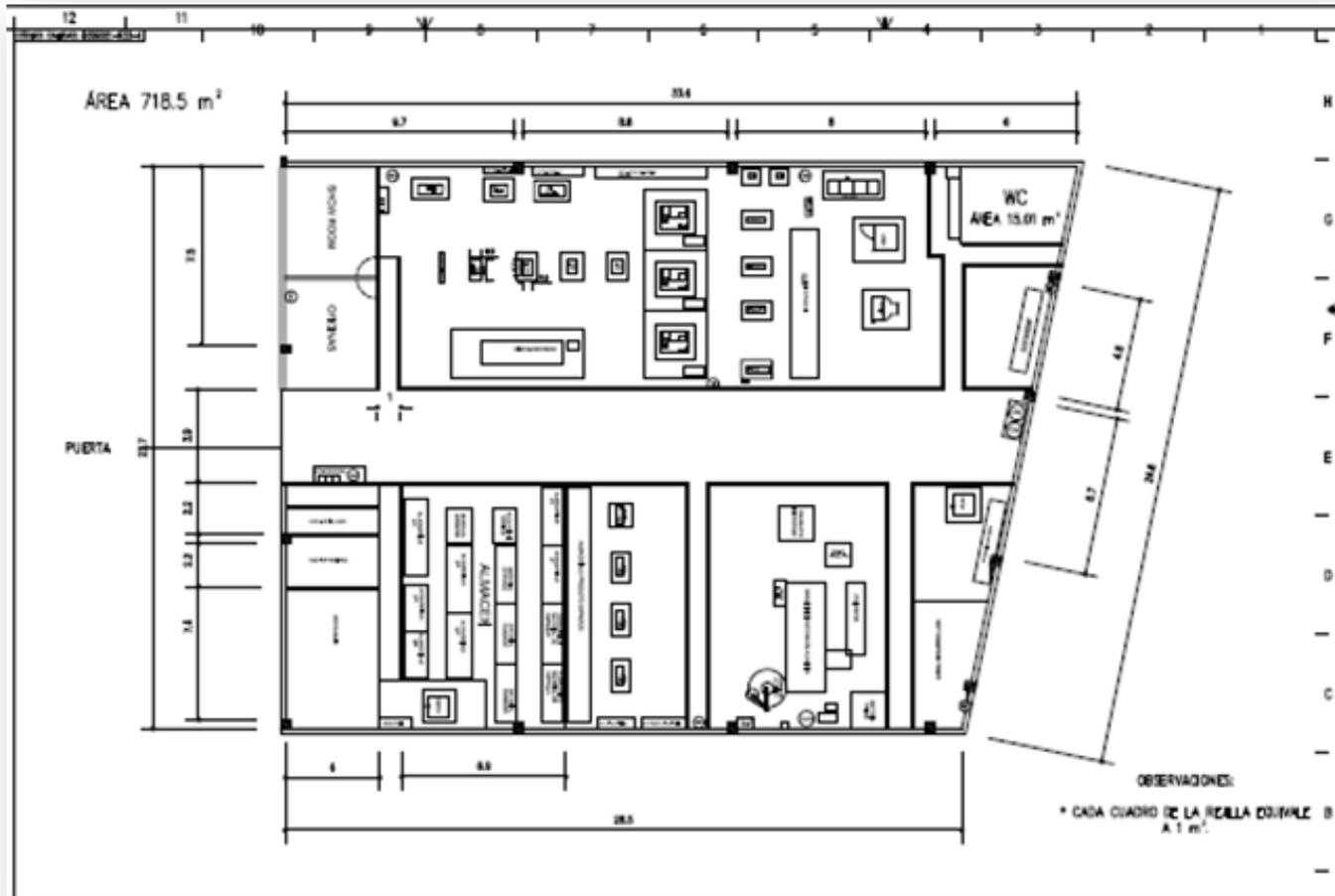
Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 3

Tabla 3. Listado de máquinas Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 3

 LISTADO DE MAQUINARIA DISPONIBLE					
Planta:		N° 2 <input type="checkbox"/>	N° 3 <input checked="" type="checkbox"/>	Ubicación: Sabaneta	
Nº	CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	FUNCIÓN	
1	FRU-01	Fresadora Universal	Mecánico	Perforar, fresar	
2	FRU-02	Fresadora Universal	Mecánico	Perforar, fresar	
3	FRU-03	Fresadora Universal	Mecánico	Perforar, fresar	
4	FRU-04	Fresadora Torreta	Mecánico	Perforar, fresar	
5	CMV-01	Centro de Mecanizado	Mecánico con control numérico	Perforar, fresar, maquinari, desbastar	
6	CMV-02	Centro de Mecanizado	Mecánico con control numérico	Perforar, fresar, maquinari, desbastar	
7	CMV-03	Centro de Mecanizado	Mecánico con control numérico	Perforar, fresar, maquinari, desbastar	
8	CMV-04	Centro de Mecanizado	Mecánico con control numérico	Perforar, fresar, maquinari, desbastar	
9	TOP-01	Torno Paralelo	Mecánico	Deforar, debastar	
10	TOP-03	Torno Paralelo	Mecánico	Deforar, debastar	
11	TOR-01	Torno Revólver Manual	Mecánico	Deforar, debastar	
12	TOR-02	Torno Revólver Automático	Mecánico	Deforar, debastar	
13	TCNC-01	Torno CNC N° 1	Mecánico con control numérico	Maquinado	
14	TCNC-02	Torno CNC N° 2	Mecánico con control numérico	Maquinado	
15	TCNC-03	Torno CNC N° 3	Mecánico con control numérico	Maquinado	
16	TCNC-04	Torno CNC N° 4 - Torreta Motorizada	Mecánico con control numérico	Maquinado	
17	TRQ-01	Troqueladora 75 ton.	Mecánico	Según aplicacion de troquel (Montaje de troqueles)	
18	TRQ-02	Troqueladora Manual	Mecánico	Perforar	
19	TRQ-03	Troqueladora 10 ton.	Mecánico	Perforar	
20	TRQ-05	Troqueladora 65 ton.	Mecánico	Perforar	
21	TRQ-07	Troqueladora	Mecánico	Perforar	
22	SIE-01	Sierra Radial	Mecánico	Corte	
23	SIE-02	Sierra Sin Fin	Mecánico	Corte	
24	SIE-03	Sierra Sin Fin Duval	Mecánico	Corte	
25	ESM-01	Esmeril	Eléctrico	Pulir	
26	ESM-05	Esmeril	Eléctrico	Pulir	
27	ESM-03	Esmeril	Eléctrico	Pulir	
28	TAL-01	Taladro de Columna	Mecánico	Perforar, avellanar,roscar	
29	TAL-02	Taladro Fresador	Mecánico	Perforar, avellanar,roscar	
30	TAL-03	Taladro Fresador	Mecánico	Perforar, avellanar,roscar	
31	TAL-05	Taladro de Columna	Mecánico	Perforar, avellanar,roscar	
32	TAL-06	Taladro Fresador	Mecánico	Perforar, avellanar,roscar	
33	TAL-07	Taladro Fresador	Mecánico	Perforar, avellanar,roscar	
34	PUL-01	Pulidora	Mecánico	Pulir	
35	PUL-02	Pulidora	Mecánico	Pulir	
36	BAL-01	Banda Lijadora	Mecánico	Pulir	
37	BAL-02	Banda Lijadora	Mecánico	Pulir	
38	BAL-03	Banda Lijadora	Mecánico	Pulir	
39	TAM-01	Tambor	Mecánico	Pulir	
40	SOL-05	Equipo de Soldadura Eléctrica	Eléctrico	Soldar	
41	COM-01	Compresor Atlas Copco	Mecánico	Suministro de aire	
42	REC-01	Rectificadora	Mecánico	Rectificado (partes planas)	
43	AFU-01	Afiladora Universal	Mecánico	Afilado de fresasy brocas	
44	PHR-01	Prensa Hidráulica	Hidráulico	Prensar, insertar	
45	CIZ-01	Cizalla Manual	Manual	Corte	
46	SEL-01	Máquina Selladora Manual	Manual	Empaque	
47	HOR-01	Horno Recocido Lámina	Gas	Recocido de material y secar	

Fuente: Creación propia.

Figura 11. Planta N° 2 Industrias Faaca Colombia S.A.S. Itagüí.



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2

Tabla 4. Listado de máquinas Industrias Faaca Colombia S.A.S. Planta N° 2

 LISTADO DE MAQUINARIA DISPONIBLE				
Planta: N° 2 <input checked="" type="checkbox"/> N° 3 <input type="checkbox"/> Ubicación: Itagüí				
Nº	CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	FUNCIÓN
1	ME-001	COMPRESOR INGERSOL RAND	Electromecánico	Suministro de aire
2	ME-002	TORNO PARALELO	Electromecánico	Maquinar
3	ME-003	TROQUELADORA 60 Ton	Electromecánico	Según aplicacion de troquel, Perforar
4	ME-004	PRENSA HIDRÁULICA	Hidráulico	Prensar, insertar
5	ME-004 A	PRENSA HIDRÁULICA	Hidráulico	Prensar, insertar
6	ME-005	TRONZADORA	Electromecánico	Corte
7	ME-006	ESMERIL	Eléctrico	Pulir
8	ME-006 A	ESMERIL	Eléctrico	Pulir
9	ME-006 B	ESMERIL	Eléctrico	Pulir
10	ME-007	LIJADORA DE BANDA	Electromecánico	Pulir
11	ME-008	TALADRO FRESADOR	Electromecánico	Perforar, avellanar,roscar
12	ME-008 A	TALADRO FRESADOR	Electromecánico	Perforar, avellanar,roscar
13	ME-009	PANTOGRAFO	Gas	Corte
14	ME-010	SOLDADURA MIG	Gas	Soldar
15	ME-010 A	SOLDADURA MIG	Gas	Soldar
16	ME-010 B	SOLDADURA MIG	Gas	Soldar
17	ME-010 C	SOLDADURA MIG	Gas	Soldar
18	ME-012	DOBLADORA NEUMATICA	Neumática	Doblar
19	ME-013	DOBLADORA CNC	Eléctrico con control numérico	Doblar
20	ME-014	HORNO PINTURA	Gas	Pintar
21	ME-014 A	CABINA PINTURA ELECTROSTATICA	Manual	Preparar, enganchar
22	ME-016	SELLADORA DE BOLSAS	Eléctrica	Empaque
23	ME-021	TANQUES DE LAVADO	Gas	Lavado
24	ME-026	INYECTORA DE ALUMINIO	Electromecánico	Inyección de componentes

Fuente: Creación propia.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

5.1.1 Antecedentes, historia y evolución del diseño de plantas industriales. Con la revolución industrial se da inicio a una serie de sucesos y aportes como descubrimientos tecnológicos que han impulsado la búsqueda de nuevos métodos de producción los cuales permitirían fabricar bienes en grandes cantidades y con características iguales o similares que a su vez llevaron a la necesidad de estudiar un posible rediseño para la transformación de las fábricas que a través del tiempo han influido en la vida de los individuos.

(Muther, 1981) Menciona que las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo. Se dieron cuenta también, de que un taller limpio y ordenado era una ayuda tangible y el manejo de materiales empezó también a recibir una mayor atención por lo que se refiere a su movimiento entre dos operaciones.

La implementación del diseño de las plantas industriales ayuda a que la empresa se encuentre en niveles óptimos tanto económicos, de productividad y estructurales; además de aportar a la implementación de métodos para el análisis y solución de problemas.

A consecuencia de la Revolución Industrial y con la producción a máquina y en serie se plantea la separación de las tareas que estuvieron durante siglos a cargo de una sola persona que concebía y construía el producto.

5.1.2 Definición de distribución en planta. Según (Salazar, 2012) la distribución en planta es la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Ésta ordenación comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y

todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse a una instalación ya existente o en una proyección.

La distribución en planta que se pretende plantear en la presente propuesta, hará relación de manera simulada a la unificación de dos plantas, siendo este ya un modo no usual de distribución. Se habla de unificación por el objetivo mismo de, unir dos plantas que siendo de naturaleza similar están en espacios geográficos diferentes.

Se hace necesario entonces, recurrir a los diferentes conceptos de Distribución en Planta que se han asimilado por medio de diferentes autores, con el fin de clarificar el concepto y demarcar la magnitud que se abarcará en la propuesta.

Anteriormente, cuando se hablaba de Distribución en Planta el imaginario hacía referencia únicamente al diseño que podía recibir un espacio geográfico determinado, enmarcado dentro de una bodega vacía, que recibiría posteriormente una instalación pertinente de un espacio fabril; pero con el tiempo se ha determinado que, no sólo este concepto define la distribución.

Acudimos de tal manera a (Muther, 1981), quien nos relaciona que la distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio.

(Muther, 1981) afirma: Una herramienta propia de la ingeniería Industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, lo que se considera que es la solución óptima de diseño del centro de trabajo e incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como la

maquinaria y equipo de trabajo, para lograr de esta manera que los procesos se ejecuten de manera más racional. (Muther, 1981, pág. 374)

Se hace relación al referente bibliográfico como muestra no sólo de que los más reconocidos autores identifican en la distribución una gran herramienta para beneficio de las organizaciones, sino también como ilustración misma de que no existe una disposición de planta única para las organizaciones, ni teniendo estas una actividad en común, más si con unos elementos patrón de uso habitual que indicarán su efectividad, es por ello que, se pone a merced la inventiva y conocimiento del ingeniero industrial para identificar las necesidades y posterior a ello, determinar cuál es el diseño más acertado para la compañía que así lo requiera.

Con la propuesta se logrará percibir desde la concepción que una distribución no se limita a un traslado de máquinas a una nueva ubicación sino por el contrario, este traslado involucra una serie de beneficios que se convierten en objetivos en la medida que se quiere lograr con éxito la distribución y mejoramiento del proceso en general.

La propuesta de distribución en planta en Industrias Faaca Colombia S.A.S. pretende identificar las diversas características que están implicadas para el logro de una adecuada distribución, de tal forma que, al planear la propuesta se considere de antemano la importancia de obtener una adecuada fluidez del trabajo, de las personas en el proceso y de los materiales. Consistente en la consolidación de un diseño autosuficiente sobre la distribución en planta que determine la manera más próxima en la optimización de procesos que actualmente se tiene.

5.1.3 Objetivos de distribución de planta. Según (Salazar, 2012) se plantean los siguientes objetivos para la distribución en planta.

- Reducción de riesgos de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo
- Mejora la satisfacción del trabajador
- Incremento de la productividad
- Disminuyen los retrasos
- Optimización del espacio
- Reducción del material en proceso
- Optimización de la vigilancia

(Salazar, 2012), indica que el objetivo de un trabajo de diseño y distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores de la organización.

Más allá de lograr efectos de satisfacción de costos y seguridad para los colaboradores, es identificar un potencial de productividad del negocio haciéndola más rentable para sus benefactores.

Dadas las condiciones actuales, donde el mundo avanza y se globaliza cada vez más rápido, las organizaciones conciben en la distribución una forma de reorganización estructural sin pretensión alguna, y no buscan con esta subsanar todos aquellos elementos que no han podido lograrse tras la consecución del negocio, siendo muchas veces limitados con la magnitud de su aplicación. Pero la real situación es, en definitiva que la Distribución en Planta puede lograr resultados favorables perceptibles no sólo para la organización y sus directivos, sino también para todos sus colaboradores. Cuyo alcance llega al límite de permitir la reducción de costos no antes percibidos.

Según García, J (2005) con la Distribución de Planta se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo.

De forma más detallada, se podría decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las mantenciones y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción. (García, Distribución en Planta, 2005)

Siendo este un autor más contemporáneo, podemos denotar que García, tiene en cuenta los pequeños detalles que, regularmente en términos generales no se

pretenden incluir dado la magnitud y los cambios que conlleva una distribución en planta. Sin embargo, es importante tenerlos en cuenta puesto que por cada cambio involucra un beneficio más para cualquiera de los incluyentes en el proyecto.

5.1.4 Principios básicos de la distribución de planta. (Muther, 1981), indica que la Distribución en Planta contempla los siguientes Principios:

- *Principio de la integración en conjunto:* Se debe integrar a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes. Una distribución en planta es la integración de toda la maquinaria e instalaciones en una gran unidad operativa, es decir, que en cierto sentido, convierte la planta en una máquina única.
- *Principio de la mínima distancia recorrida:* ésta debe permitir que las distancias a recorrer por el material y los trabajadores sea la más corta.
- *Principio de la Circulación o Flujo de Materiales:* La distribución debe ordenar las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso se realice en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales. No siempre debe existir un desplazamiento en línea recta o en una sola dirección, muchas buenas distribuciones presentan recorridos en zigzag, en círculo o en “U”.
- *Principio del Espacio Cúbico:* Se obtiene utilizando de manera efectiva todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal que será ocupado por la maquinaria, materiales y trabajadores.
- *Principio de la Satisfacción y de la Seguridad:* La distribución que haga que el trabajo sea más satisfactorio es más efectiva y seguro para los productores y trabajadores. La distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

- *Principio de la Flexibilidad:* La distribución más efectiva es aquella que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes.

5.1.5 Tipos de distribución en planta. Según (García, Distribución en Planta, 2005), antes de tomar decisiones sobre la distribución en planta es conveniente responder a cuatro preguntas:

- ¿Qué centros deberán incluirse en la distribución? Los centros deberán reflejar las decisiones del proceso y maximizar la productividad. Por ejemplo, un área central de almacenamiento de herramientas es más eficaz para ciertos procesos, pero guardar las herramientas en cada una de las estaciones de trabajo resulta más sensato para otros procesos.
- ¿Cuánto espacio y capacidad necesita cada centro? Cuando el espacio es insuficiente, es posible que se reduzca la productividad, se prive a los empleados de un espacio propio e incluso se generen riesgos para la salud y seguridad. Sin embargo, el espacio excesivo es dispendioso, puede reducir la productividad y provoca un aislamiento innecesario de los empleados.
- ¿Cómo se debe configurar el espacio de cada centro? La cantidad de espacio, su forma y los elementos que integran un centro de trabajo están relacionados entre sí. Por ejemplo, la colocación de un escritorio y una silla en relación con otros muebles está determinada tanto por el tamaño y la forma de la oficina, como por las actividades que en ella se desarrollan. La meta de proveer un ambiente agradable se debe considerar también como parte de las decisiones sobre la configuración de la distribución, sobre todo en establecimientos de comercio al detalle y en oficinas.
- ¿Dónde debe localizarse cada centro? La localización puede afectar notablemente la productividad. Por ejemplo, los empleados que deben interactuar con frecuencia unos con otros en forma personal, deben trabajar en una ubicación central, y no en lugares separados y distantes, pues de ese modo se reduce la

pérdida de tiempo que implicaría el hecho de obligarlos a desplazarse de un lado a otro.

Según (Acero, 2009), existen cuatro tipos principales de distribución en planta que son: Distribución por posición fija, Distribución por proceso, Distribución por producto y Distribución por producto.

5.1.5.1 Distribución por posición fija. Consiste básicamente en construir el producto donde va a quedar, permanece en un solo lugar y por tanto las máquinas, personal y demás equipos empleados en la construcción se llevan hacia el producto. Sus características son:

- Demanda baja y esporádica.
- Productos grandes imposible o muy difícil de mover.
- Altamente personalizado.

5.1.5.2 Distribución por proceso. Se utiliza generalmente cuando hay gran variedad de productos con poca demanda entre los productos, en este tipo de distribución las operaciones de la misma naturaleza se encuentran agrupadas, además se considera una demanda insuficiente para dedicar equipos a un solo producto. Sus características son:

- Bastante producto en proceso.
- Los departamentos se organizan de acuerdo a los procesos.
- Máquinas con funciones y capacidades similares.
- Bajo porcentaje de utilización de las máquinas.

5.1.5.3 Distribución por producto. Este tipo de distribución es denominada "Producción en Cadena", la maquinaria y equipos requeridos son agrupados en una misma zona, y según el proceso de fabricación, generalmente es utilizado

cuando existe poca variedad de producto y alta demanda del producto o productos. También se recomienda el uso de este tipo de distribución cuando hay una demanda constante y el suministro de materiales es fácil y continuo. Sus características son:

- Cortos plazos de entrega
- Baja flexibilidad
- Un nivel alto de consistencia

5.1.6 Distribución de diseños Híbridos: Este tipo de distribución busca obtener beneficios principalmente de los tipos de distribución por procesos y por producto, combinando la eficiencia de la distribución por producto y de la flexibilidad de la distribución por procesos, permitiendo que un sistema de alto volumen y uno de bajo volumen puedan coexistir en la misma instalación.

Hay dos formas de desarrollar una distribución híbrida que son: la célula de trabajador y la tecnología de grupo.

5.1.6.1 Célula de trabajador, múltiples máquinas. Este tipo de distribución consiste en que un mismo trabajador se encargue de la operación de varias máquinas al mismo tiempo, creando así la producción mediante un flujo de línea, se aplica perfectamente cuando los volúmenes de producción no son suficientes para mantener a todos los trabajadores de una línea de producción ocupados. Sus características son:

- Las maquinas se disponen en forma de U
- Reduce los niveles de inventario

5.1.6.2 Tecnología de grupo. Esta opción de distribución es comúnmente utilizada en volúmenes de producción pequeños, en lo que se quiere obtener las ventajas de una distribución por producto. En esta técnica no se limita a un solo trabajador,

sino que aquí las partes o productos con características similares se agrupan en familias junto a las maquinas utilizadas en su producción. Sus características son:

- Distribución de máquinas en células separadas
- Reduce el tiempo de permanencia de cada trabajo en el taller
- Simplifica las rutas que recorren los productos

La tabla 5 muestra un comparativo de los tipos de distribución.

Tabla 5. Tipos de distribución y sus ventajas (Acero, 2009)

Por Producto	Por Proceso o Funcional	Posición Fija
Menor transporte de materiales	Mejor utilización de maquinaria	El transporte de materiales se reduce al mínimo.
Menor cantidad de materiales en proceso y menor espacio temporal	Flexibilidad en la asignación de equipo.	Asegura continuidad por asignación de equipo de operarios responsables.
Uso efectivo de la mano de obra por especialización, facilidad de entrenamiento y mayor oferta a menor costo.	Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos.	Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos.
Mayor facilidad de control.	Mayor incentivo al operario por la diversidad de funciones.	Permite cambios en el diseño de productos y secuencias de operaciones.
Se simplifica la planeación, control y supervisión de la producción.	Más fácil continuidad de producción por avería de maquinaria, escasez de material o ausencia de operarios.	Es más flexible.

Fuente: Acero, L. (2009). Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos. Bogotá: Ecoe Ediciones.

De acuerdo a las condiciones actuales de las dos plantas de producción de Industrias Faaca Colombia S.A.S. se encuentra más viable la aplicación de una Distribución por Procesos (también llamada “tipo taller” o “distribución funcional”) ya que las investigaciones previas nos conducen a identificar una gran variedad de productos los cuales presentan procesos de fabricación similares y por lo tanto el uso de maquinaria similar que podría ser agrupada de acuerdo a su funcionalidad, generando un mayor aprovechamiento de los recursos. Adicionalmente éste tipo

de distribución requiere tener en cuenta un especial cuidado en la flexibilidad que se debe aplicar en los equipos o medios utilizados para el transporte y el manejo de materiales de un área de trabajo a otra.

Según (Ríos, 2013), “éste tipo de distribución conlleva a que existan en la organización varias células de trabajo, especializadas en la fabricación de varios componentes o productos, lo cual implica que para elaborar un nuevo producto este tenga que pasar por diferentes centros de trabajo especializados en una función específica. Este tipo de procesos es conocido con el nombre de “procesos de flujo intermitente” y son caracterizados así porque el producto pasa por unos centros de trabajo u otros en una secuencia variable según sus especificaciones. Estos productos son ampliamente diversificados y son fabricados con un volumen y tasa de producción variables. Su flujo de producción es variable y cada ítem puede requerir una secuencia de operación propia. En este tipo de procesos la mano de obra es fundamentalmente cualificada, sin necesidad de supervisión estricta y moderadamente adaptable”.

Siendo así, se pretende trabajar de la mano de teorías claras y precisas, estructuradas por autores competentes que ayudaran a lograr los objetivos propuestos (Muther, 1981) claramente identificado en la Distribución en planta, retomamos su disciplina para dar a conocer el concepto de la unificación a que da lugar la presente propuesta, de la mano de la disciplina que nos puede ofrecer (García, Distribución en Planta, 2005), para darle un criterio costumbrista y radical al cambio esperado

5.1.7 ¿Cuándo es necesario diseñar una distribución de planta?. Expone (Cuatrecasas, 2012) dentro de las situaciones necesarias para efectuar una Distribución de Planta, las siguientes:

- Cuando se proyecta una nueva instalación productiva.
- Cuando se realizan mejoras en los métodos o maquinaria.

Cuando en una instalación productiva en funcionamiento se observa que se producen acumulaciones de semifabricados en alguna fase del proceso de fabricación, o excesivos movimientos de materiales y /o semifabricados, o bien sucede todo lo contrario y se alarga innecesariamente el tiempo de fabricación.

Cuando se modifican los productos que se fabrican, ya sea cambiando los modelos, o bien simplemente si se ha de aumentar o disminuir el volumen de fabricación.

- En el Departamento de Recepción: Congestión de materiales, Problemas administrativos en el departamento, Demora de los vehículos proveedores, Excesivos movimientos manuales o re-manipulación, Necesidad de horas extras.
- En Almacenes: Demoras en los despachos, Daños a materiales almacenados, Pérdidas de materiales, Control de inventarios insuficientes, Elevada cantidad de material, Piezas obsoletas en inventarios, Espacio insuficiente para almacenar, Almacenamiento caótico.
- En el Departamento de Producción: Frecuentes re-disposiciones parciales de equipos, Operarios calificados que mueven materiales, Materiales en el piso, Congestión en pasillos, Disposición inadecuada del centro de trabajo, Tiempo de movimiento de materiales elevado, Máquinas paradas en espera de material a procesar.
- Expedición: Demoras en los despachos, Roturas o pérdidas de materiales.
- Ambiente: Condiciones inadecuadas de iluminación, ventilación, ruido, limpieza, Elevados índices de accidentalidad, incidentalidad o repentina alteración de la tendencia, Alta rotación del personal.
- Condiciones Generales: Programa de producción caótico, Elevados gastos indirectos.
- Expansión de la producción.

- Nuevos métodos.
- Nuevos productos.
- Instalaciones nuevas. (Cuatrecasas, 2012)

5.1.8 Localización de los sistemas productivos y sus plantas. Según (Cuatrecasas, 2012), uno de los aspectos determinantes en el diseño integral de plantas es la localización de las mismas.

En la actualidad, el problema de la localización ha adquirido un inusitado interés debido a la tendencia a la globalización, que hace que las empresas se planteen frecuentemente la localización de sus plantas, no solo a nivel local, regional o de un país, sino incluso en el conjunto de todos los países del mundo.

Son muchos los aspectos determinantes en la localización de las plantas de producción; entre ellos, destacaremos:

- Disponibilidad y coste del suelo.
- Disponibilidad y calificación de la mano de obra.
- Disponibilidad de personal directo y técnico.
- Mercados para el producto acabado accesibles desde la localización.
- Aprovisionamiento de los materiales necesarios, su disponibilidad y precio.
- Comunicaciones: tipos y niveles.
- Sistemas de transporte y facilidades.
- Disponibilidad de la tecnología necesaria.
- Salarios y clima social.
- Reglamentaciones e impuestos.

5.1.9 Soluciones tecnológicas en la distribución de planta.

5.1.9.1 Ingeniería de planta. (Ferré, 1988), afirma: “El diseño de plantas industriales de proceso continuo en cualquier área industrial: química, alimentaria, cementera, metalúrgica, petroquímica, centrales nucleares, etc., se presta a la utilización del ordenador. La complejidad de las instalaciones y sus elementos de monitorización y control, unida a una elevada repetibilidad de módulos y semejanza entre distintas instalaciones, hace necesaria y muy productiva, la automatización de todas las actividades de diseño”.

Los paquetes de soft existentes ofrecen, además de las funciones geométricas básicas, facilidades para:

- Disponer de una amplia librería parametrizada, de modo que la inserción de figuras en el modelo se efectúe en las dimensiones adecuadas.
- Insertar fácilmente las figuras en la dirección deseada, o con las condiciones de contorno definidas.
- Disponer de plena asociatividad entre modelos y detalles, y entre figuras geométricas y sus propiedades.
- En general se construye un modelo en 3D de la instalación de los equipos industriales, la estructura de soporte, las conducciones, válvulas e instrumentos de control. Utilizando la dinámica de pantalla, se puede inspeccionar desde distintos puntos de vista. La detección automática de interferencias ayudará a modificar los errores de diseño. (Ferré, 1988)

Una vez finalizado el dibujo y comprobación del modelo, se procede a efectuar los dibujos de detalle, con toda la información gráfica y alfabética necesaria para la fabricación e instalación de los elementos. Las geometrías de los dibujos interesa extraerlas del modelo para conservar la asociatividad y así asegurar coherencia de

datos y facilitar las modificaciones que puedan introducirse. Para que las figuras quepan en el formato de plano a utilizar, el ordenador reduce la figura a la escala conveniente, pero conservando siempre, en la base de datos, las dimensiones reales.

El paquete de soft, dispone también de módulos para dibujar los diagramas del proceso, así como los esquemas de las instalaciones eléctricas y de las redes de tuberías y de la instrumentación de medida y control. Existen también en el mercado programas de cálculo y simulación, tanto de operaciones básicas, como de algunos procesos complejos, que, si bien no acostumbran a estar incluidos en los paquetes gráficos de los suministradores de cad, pueden incorporarse en nuestros sistemas y utilizarse con mayor o menor trabajo de reproceso de datos.

Estos simuladores nos permitirán comprobar, no sólo el correcto funcionamiento de nuestro diseño en condiciones normales, sino también estudiar condiciones anormales, o maniobras fuera de norma y prever los sistemas de seguridad correspondiente.

Se iniciará con un recorrido teórico específico a partir del concepto que ilustra la Distribución en planta, y tras su beneficio cuáles son sus objetivos más representativos en el logro de un flujo de producción acertado, tras el logro de unir en un mismo espacio dos organizaciones de matriz similar.

5.1.9.2 Diseño de plantas industriales. La tecnología en el diseño de plantas industriales, ha aportado grandes ventajas para crear planos con mayor eficiencia en cuanto a capacidad, localización y distribución generando resultados óptimos por medio de herramientas como software, programas especializados y herramientas virtuales (Sanchez, 2013).

Es importante hacer uso de la tecnología y sus múltiples herramientas para el diseño de plantas industriales, ya que traen grandes beneficios como el mayor aprovechamiento del espacio disponible y recursos presupuestados, también

aportan a la eficiencia de la producción ya que el diseño se enfocará en ser fluido y optimizar los procesos que se lleven a cabo en las plantas.

Por medio del diseño de planos en 3D se optimiza más el espacio y recursos. Con software especializado se pueden crear estrategias para que se beneficie el proceso de las plantas. Empleando herramientas tecnológicas para el diseño se incrementa la calidad de los planos a ejecutar y fluidez del mismo.

Los planos y maquetas constituyen para el arquitecto una herramienta indispensable y eficaz para comprender y controlar el efecto que producen los espacios proyectados.

El desarrollo de la tecnología hoy en día permite facilitar esta tarea por medio de programas especialmente diseñados en lo que se integran dimensiones y proporciones del terreno que se quiere trabajar a escalas. Algunos de estos software son:

Auto CAD. es un software que tiene amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D. Parte de este programa está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas, tramadas. (PuntoCAD.com, 2014)

Según (PuntoCAD.com, 2014) Auto CAD a partir de la versión 11, utiliza el concepto de espacio modelo, y espacio papel para separar las fases de diseño y dibujo en 2D y 3D, de las específicas para obtener planos trazados en papel a su correspondiente escala.

- MartPlant® 3D. Es el software de diseño de plantas más avanzado ofrecido en dos décadas, es la solución de Intergraph Process, Power & Marine de siguiente generación, basada en datos, manejada por reglas para mejorar los

procesos de diseño de ingeniería mientras se preservan los datos existentes y se hace más útil y re-utilizable.

- SmartPlant de Intergraph de software de modelaje de plantas, SmartPlant 3D es una solución completa y complementaria que provee todas las capacidades necesarias para diseñar una planta, y después mantenerla en estado as-built a través de su ciclo de vida.
- SmartPlant 3D es un producto que ve hacia adelante que está cambiando la forma en que las plantas están siendo diseñadas y hacen su ingeniería. Rompe las limitantes impuestas por software de modelaje de plantas y tecnología de diseño tradicional. En lugar de enfocarse simplemente a lograr el diseño, SmartPlant 3D habilita efectivamente el diseño óptimo, mejorando la productividad y reduciendo los programas del proyecto. (PuntoCAD.com, 2014)

5.1.9.3 Modelización y visualización 3D. El software de diseño y visualización 3D de (INTERGRAPH, 2015) proporcionan una solución sencilla, abierta y escalable que mejorara la eficacia de la producción y la ejecución de los proyectos. Nuestro entorno 3D, basado en reglas, facilita la integración en todas las fases del proceso de diseño.

Un aspecto fundamental en el diseño de las plantas industriales es la facilidad de uso de las aplicaciones que se usan durante el proceso. El software de diseño y visualización 3D de Intergraph es una aplicación moderna con un periodo de formación más corto que otras aplicaciones más antiguas.

El software de diseño y visualización 3D de Intergraph ayuda a acortar los tiempos de formación y a aumentar la productividad. (INTERGRAPH, 2015)

5.1.9.4 Diseño en 4D. (Software para el diseño en 4-D de plantas industriales) (TODOPRODUCTIVIDAD, 2008) Se trata de herramientas de diseños aplicables a

los sectores petroquímico, químico, perforación petrolífera en mar abierto, gas, industria farmacéutica, biotecnología, papel, plantas energéticas, agua, industria alimentaria, construcción de barcos, semiconductores y nuclear. El desarrollador de software de la herramienta que comentamos es CEA Systems, uno de los líderes globales en la creación de soluciones de software de ingeniería para plantas de procesos e instalaciones energéticas. Las herramientas incluyen:

- 4D-EXPLORER: Este software es una herramienta Data Mining, una nueva y poderosa tecnología con gran potencial para ayudar a las compañías a concentrarse en la información más importante de sus bases de datos (Data Warehouse). Con esta herramienta se tiene acceso a toda la información de planta sin la necesidad de conocer datos fundamentales de estructura. 4D-Explorer asegura que se está trabajando con datos coherentes, es completamente configurable a los requerimientos de la compañía y a todos los standards. También permite la configuración de derechos de acceso.
- Plant-4D: Herramienta de software de planta orientada a datos y objeto, que puede ser operada sin ser restringido su uso a una plataforma CAD o sistema de base de datos. La tecnología Plant-4 asegura una completa compatibilidad transparente entre diferentes plataformas CAD, tanto para dibujos como para datos. Por ejemplo, es posible iniciar un proyecto en AutoCAD, continuar con el mismo proyecto en MicroStation, sin perder ninguna información o funcionalidad. La tecnología Plant-4D en combinación con el uso de una única base de datos es la fuerza impulsora que está detrás de la nueva generación en software de diseño de planta. Además de la flexibilidad entre las diferentes plataformas CAD que ofrece Plant-4D, otra ventaja es la estabilidad del software. El motor del software trabaja independientemente de la plataforma CAD, mejorando tanto la estabilidad como la velocidad de operación del software. El módulo se ha desarrollado de tal forma que está asegurada su flexibilidad futura, utilizando las últimas técnicas de programación disponibles. Por último, y como viene siendo cada vez más común

en este tipo de herramientas, el usuario puede configurar su propia herramienta de software entre los varios modelos ofrecidos.

- 4D-Mechanical: Completa suite de software de ingeniería que ofrece un gran número de funcionalidades para el diseño de energía mecánica: Recipientes a presión, materiales, tuberías, elemento finito, procesos y tecnologías marinas. (TODOPRODUCTIVIDAD, 2008)

5.1.10 Gráfica de relaciones y/o matriz de recorridos. (Lee J. Krajewski, 2000)

Define una gráfica REL como la abreviatura de relaciones; la cual, puede utilizarse en lugar de una matriz de recorridos, herramientas que ayudan a determinar los factores de proximidad donde la localización se basa en el número de desplazamientos entre centros trabajo; (Freivalds, 2009) menciona que la matriz de recorridos proporciona la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de manufactura. A veces esta información es útil para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que se pueda reducir un transporte, el analista necesita observar o visualizar dónde hay suficiente espacio para construir una instalación de tal manera que la distancia de transporte puede acortarse. De la misma forma, es de utilidad visualizar las áreas potenciales de almacenamiento temporal o permanente, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo. La mejor manera de proporcionar esta información es conseguir un diagrama de las áreas de la planta involucradas y después bosquejar las líneas de flujo, es decir, indicar el movimiento del material de una actividad a la otra. El diagrama de flujo o recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica

colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte.

El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta.

Con el fin de obtener resultados satisfactorios durante el análisis de los desplazamientos generados en las dos plantas de producción, se propone la elaboración de una gráfica de relaciones que permita visualizar la interrelación de las distintas operaciones que son desarrolladas en el proceso productivo de cada una de las plantas de producción y aplicadas a su vez a cada uno de los productos o familia de productos que están siendo caso de estudio, donde se tendrá en cuenta el número de desplazamientos necesarios de un proceso de fabricación a otro; la cual, se muestra a continuación:

Figura 12. Gráfica de relaciones- planta N° 2.

GRÁFICA DE RELACIONES - PLANTA N° 2

DESDE	PARRILLAS, DEFENSAS, MANUBRIOS Y GATOS																						
	HACIA																						
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Torno Convencional	Troquelado Mecánico	Taladro	Marcación (Punch Mark)	Doblado CNC	Doblado Neumático	Sierra de Disco	Soldadura	Prensa Hidráulica	Mesa Ensamble	Pulido (Esmeril)	Pulido (Mesa-Desbaste)	Lavado	Secado	Pintura	Almacenamiento	Inspección (Calidad)	Mesa Sellado	Empaque y Embalaje	Transporte
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entrada	0																						
Recep. Materia Prima	1																						
Almacén Material Prima	2																						
Torno Convencional	3																						
Troquelado Mecánico	4																						
Taladro	5																						
Marcación (Punch Mark)	6																						
Doblado CNC	7																						
Doblado Neumático	8																						
Sierra de Disco	9																						
Soldadura	10																						
Prensa Hidráulica	11																						
Mesa Ensamble	12																						
Pulido (Esmeril)	13																						
Pulido (Mesa-Desbaste)	14																						
Lavado	15																						
Secado	16																						
Pintura	17																						
Almacenamiento	18																						
Inspección (Calidad)	19																						
Mesa Sellado	20																						
Empaque y Embalaje	21																						
Transporte	22																						

Fuente: Creación propia.

Figura 13. Gráfica de relaciones- planta N° 3.

GRÁFICA DE RELACIONES - PLANTA N° 3

DESDE	BRIDAS, ACOPLÉS, PLACAS, CÁPSULAS Y SOPORTES																			
	HACIA																			
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Corte (Sierra Radial)	Torno (Maquinado CNC)	Taladro Fresador	Taladro Columna	Pulido (Tambor)	Soplado	Pulido (Banda)	Troquelado	Lavado	Secado (Horno)	Fresado	Pulido (Mototool)	Conformado	Identif. e Insp. Final	Almacén Pcto. y Embalaje	Empaque y Embalaje	Transporte Planta N° 1
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entrada	0																			
Recep. Materia Prima	1																			
Almacén Material Prima	2																			
Corte (Sierra Radial)	3																			
Torno (Maquinado CNC)	4																			
Taladro Fresador	5																			
Taladro Columna	6																			
Pulido (Tambor)	7																			
Soplado	8																			
Pulido (Banda)	9																			
Troquelado	10																			
Lavado	11																			
Secado (Horno)	12																			
Fresado	13																			
Pulido (Mototool)	14																			
Conformado	15																			
Identif. e Insp. Final	16																			
Almacén Pcto. y Embalaje	17																			
Empaque y Embalaje	18																			
Transporte Planta N° 1	19																			

Fuente: Creación propia.

5.1.11 Diagrama de PERT. (Freivalds, 2009) Define PERT, como Program Evaluation and Review Technique, que significa Técnica de Revisión y Evaluación de Programas. Un diagrama de PERT, también conocido como diagrama de red o método de la ruta crítica, es una herramienta de planeación y control que retrata de manera gráfica la forma óptima de obtener un objetivo predeterminado, generalmente en términos de tiempo. Esta técnica fue utilizada por las fuerzas armadas estadounidenses para diseñar procesos tales como el desarrollo del misil Polaris y la operación de sistemas de control de submarinos nucleares. Normalmente, los analistas de métodos utilizan los diagramas de PERT para mejorar la programación mediante la reducción de los costos y la satisfacción del cliente. Cuando se utilizan los diagramas de PERT para programar, por lo general los analistas proporcionan dos o tres valores de tiempo para cada actividad. Por ejemplo, si se utilizan tres valores de tiempo, ellos se basan en las preguntas siguientes:

- ¿Cuánto tiempo se necesita para llevar a cabo una actividad específica si todo trabaja perfectamente (valor optimista)?

- En condiciones normales, ¿cuál sería la duración más probable de esta actividad?
- ¿Qué tiempo se necesita para llevar a cabo esta actividad si casi todo falla (valor pesimista)?

Con estos valores, el analista puede desarrollar una distribución de probabilidad del tiempo necesario para llevar a cabo la actividad. En un diagrama de PERT, los eventos (representados mediante nodos) son posiciones en el tiempo que muestran el comienzo y término de una operación particular o grupo de operaciones. Cada operación o grupo de operaciones que se llevan a cabo en un departamento se definen como una actividad y se llaman arcos. Cada arco tiene un número asociado que representa el tiempo (días, semanas, meses) necesario para llevar a cabo la actividad. Las actividades que no consumen tiempo ni costo, pero que sin embargo son necesarias para conservar una secuencia correcta, se llaman actividades supuestas y se muestran con líneas punteadas. Las actividades supuestas se utilizan típicamente para indicar precedencia o dependencias debido a que, de acuerdo con las reglas, no se pueden representar dos actividades mediante el mismo nodo; es decir, cada actividad tiene un solo conjunto de nodos. El tiempo mínimo necesario para llevar a cabo todo el proyecto corresponde a la trayectoria más larga desde el nodo inicial hasta el nodo final. Las actividades que no se encuentran a lo largo de la ruta crítica tienen cierta flexibilidad temporal. Dicha flexibilidad, o libertad, se conoce como flotación y se define como la cantidad de tiempo que una actividad no crítica puede extenderse sin retrasar la fecha de término del proyecto. Esto implica que cuando la intención es reducir el tiempo de terminación del proyecto, llamado ruptura, es mejor concentrarse en las actividades que se encuentran en la ruta crítica que en las que se encuentran en otras rutas.

5.2 DIAGRAMACIÓN

5.2.1 Definición de diagramación. (Muñoz, 2008), hace referencia a los Diagramas como representaciones que permiten presentar cualquier tipo de información, logrando presentar detalles de cualquier proceso y que sea entendida por cualquier persona.

Llama también menciones de autores que referencian los diagramas como instrumentos que se utilizan para facilitar la tarea de observar, analizar y desarrollar los métodos empleados para ejecutar actividades, estos permiten abordarlas de forma ordenada y metódica.

Los diagramas van de lo general a lo particular, se pasa de examinar un conjunto de operaciones, a considerar una solo con más detalles, hasta llegar al estudio pormenorizado de los movimientos del operario.

Siguiendo este principio de lo general y más importante a lo particular y detalle, se aconseja abordar el análisis y mejoras de métodos analizando al operario o al producto, dependiendo de esto los tipos de diagramas a utilizar.

De esta manera, iniciamos una pequeña ilustración sobre los Diagramas con el fin de esbozar las herramientas de las cuales haremos uso para representar los cambios específicos que atravesarían las plantas tras efectuarse su unificación.

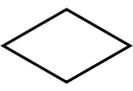
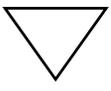
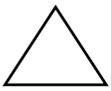
(Franklin, 2004), se refiere a la diagramación como una representación gráfica la cual es realizada partiendo de una serie de “símbolos que clarifican la interrelación de diferentes factores y/o unidades administrativas, así como la relación causa-efecto que prevalece entre ellos”.

Es de resaltar la importancia del uso de la diagramación como un recurso que aporta de forma significativa en la toma de decisiones partiendo de la secuencia de las actividades de los procesos sometidos a estudio.

Existe una serie de símbolos que son utilizados para la elaboración de diagramas de flujo según el tema al cual aplican como el procesamiento electrónico de datos, diagramación administrativa, entre otros.

A continuación se encuentran los símbolos de diagramación que más aplican a los procesos de producción de la empresa Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2 y N° 3:

Figura 14. Símbolos de diagramación

SIMBOLO	REPRESENTA
	Operaciones. Fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección y medición. Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y producto.
	Operación e inspección. Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Transportación. Indica el movimiento de personas, material o equipo.
	Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	Decisión. Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Entrada de bienes. Productos o material que ingresan al proceso.
	Almacenamiento. Depósito y/o resguardo de información o productos.

Fuente: Muther, R. (1981). *Distribución en Planta*. Barcelona: Edit. Hispano Europea.

5.2.2 Aspectos en la diagramación. (Muñoz, 2008), hace mención de algunos aspectos que tras su realización son perceptibles tras la elaboración de un Diagrama.

- Representación gráfica de los hechos.
- Mayor visión de la relación entre las operaciones.
- Obtener los detalles por observación directa, según el proceso.
- Verificar: Exactitud de los hechos, totalidad del registro de los hechos y Demasiadas suposiciones

5.2.3 Tipos de diagramas. Los diagramas o gráficos según (Muñoz, 2008) son empleados en los estudios de mejora de métodos, no utilizándose todos en la misma circunstancia, ni tampoco son los únicos posibles, sino más bien los que puedan considerar como modelos, siendo susceptibles de adaptarse a los casos más diversos que suele presentarse en la práctica. No obstante, pueden idearse o elaborarse otros, más o menos basados en ellos, que se amoldan mejor a cada caso específico.

- Diagrama de Operaciones
- Diagrama de Proceso (diag. proceso)
- Diagrama de Flujo de Recorrido (diag. De flujo del proceso)
- Diagrama Hombre-Máquina(s)
- Diagrama de Cuadrillas.

Un diagrama de operaciones de procesos es la representación gráfica del punto en donde los materiales se integren al proceso, y de la secuencia de inspecciones y todas las demás operaciones, excepto aquellas que se relacionen con el manejo de materiales, también incluye toda la importación conveniente para su análisis, como el tiempo requerido y la ubicación. (Muñoz, 2008)

Este tipo de diagrama se puede representar en dos modalidades, en forma lógica o secuencial, en orden en que van apareciendo las operaciones y la forma de ensamble.

Todos los materiales opcionales, los quebrados y las tolerancias, se evalúan en cuanto a su función, confiabilidad, servicio y costo. Después se revisan las operaciones en busca de posibles métodos opcionales de procesamiento, fabricación, maquinado, o ensamblado y cambio de herramientas y equipo. ¿Se puede eliminar, combinar, modificar o simplificar las operaciones? Las inspecciones se analizan en busca de niveles de calidad, para reemplazarlas con técnicas de muestreo durante el proceso o por medio de la ampliación del puesto de operaciones relacionadas. Los valores de tiempo se revisan en función de métodos y herramientas alternativas y por supuesto, del uso de servicio externos para equipo de aplicación especial. (Muñoz, 2008)

5.2.4 Diagrama de Proceso. El diagrama de proceso es una representación gráfica de los acontecimientos que se producen durante una serie de acciones u operaciones y de la información concerniente al mismo. Este tipo de diagrama o esquema también pueden referirse, solamente a las operaciones e inspecciones en cuyo caso sería un diagrama de operaciones. Particular utilidad cuando se trata de tener una idea de los trabajos realizados sobre un conjunto de piezas o componentes que constituyen un montaje, grupo o producto. (Muñoz, 2008).

La utilidad de esta clase de diagrama es de constituir un examen previo y sintetizado de los procesos, que pueden servir como base a estudios posteriores más amplios detallados. Mediante este examen podemos darnos cuantas de los

hechos de más relevancia, por ejemplo, si se puede eliminar una operación, situar las inspecciones en el momento y lugar adecuado racionalizar los movimientos de materiales y piezas, y eliminar o disminuir las demoras.

Los diagramas de procesos pueden representarse sobre hojas, sobre todo cuando se trata de describir acontecimientos que atañen a mas piezas o bien las actividades de más de una persona. Cuando se está habituando a utilizarlos regularmente, es preferible adoptar impresos previamente.

Es un instrumento para analizar los costos ocultos, permite reducir la cantidad y duración de las demoras, traslados y almacenamientos; se realiza el análisis de operaciones mediante:

- Manejo de materiales
- Distribución de los equipos en la planta
- Tiempo de retrasos.
- Tiempos de almacenamientos. (Muñoz, 2008)

5.2.5 Diagrama de Flujo / Recorrido. (Muñoz, 2008) Indica que, es una representación gráfica sobre el plano del área en el cual se desarrolla la actividad, con las ubicaciones de los puestos de trabajo y el trazado de los movimientos de los hombres y/o materiales.

Este tipo de diagrama se utiliza cuando los recorridos que siguen los materiales y piezas son largos, en general, cuando por una u otra causa se debe tener en cuenta de manera especial o hacer resaltar este factor, por la importancia que pueda tener en el estudio. Otra modalidad es el diagrama planimétrico (Layout), que se realiza trasladando sobre él las actividades registradas en el diagrama de proceso, con sus correspondientes símbolos e idéntica numeración a la utilizada.

Este diagrama también se caracteriza porque la ruta del material o del operario, que se ha graficado, se representa por líneas, otra característica es que si un movimiento se regresa sobre la misma ruta, o se repite en la misma dirección, se debe usar líneas separadas para cada movimiento, con el fin de hacer resaltar esta acción de retroceso.

Existen tres tipos de diagramas de flujo o recorrido, que son:

- Hilos, cuando el proceso se sigue en líneas continuas.
- Tridimensional, cuando el proceso se refleja en tres planos.
- Niveles, cuando el proceso abarca más de un nivel o pisos.

Con el proyecto se lograra percibir desde la concepción que una distribución no se limita a un traslado de máquinas a una nueva ubicación sino por el contrario, este traslado involucra una serie de beneficios que se convierten en objetivos en la medida que se quiere lograr con éxito la distribución y mejoramiento del proceso en general.

Se ilustra de la misma manera, una clasificación de los modelos de Distribución en planta que nos orientaran durante la elaboración de la propuesta, esto basados permanentemente en el flujo de los procesos que la empresa dispone, puesto que con ello se busca demostrar que la distribución de ninguna manera pretende cambiar la situación de los principios de la compañía sino por el contrario radicar la propuesta con base en ellos y fortalecerlos.

Será el proceso mismo quién determine para entonces, cuál de los enfoques que ofrecen los diferentes autores son precisos para relacionar y aplicar en la propuesta y que a su vez, sirvan como parámetro de perspectiva para alcanzar todos los objetivos que se pretenden con la implementación de una Distribución en planta, siendo claros que el objetivo permanente recae sobre el éxito de la unificación.

5.2.6 Diagrama de Pareto. (González, 2013), menciona que el Diagrama de Pareto es una representación gráfica que ordena las causas de un problema de mayor a menor repercusión. Muestra cómo unas causas, «pocas y vitales» son responsables de la mayor parte de los defectos (aproximadamente el 80%), y las separa de las «muchas y triviales» que son responsables, solamente del 20%. Esta técnica recibe el nombre de Pareto en honor al conde Vilfredo Pareto, un economista italiano del siglo XIX.

Según (Netzahualcoyotl, 2010) “el diagrama de Pareto es un método visual para identificar los problemas más significativos, que serán representados por barras según su importancia relativa”.

El doctor Joseph M. Juran lo transformó en la regla:

“El 20 % de las causas producen el 80 % de los efectos observados”

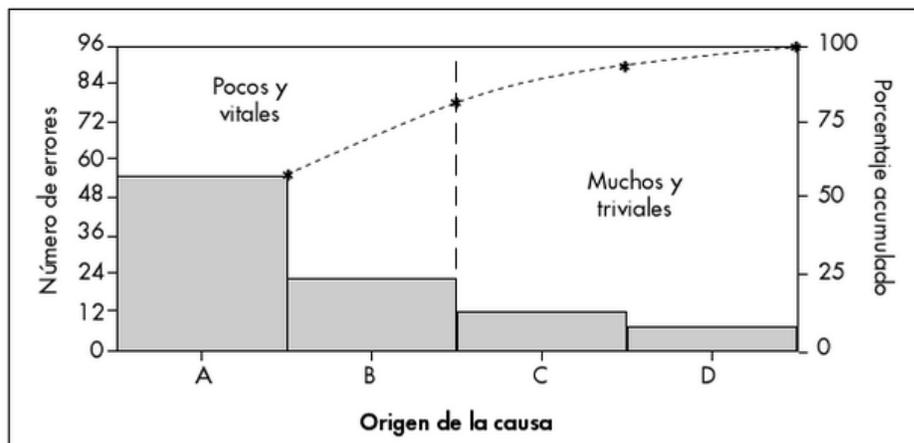
Para la construcción del Diagrama de Pareto se siguen los pasos citados a continuación:

- Disposición de los datos. Es necesario recopilar los datos y verificar que éstos son correctos.
- Anotación de la magnitud de cada elemento que contribuye al estudio, y se ordenan de mayor a menor. Se calcula también la magnitud total del conjunto de los mismos.
- Se calcula el porcentaje total que representa cada elemento, así como el porcentaje acumulado. Ej: porcentaje de piezas de un defecto sobre el total de piezas defectuosas.

El porcentaje acumulado para cada uno de los elementos que contribuyen al problema se obtiene mediante la suma de los porcentajes de los elementos anteriores más el porcentaje del propio elemento del que se trate.

- Se trazan los ejes del Diagrama. En el eje vertical izquierdo se representan las magnitudes de los distintos efectos; la escala del eje está comprendida entre cero y la magnitud total de los efectos. En el eje vertical derecho se representan los porcentajes acumulados, por tanto su escala es de cero a cien; el punto que representa a cien está alineado con el que muestra la magnitud total de los efectos detectados. Por último, el eje horizontal muestra los distintos factores que contribuyen al problema.
- Se trazan las barras correspondientes a cada elemento que contribuye al efecto final. La altura de cada barra representa su magnitud en orden desde el mayor a la izquierda hasta el menor a la derecha.
- Se representa el gráfico lineal que representa el porcentaje acumulado que se había calculado con anterioridad.

Figura 15. Diagrama de Pareto



Fuente: Netzahualcoyotl, V. S. (2010). *Reflexiones acerca de la Calidad*. México: Instituto Politécnico Nacional.

En conclusión (Netzahualcoyotl, 2010) menciona que “Un diagrama de Pareto no es una herramienta para resolver problemas, sino más bien un método de análisis”. Esta herramienta nos muestra que es más prudente identificar y eliminar

los problemas mayores que son los que conducen a un ahorro rápido en los costos.

Ésta herramienta de calidad servirá como base para la identificación de los productos más fabricados en cada una de las plantas de producción ya que su metodología es completamente apropiada y aplicable en la recolección y análisis de los datos y así poder determinar y centrar todos los esfuerzos en éstos productos por ser los más representativos para la compañía.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

La propuesta de unificación de las dos plantas de Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2 y N° 3 se considera de acuerdo a su finalidad como una investigación aplicada ya que se basa en fundamentos teóricos establecidos por autores estudiosos del tema.

El proyecto presenta un enfoque de tipo mixto debido a que la recolección de la información está representada en datos tanto cuantitativos, como cualitativos identificados de la siguiente forma:

- **Cuantitativos:** Esta debe tener en consideración la clasificación por familia de productos, cantidades producidas por familias de productos, representación económica de cada una de esas familias sobre el total de las ventas, desplazamientos durante la cadena productiva, indicadores de productividad actual, costos de fabricación, área requerida por máquina y por medios de almacenamiento, listado de personal involucrado en los procesos de producción, costo-beneficio, área total necesaria para la unificación.
- **Cualitativos:** Clasificación de procesos por familias de productos, tipos de medios de almacenamiento, descripción de características consideradas para la elección del espacio físico requerido.

De acuerdo al nivel de conocimiento el proyecto es de carácter explicativo puesto que se identifica un problema de exceso de desplazamiento en algunos productos incurriendo en altos costos, encontrando en ello que una de las soluciones más viables es la unificación de las dos plantas de producción.

En este proyecto se acudirá a la investigación de campo puesto la propuesta estará basada en la información recopilada por medio de la observación directa de cada una de las plantas de producción, aplicación de técnicas de recolección de datos, análisis del flujo de procesos de las dos líneas de productos más

significativos económicamente para la compañía y mediciones de las maquinarias para definir los espacios requeridos para tal fin.

El proyecto está asociado a una investigación no experimental puesto que se limitará la observación para la toma de datos y posterior análisis en un período de tiempo transversal determinado por un solo momento en la investigación; lo que nos llevará a establecer una propuesta de unificación de las dos plantas de producción.

6.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El proyecto se realizará teniendo en cuenta las técnicas específicas para la recolección de datos, así:

La información documental que permita conocer los productos más fabricados en la compañía, esto de acuerdo a los registros históricos de volúmenes de ventas por cada tipo de producto y las proyecciones de ventas esperadas, los principales procesos productivos de acuerdo a su aporte económico y los planos de las dos plantas de producción.

Adicionalmente se consultan documentos como trabajos de grado elaborados por otros investigadores y que son relacionadas con el tema de investigación.

Se aplicará la técnica de la entrevista al personal administrativo, supervisores y operadores que permanecen en el área de producción, de tal forma que permita analizar y definir las condiciones de seguridad en los diferentes puestos de trabajo las cuales deben ser contempladas al plantear la propuesta para unificación de las dos plantas de producción.

La Observación directa en el área de producción de cada una de las plantas con el fin de conocer el desarrollo y flujo de los procesos realizados.

La elaboración y análisis de los diferentes diagramas que aporten o permitan visualizar y determinar el tiempo y los recorridos necesarios para la ejecución de los procesos de producción de forma asertiva y así tener una base para la presentación de diversas opciones de distribución.

6.1.1 Fuentes primarias. El Personal Administrativo, Supervisores y Operadores son quienes conocen la información relacionada con el proceso productivo y por lo tanto pueden suministrar datos valiosos al momento de generar y aportar ideas para para el proceso de unificación de las plantas de producción.

La secuencia de los procesos y el comportamiento de estos permiten extraer información indispensable para la disposición eficiente de los elementos en el ciclo productivo; lo cual se puede lograr por medio de la observación y toma de tiempos.

6.1.2 Fuentes secundarias. Los Planos de las dos plantas de producción, indicadores de productividad, listados de maquinaria, listados de personal suministrados por la empresa.

Información relacionada con la distribución de plantas obtenida en libros, tesis, páginas web y la formación obtenida en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

La metodología que se realizará inicia con la consecución de la información, lo que a su vez permitirá realizar un diagnóstico en cuanto a espacio requerido para la unificación de las plantas.

Lo anterior será posible basándose en los planos actuales de las instalaciones, en los listados de maquinaria, en los flujos de proceso y en los diagramas de recorrido.

La propuesta comprende cuatro (3) etapas dentro de las cuales se identifican el Reconocimiento de los productos, la Caracterización de las plantas según los procesos y la Distribución física maestra.

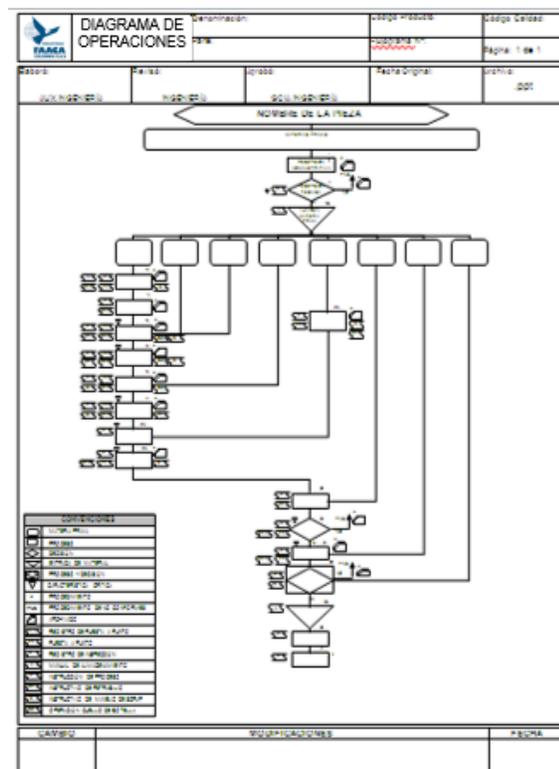
Figura 17. Diagrama de recorrido planta de producción Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2.



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2.

En la etapa de Caracterización de las plantas según los procesos se identifican los elementos que hacen parte fundamental de las dos plantas y que por lo tanto constituyen la estructura que las conforma, implicando con ello realizar un reconocimiento de los espacios a través de los planos de cada una de las plantas, identificando las actividades y procesos realizados en conformidad con el diagrama de flujo, el comportamiento organizacional de los materiales, los medios de almacenamiento y el grupo de trabajo que interviene en el proceso de fabricación de ambas plantas. Durante la etapa se consolidan en su mayoría fuentes primarias construidas a partir de la información capturada en la primera etapa, haciendo uso de instrumentos como el diagrama de flujo, el diagrama de recorrido, el diagrama de procesos y la simulación de las actividades vinculadas a los puestos de trabajo. Entre los formatos utilizados destacamos:

Figura 18: Diagrama de operaciones



Fuente: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/18/6.html>. Con modificación propia.

Para la etapa de Distribución física maestra se estima dar a conocer el modelo mediante el cual se expresará la propuesta de unificación de las dos plantas, combinando fuentes primarias y secundarias que consoliden armónicamente los elementos que integrarán los dos espacios en uno. Se utilizarán instrumentos como los planos a escala, donde se dimensione la necesidad de espacio que requiere la integración de todos los procesos, se identificarán los centros de operaciones de acuerdo a la lógica del diagrama de flujo y de la cadena de producción, integrando diagramas que especifiquen las condiciones en las que interactúan los puestos de trabajo y el aprovechamiento de actividades simuladas para concretar y fortalecer la propuesta.

7. RESULTADOS

7.1 DIAGRAMA DE PARETO

Industrias Faaca Colombia S.A.S. es una organización que presenta diversas líneas de productos que están clasificadas en sus tres plantas de producción teniendo en cuenta el tipo de negocio.

Entre los proyectos realizados por la Compañía en la Planta N° 2 y N° 3 encontramos varias familias de productos; las cuales, son analizadas por medio de la herramienta de Diagrama de Pareto que a su vez permitirá identificar y priorizar aquellas que representan mayores ingresos económicos a la empresa y mayor participación en cuanto a niveles elevados de producción (determinado en unidades de fabricación).

De acuerdo a lo anterior, se genera el Listado de Productos más Fabricados y a partir de ésta información se inicia el Diagrama de Pareto para la planta N° 2 y otro para la planta N° 3, a través del cual se obtienen unos resultados que pueden demostrar que el 20% de las familias de productos generan el 80% de las ventas, la tabla N° 8 muestra el listado de de productos mas fábricados.

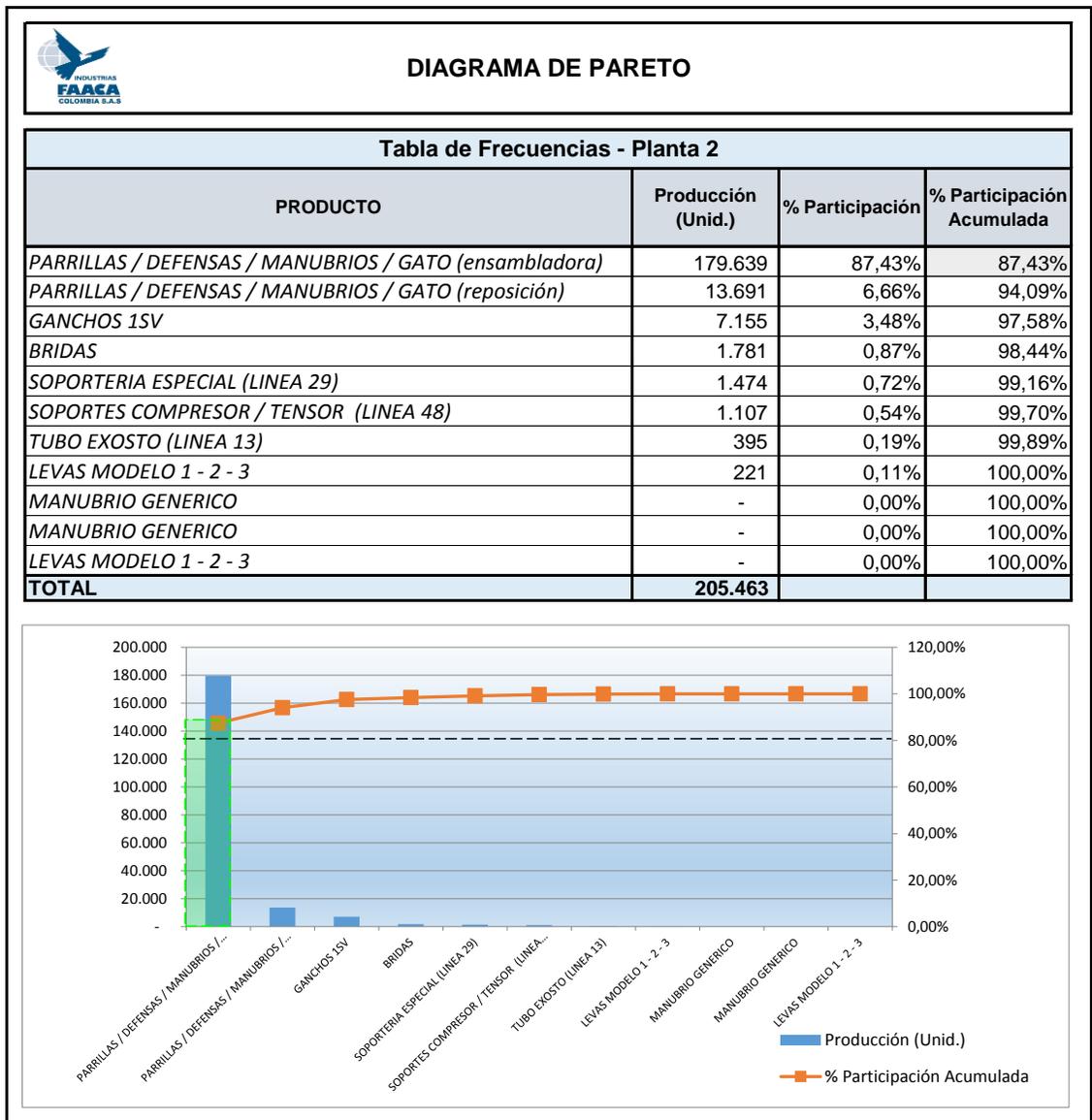
El Listado de Productos más Fabricados brinda la posibilidad de identificar en primera instancia que las familias de productos que mayor ingresos económicos generan y mayor unidades se producen son las Parrillas, Defensas, Manubrios y Gatos por parte de la Planta N° 2 y en la Planta N° 3 se identifican las Bridas, Acoples, Cápsulas y Placas; sin embargo, adicional a las anteriormente mencionadas también encontramos que la familia de Soporte Compresor y Soporte Tensor reflejan el segundo porcentaje más alto en términos de ventas.

Tabla 8. Listados de productos más fabricados.

 LISTADO DE PRODUCTOS MAS FABRICADOS			Fecha:	
PRODUCTOS DE MAYOR PRIORIDAD DE FABRICACIÓN			2016-02-11	
Nº	DESCRIPCIÓN	VOLÚMEN PRODUCCIÓN ANUAL	% (según volumen)	% (según ventas)
PLANTA 2				
1	TUBO EXOSTO (LINEA 13)	395	0,19%	0,28%
2	SOPORTERIA ESPECIAL (LINEA 29)	1.474	0,72%	1,21%
3	SOPORTES COMPRESOR / TENSOR (LINEA 48)	1.107	0,54%	0,81%
4	BRIDAS	1.781	0,87%	0,46%
5	GANCHOS 1SV	7.155	3,48%	0,21%
6	PARRILLAS / DEFENSAS / MANUBRIOS / GATO (reposición)	13.691	6,66%	4,47%
7	PARRILLAS / DEFENSAS / MANUBRIOS / GATO (ensambladora)	179.639	87,43%	92,26%
8	MANUBRIO GENERICO	-	0,00%	0,01%
9	LEVAS MODELO 1 - 2 - 3	221	0,11%	0,24%
10	MANUBRIO GENERICO	-	0,00%	0,04%
11	LEVAS MODELO 1 - 2 - 3	-	0,00%	0,00%
Total Planta 2		205.463	100,00%	100,00%
PLANTA 3				
1	ABRAZADERAS (LINEA 10)	8.012	0,40%	0,29%
2	BRIDAS / ACOPLER / CAPSULAS / PLACAS (LINEA 11)	1.330.264	65,84%	53,90%
3	BUJES T7T / BUJES CON ROSCA (LINEA 17)	56.841	2,81%	4,20%
4	TAPA TUBO / DIVISORES (LINEA 20)	250.166	12,38%	1,52%
5	FLEJES / RIELES (LINEA 24)	10.754	0,53%	0,20%
6	RACORES (LINEA 26)	19.693	0,97%	1,06%
7	SOPORTERIA ESPECIAL (LINEA 29)	153.022	7,57%	5,98%
8	TUERCAS / AMORTIGUADORES / VALVULAS (LINEA 32 - 36)	99.907	4,94%	8,77%
9	SOPORTES COMPRESOR / TENSOR (LINEA 48)	10.477	0,52%	15,66%
10	SOPORTES TERIUS	-	0,00%	0,00%
11	TUERCAS / BOQUILLAS / BUJES / ABRAZADERAS / BRIDAS	26.487	1,31%	2,30%
12	TORNILLO / GANCHO 1BN / SOPORTE SILLIN	54.446	2,69%	1,86%
13	MUNDO YAMAHA	-	0,00%	0,00%
14	DEFENSA SLIDER GENERICO	95	0,00%	0,35%
15	ACOPLES LEVAS	273	0,01%	0,10%
16	TAPONES MANUBRIOS	38	0,00%	0,03%
17	AJUSTADORES PARA MANUBRIOS	-	0,00%	0,00%
18	DEFENSA SLIDER GENERICO	-	0,00%	0,00%
19	ACOPLES LEVAS	5	0,00%	0,00%
20	TAPONES MANUBRIOS	-	0,00%	0,00%
21	AJUSTADORES PARA MANUBRIOS	-	0,00%	0,00%
22	VENTAS TALLER	-	0,00%	3,77%
Total Planta 3		2.020.480	100,00%	100,00%

Fuente: Creación Propia

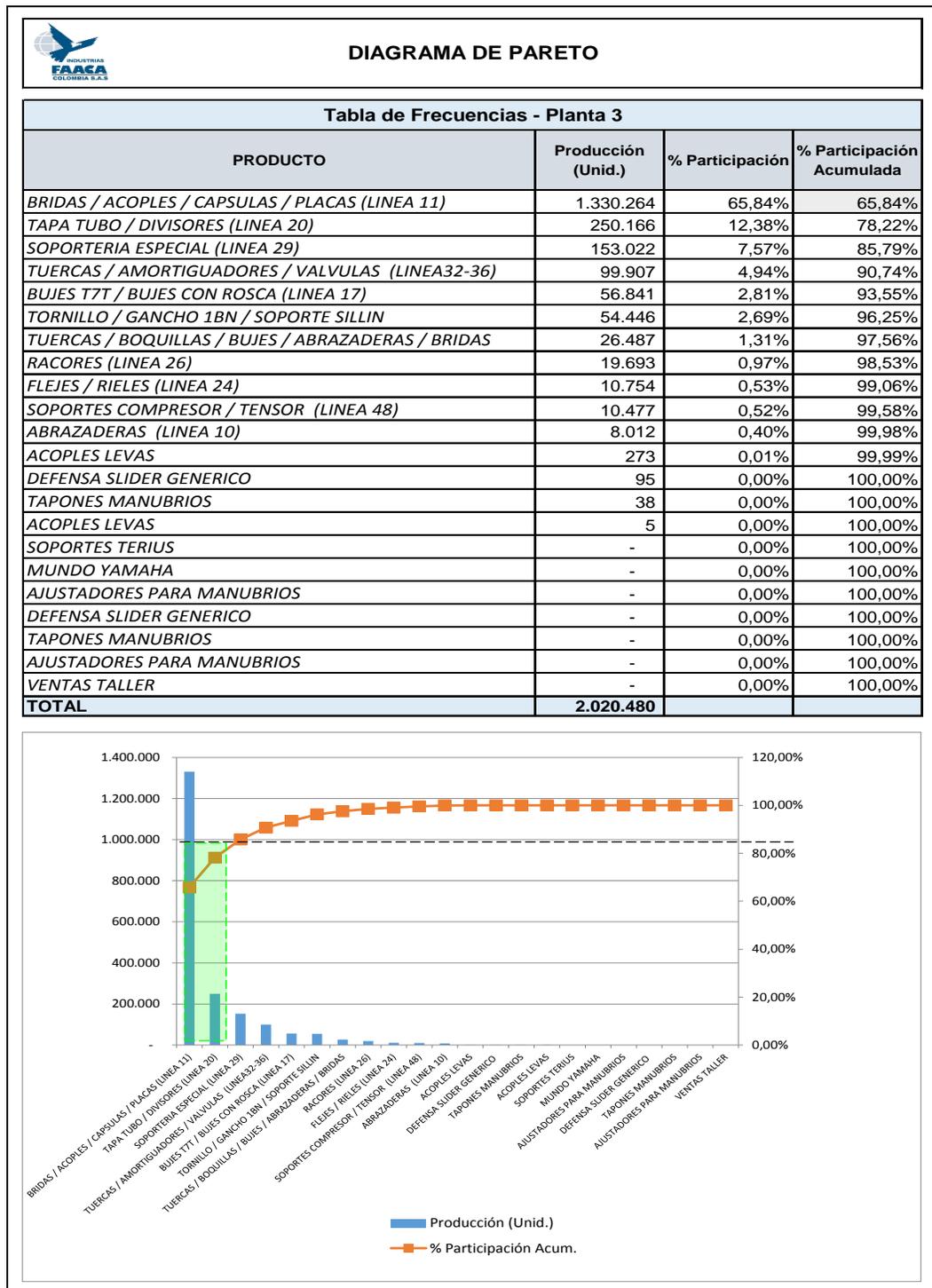
Tabla 9. Diagrama de Pareto -planta N° 2



Fuente: Creación Propia

En este Diagrama de Pareto podemos concluir que en la Planta N° 2 las familias de producto más significativas para la Compañía corresponde a piezas como Parrillas, Defensas, Manubrios y Gatos (de Ensambladoras) con un porcentaje de participación total del 87.43% con respecto a las 11 familias de productos restantes.

Tabla 10. Diagrama de Pareto – Planta N°3.

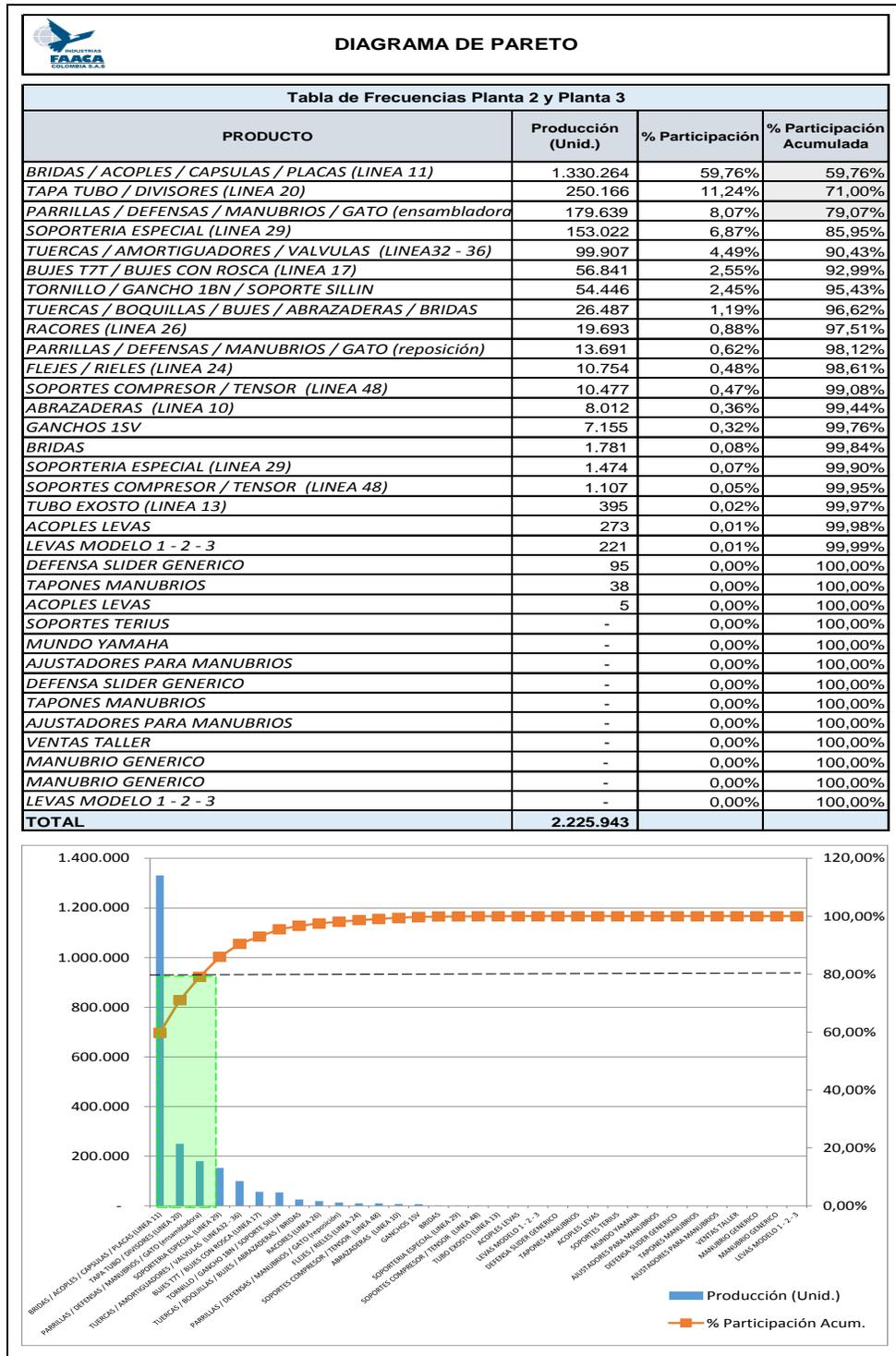


Fuente: Creación Propia

Para el caso de la Planta N° 3 se concluye que la familia de productos más representativa para la empresa es la de Bridas, Acoples, Cápsulas y Placas representando una participación total del 65.84% con respecto a las demás 21 familias de productos.

De acuerdo a los resultados obtenidos según el análisis realizado se determina la necesidad de consolidar la información presentada a través de un nuevo Diagrama de Pareto debido a que la propuesta presentada en éste proyecto consta en unificar las dos plantas de producción en una misma área geográfica y de este modo se podrá reflejar el resultado final de ambas plantas con los productos que representan mayor aporte a la empresa de acuerdo a su participación.

Tabla 11. Diagrama de Pareto – Planta N°2 y Planta N°3



Fuente: Creación Propia

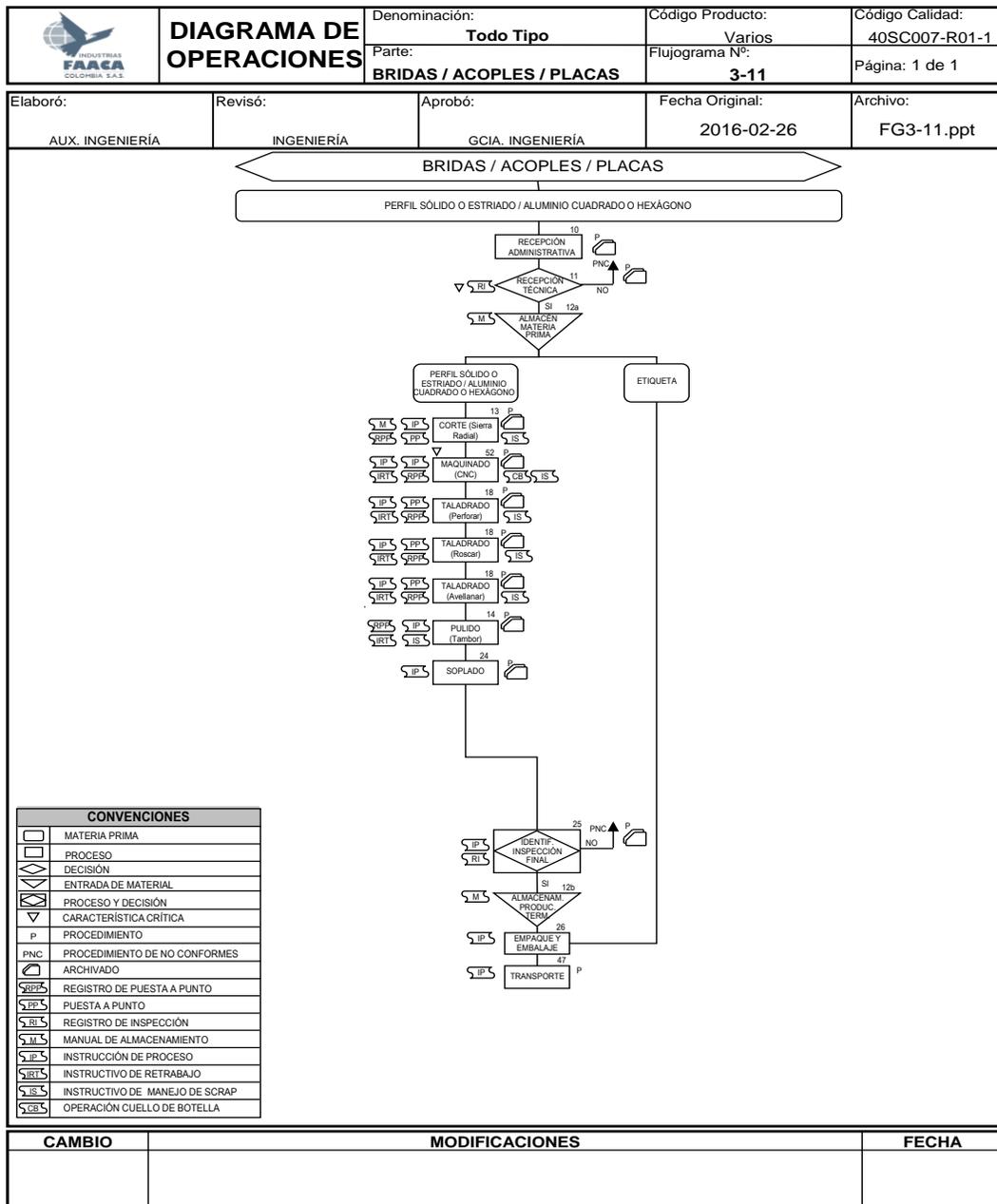
Al agrupar la información de ambas plantas de producción se ratifica la información obtenida en los Diagramas de Pareto anteriores, en el que se logra conocer, determinar y decidir hacia cuales familias de productos deben ser orientadas todas las prioridades evidenciando los más representativos en piezas como Parrillas, Defensas, Manubrios, Gatos (de Ensambladoras) con un 8.07% de participación y Bridas, Acoples, Cápsulas y Placas con un 59.76%.

Sin embargo, cabe mencionar que según los resultados reflejados en el Diagrama de Pareto se encuentra la familia de Tapa Tubo y Divisores con un porcentaje de participación del 11.24%; familia de productos que no será tenida en cuenta debido a que para el año 2016 se proyecta una disminución significativa en la producción de éstas piezas ya que ésta son integradas como subproducto de una materia prima.

7.2 DIAGRAMA DE OPERACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el Diagrama de Pareto se elabora el Diagrama de Operaciones de los productos más significativos buscando que éstos proporcionen una visión clara y transparente acerca de cada uno de los pasos del proceso facilitando la rápida comprensión de las actividades y su relación con las demás.

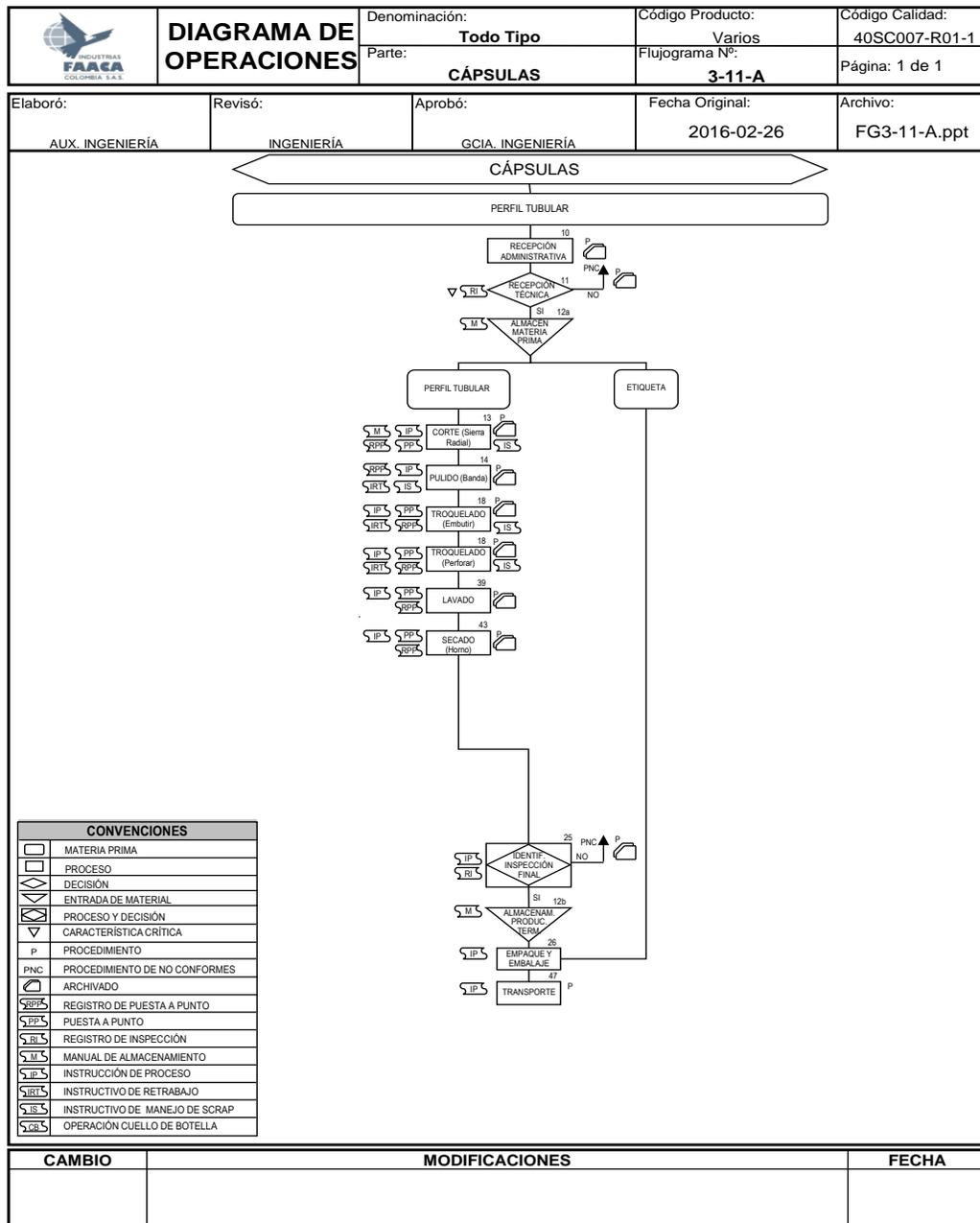
Figura 19. Diagrama de operaciones de bridas, acoples y placas.



Fuente: Creación propia.

En este Diagrama de Operaciones se integran los productos como Bridas, Acoples y Placas ya que todos estos pasan por los mismos procesos productivos durante su secuencia de actividades.

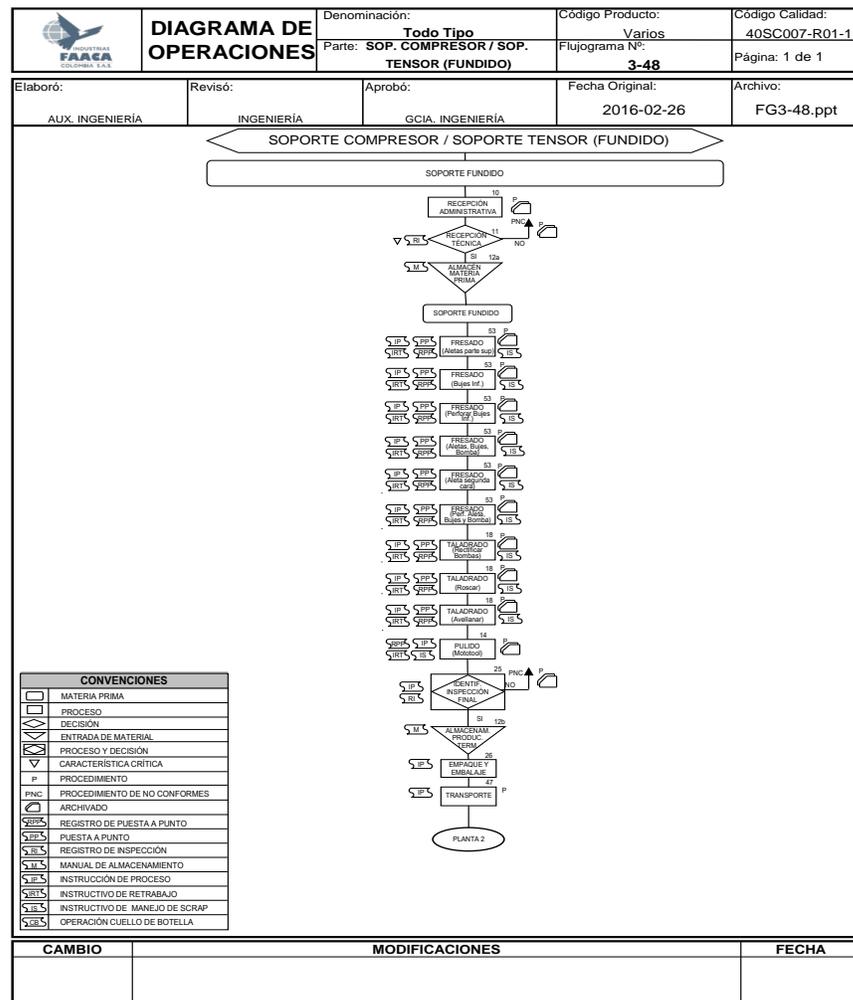
Figura 20. Diagrama de operaciones de cápsulas.



Fuente: Creación propia.

El anterior Diagrama de Operaciones aplica sólo para la familia de Cápsulas debido a que ninguna otra familia de productos presenta esta misma secuencia de actividades.

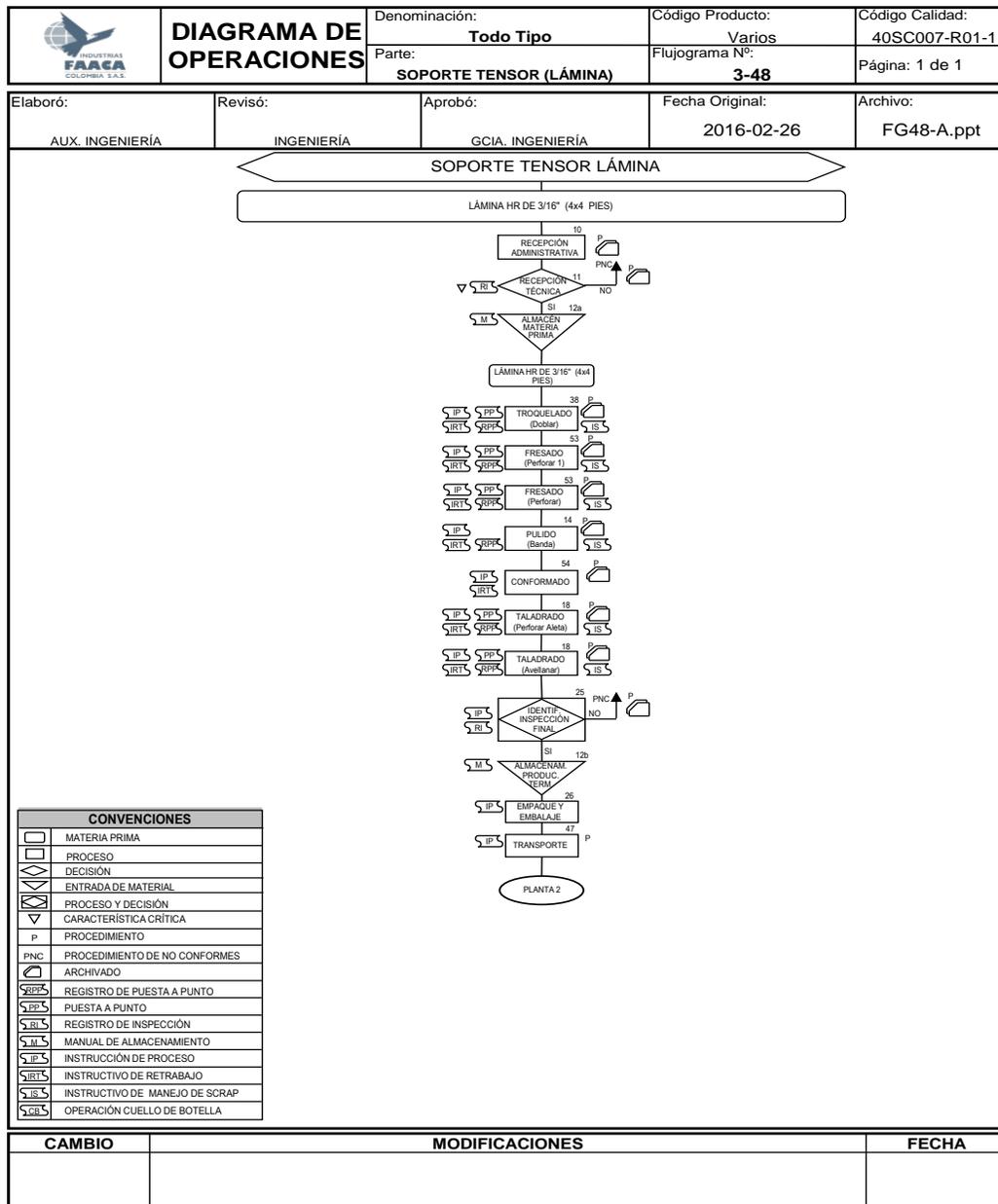
Figura 21. Diagrama de operaciones de soporte compresor y soporte tensor.



Fuente: Creación propia.

Aunque la familia de productos como Soporte Compresor y Soporte Tensor (Fundido) relacionados en el Diagrama de Operaciones no se evidencia en el Diagrama de Pareto como una de las familias más representativas en cuanto a porcentaje de participación, se considera conveniente incluirlo en el estudio debido a que sus aportes económicos en términos de ventas son notorios en el análisis realizado al Listado de Productos más Fabricados y se observa adicionalmente que éstos productos inician su ciclo productivo en la Planta N° 3 y lo finalizan en la la Planta N° 2.

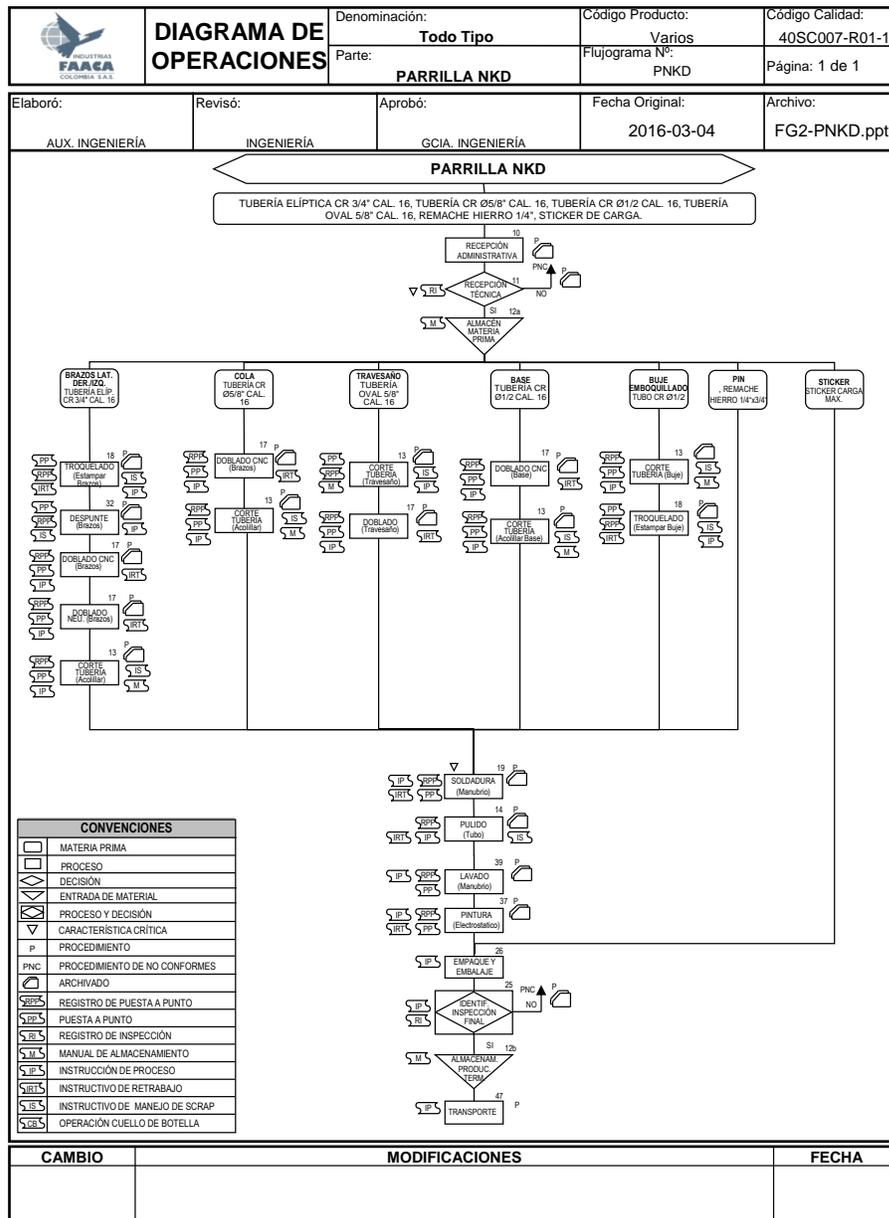
Figura 22. Diagrama de operaciones de soporte tensor (lámina).



Fuente: Creación propia.

El Diagrama de Operaciones para la familia de Soporte Tensor en Lámina también es incluido en los estudios, debido a su participación según lo visualizado en el Listado de Productos más Fabricados.

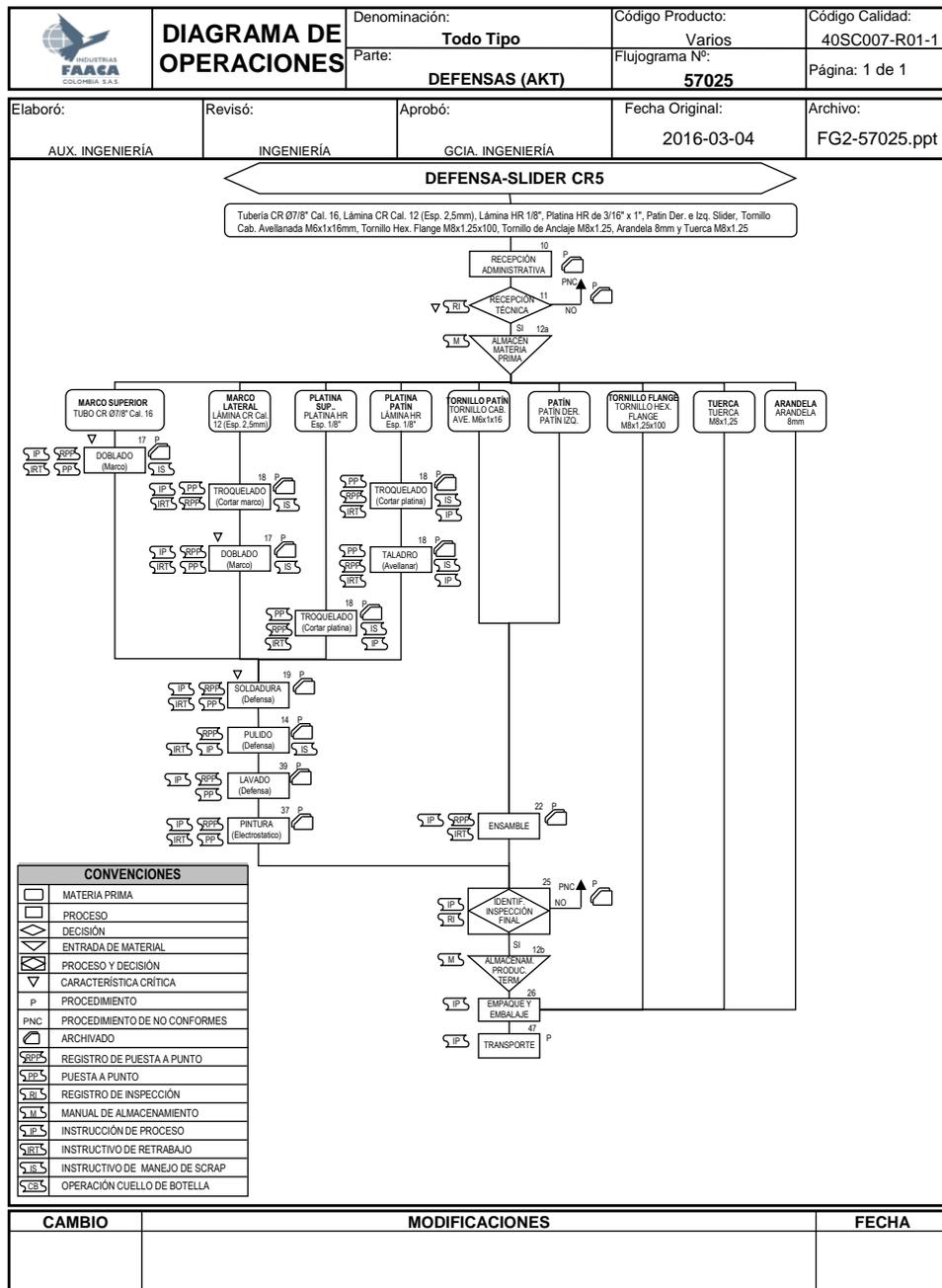
Figura 23. Diagrama de operaciones de parrilla NKD.



Fuente: Creación propia.

La familia de productos de Parrillas definidos en éste Diagrama de Operaciones son fabricados en la Planta N° 2 y a diferencia de las familias de productos de la Planta N° 3 incluyen varias materias primas necesarias en el proceso de fabricación.

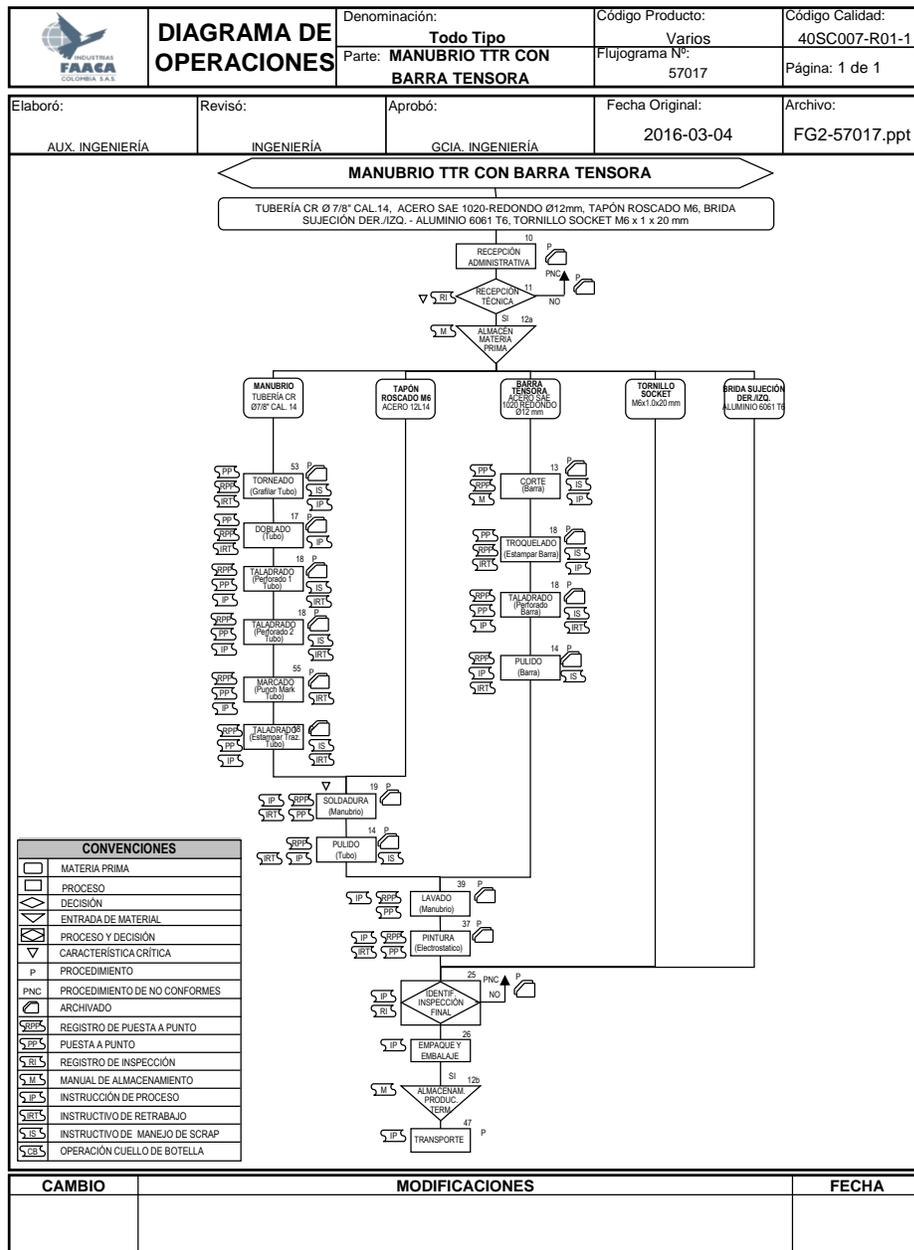
Figura 24. Diagrama de operaciones de defensas (AKT).



Fuente: Creación propia.

El anterior Diagrama de Operaciones contiene la secuencia de actividades para la producción de Defensas.

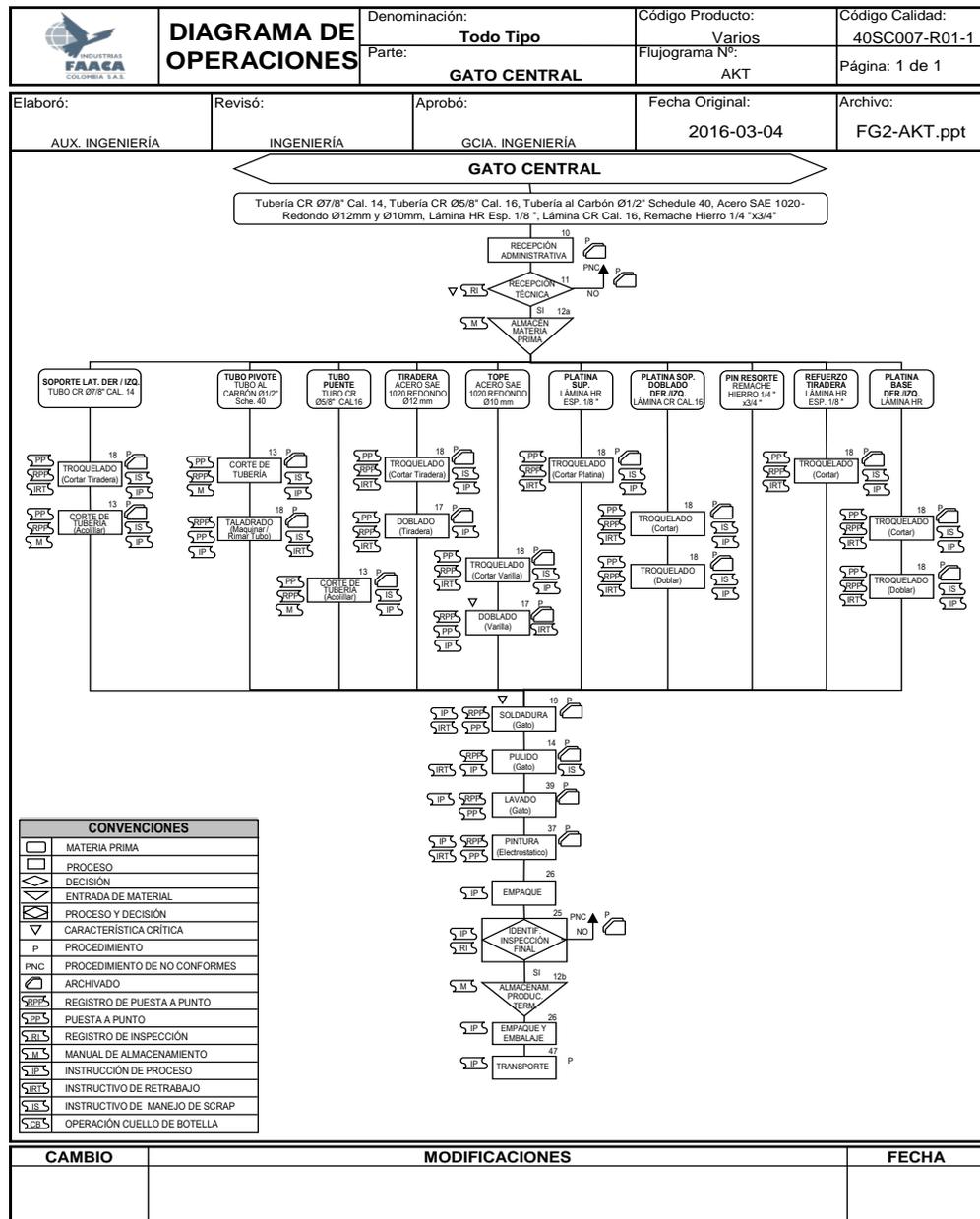
Figura 25. Diagrama de operaciones de Manubrio TTR con barra tensora.



Fuente: Creación propia.

El Diagrama de Operaciones de Manubrios permite identificar que es uno de los productos de la Planta N° 2 con menos cantidad de materias primas que ingresan a los procesos de fabricación.

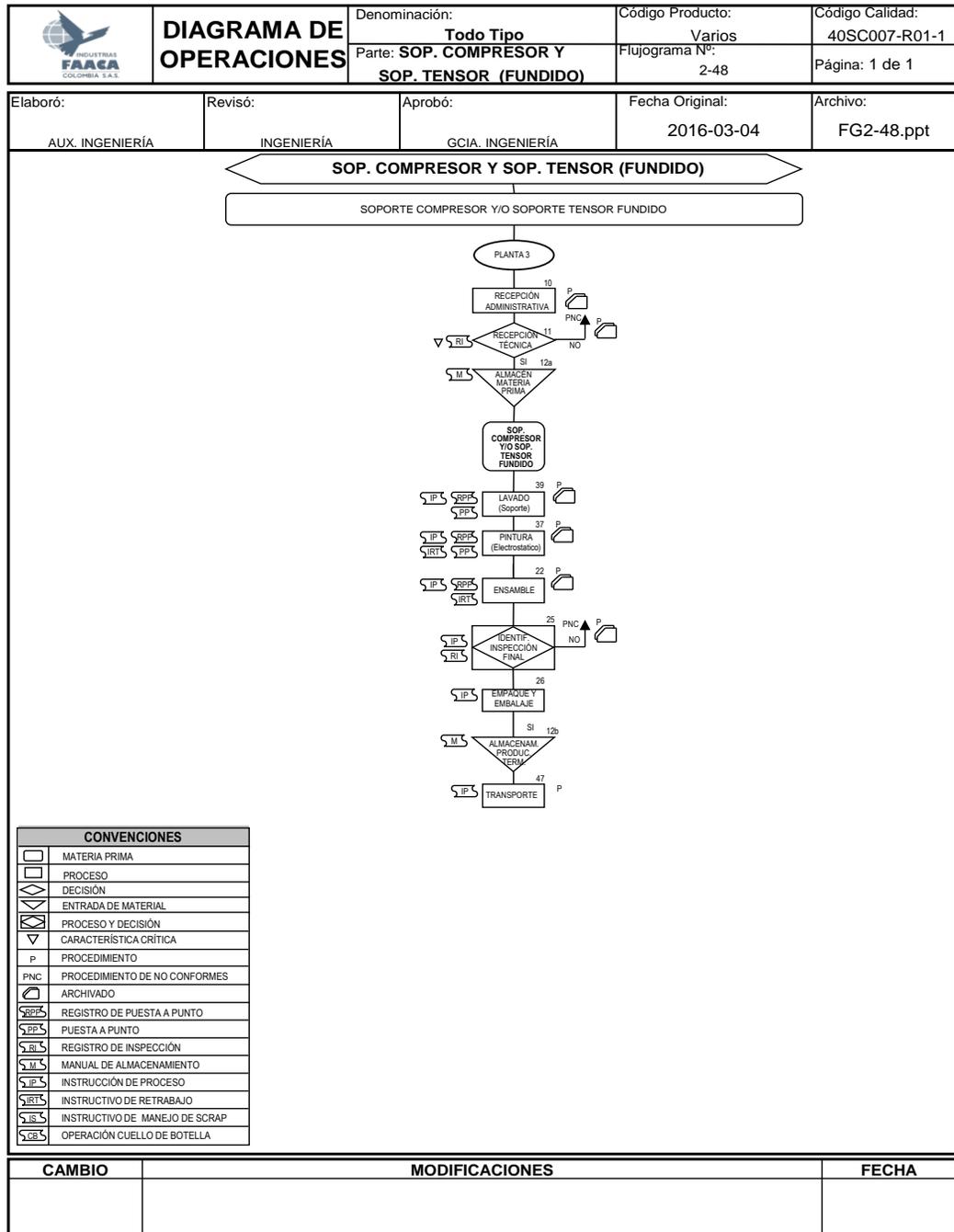
Figura 26. Diagrama de operaciones de gato central.



Fuente: Creación propia.

El Diagrama de Operaciones de Gatos indica que es una de las familias de productos de la Planta N° 2 con mayor cantidad de materias primas que ingresan a los procesos de fabricación.

Figura 27. Diagrama de operaciones de soporte compresor y soporte tensor (fundido).



Fuente: Industrias Faaca Colombia S.A.S. N° 2

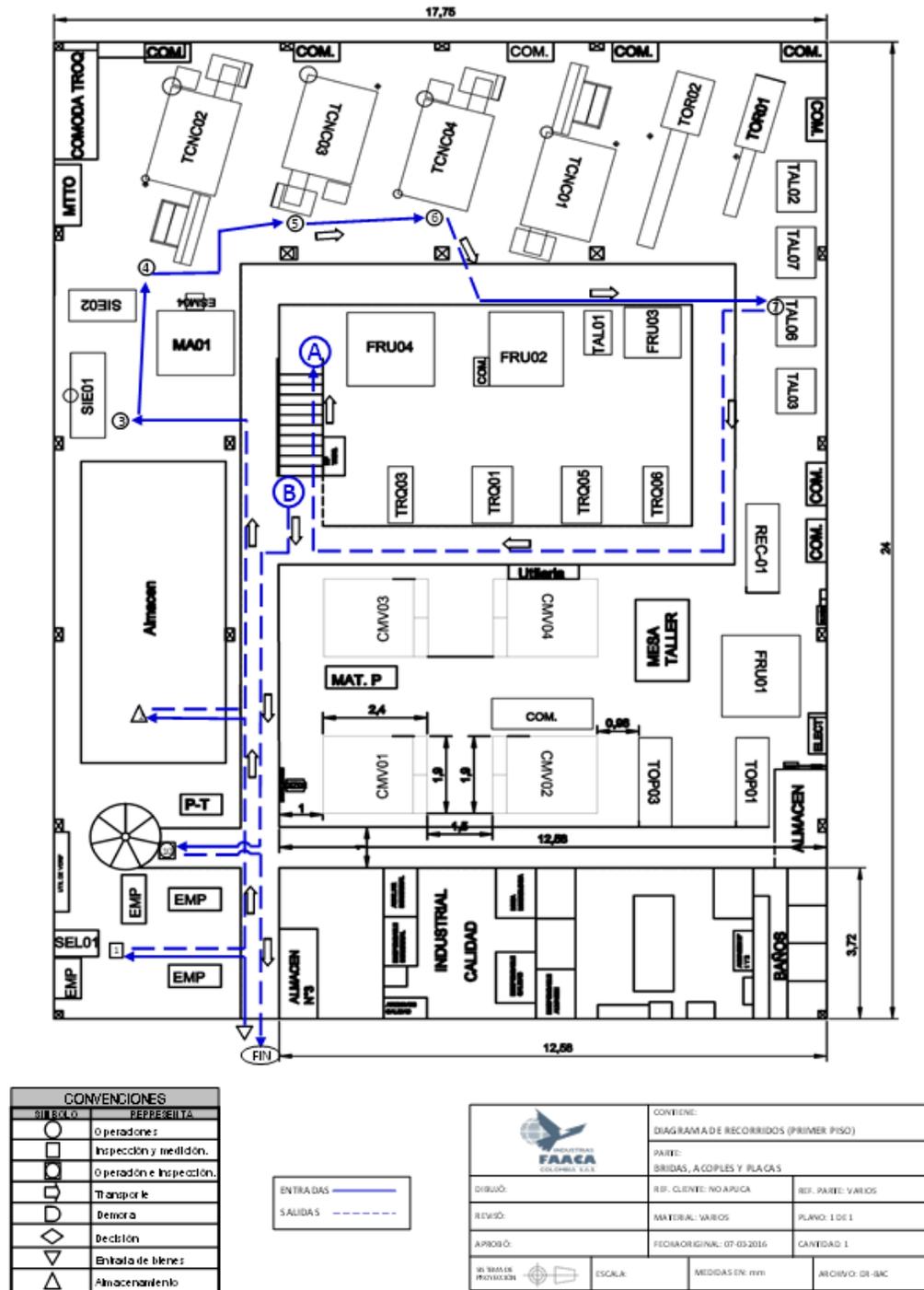
El Diagrama de Operaciones definido para los Soporte Compresor y Soporte Tensor (Fundido) señala que éste producto inicia su proceso de fabricación en la Planta N° 3 y finaliza la secuencia de operaciones en la Planta N° 2 lo que significa que existen costos adicionales por transporte y tiempos por desplazamiento de una planta de producción a la otra.

7.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO

Los Diagramas de Recorrido que se presentan a continuación permiten de modo más visual reconocer el movimiento que realizan las piezas a fabricar y sus materiales de una actividad a otra y los lugares de mayor tránsito.

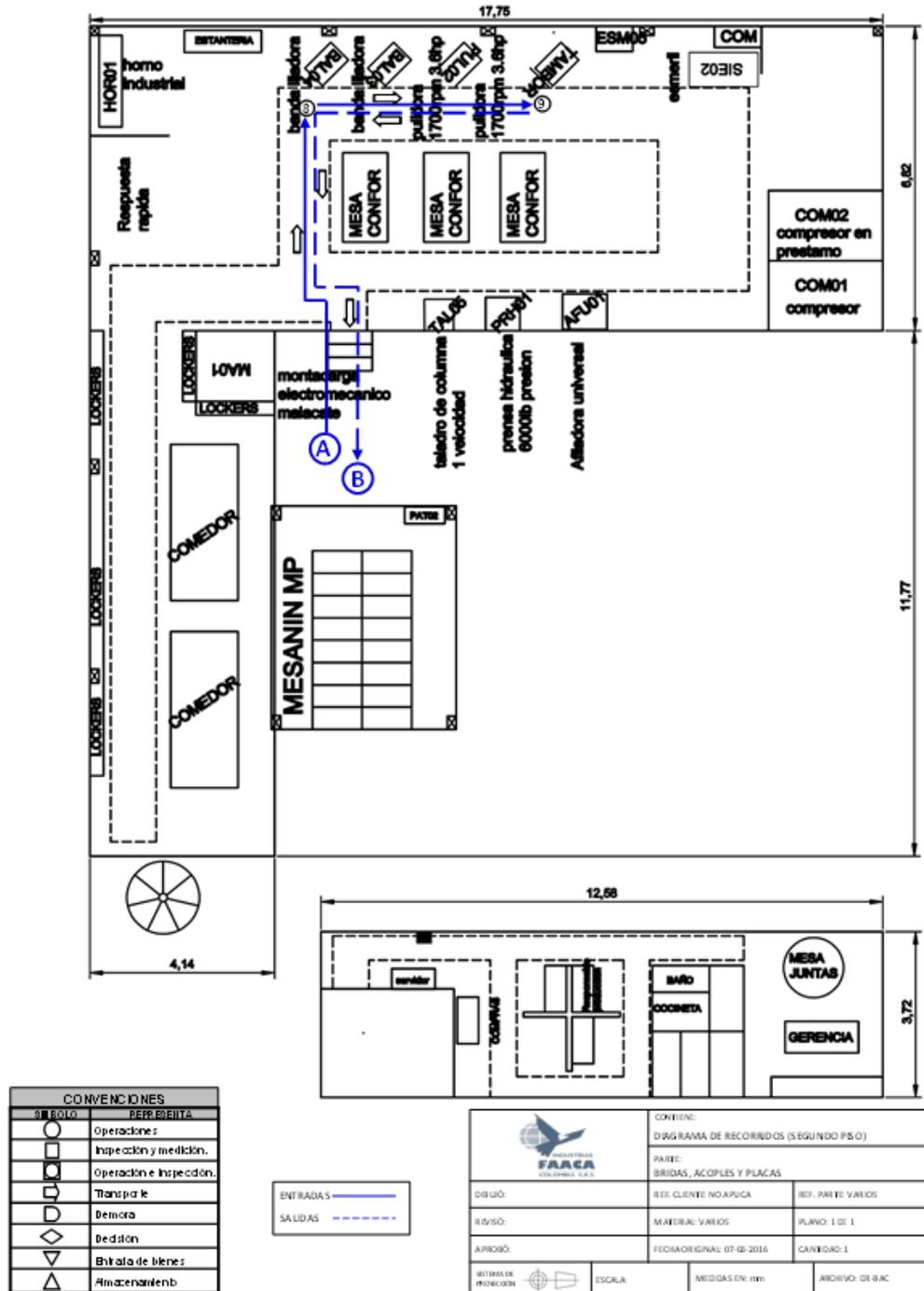
En las figuras 28 y 29 se observa el diagrama de recorrido que aplica a Bridas, Acoples y Placas donde es claro que las piezas inician su trayecto en el primer piso, para luego dirigirse al segundo nivel donde es continuado el proceso y finalmente regresa al primer piso para su terminación y despacho al cliente final (Planta N° 1).

Figura 28. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Primer nivel. Bridas, acoples y placas.



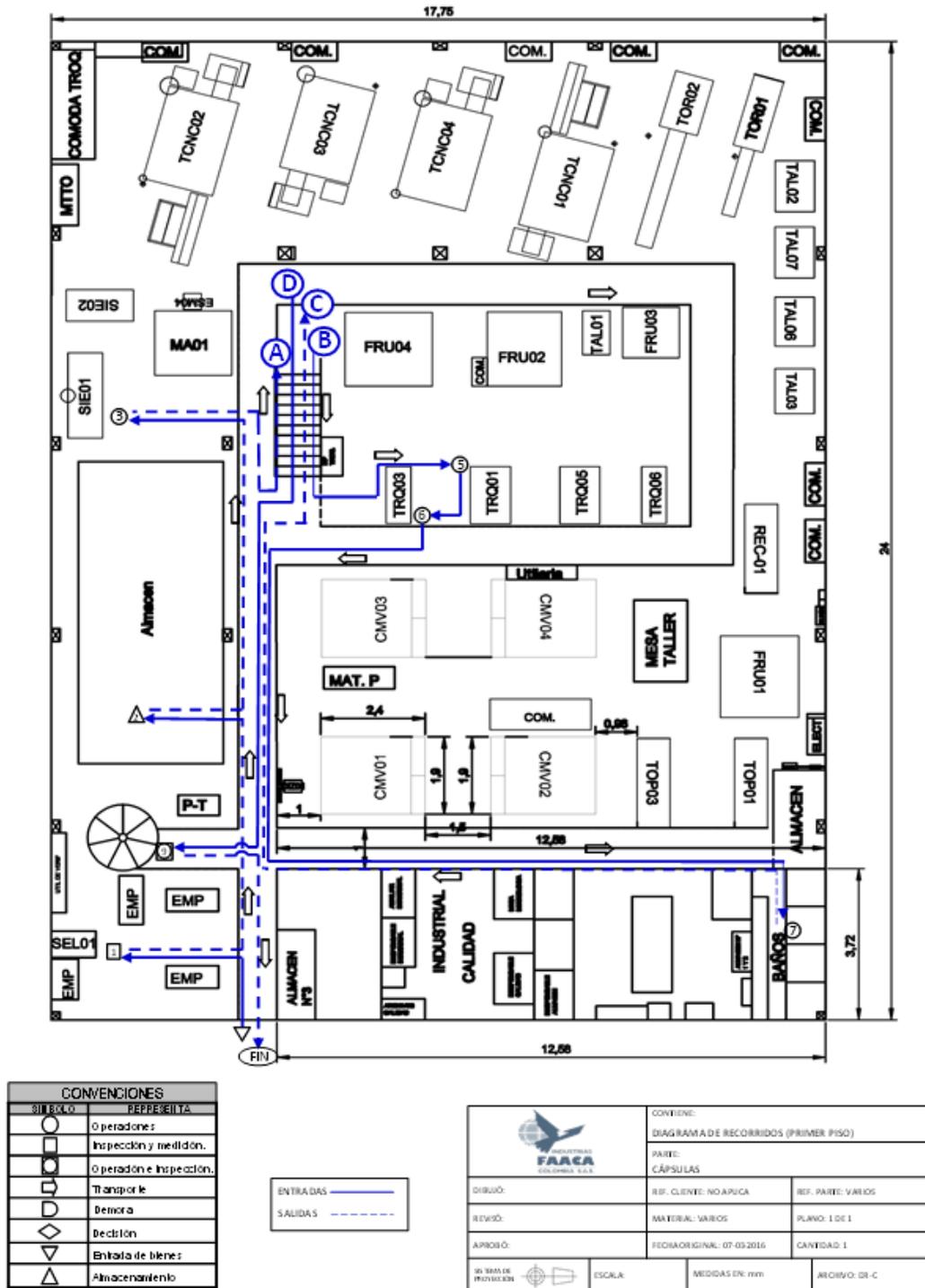
Fuente: Creación Propia.

Figura 29. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Segundo nivel. Bridas, acoples y placas.



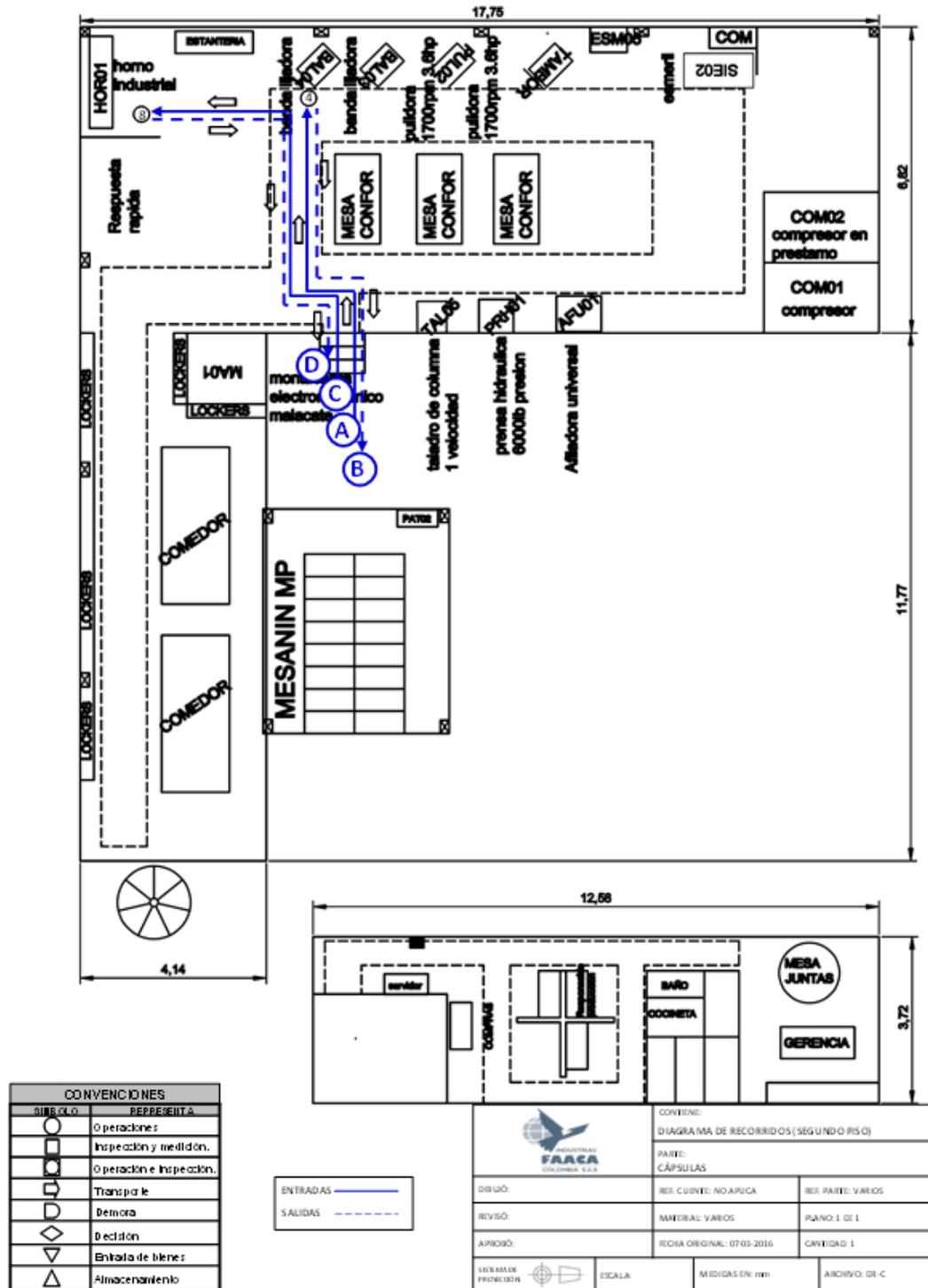
Fuente: Creación Propia.

Figura 30. Diagrama de recorrido planta N° 3 – Primer nivel. Cápsulas.



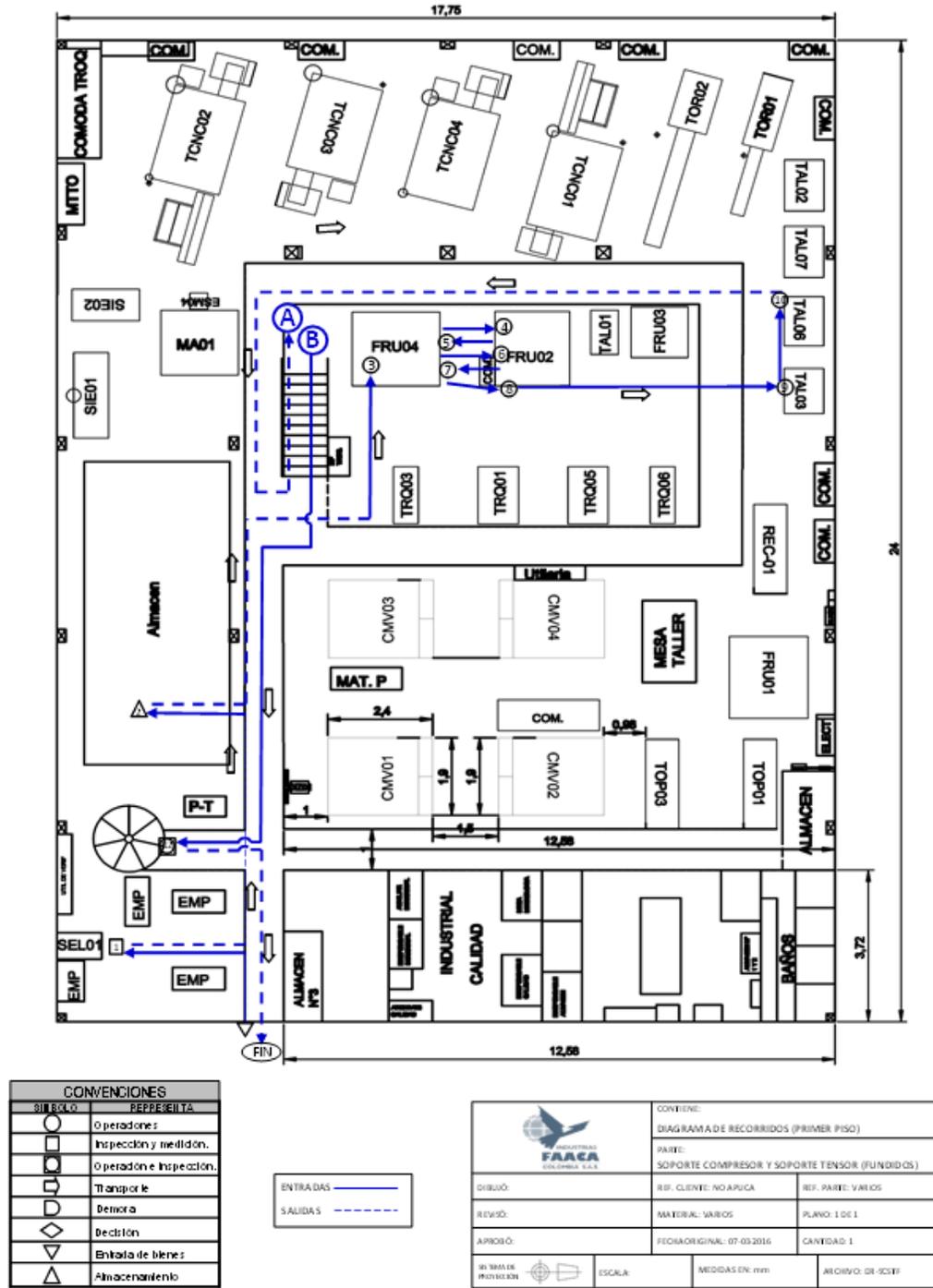
Fuente: Creación Propia.

Figura 31. Diagrama de recorridos planta N° 3 – Segundo nivel. Cápsulas.



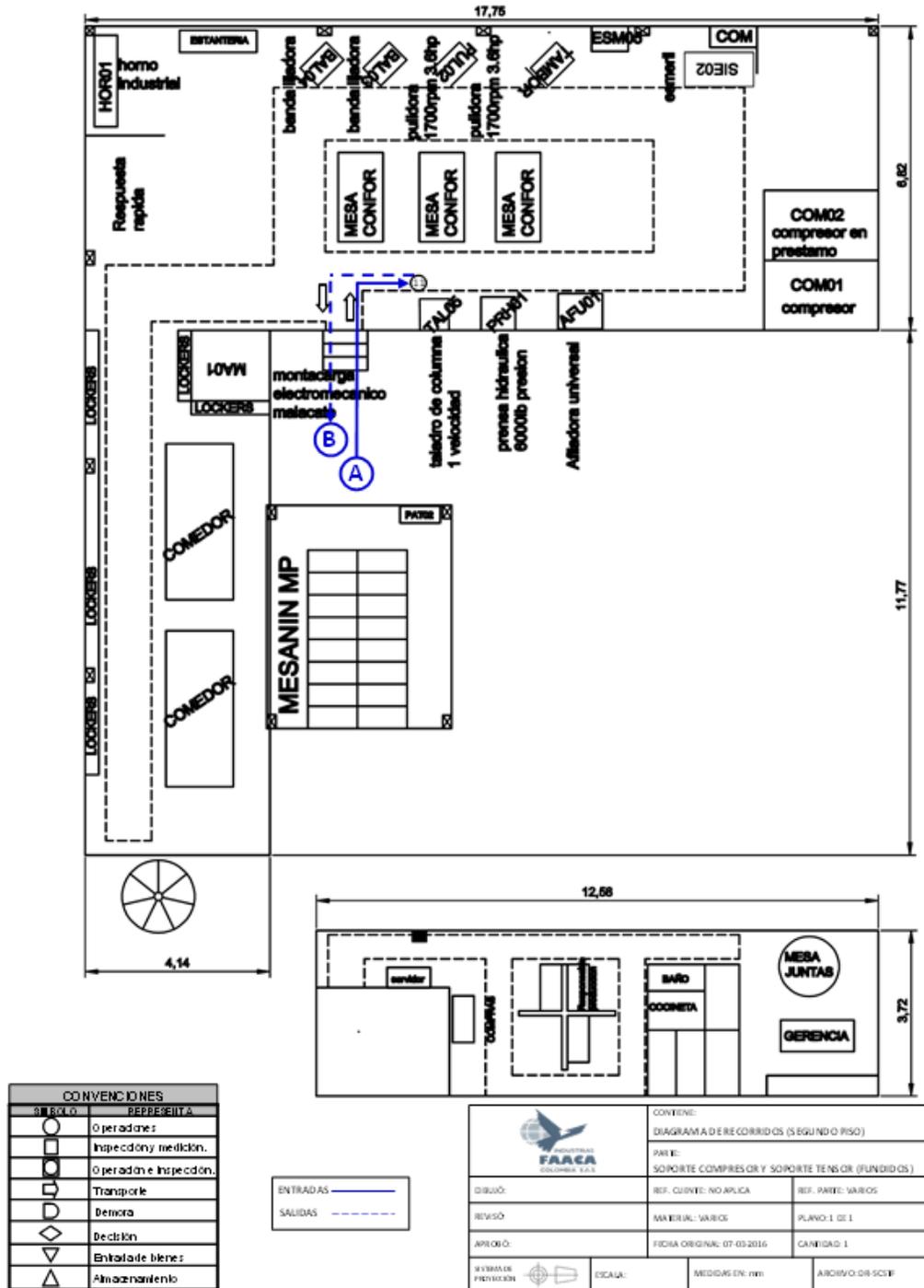
Fuente: Creación Propia.

Figura 32. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Primer nivel. Soporte compresor y soporte tensor (fundido).



Fuente: Creación Propia

Figura 33. Diagrama de recorrido planta N° 3 - Segundo nivel. Soporte compresor y soporte tensor (fundido).

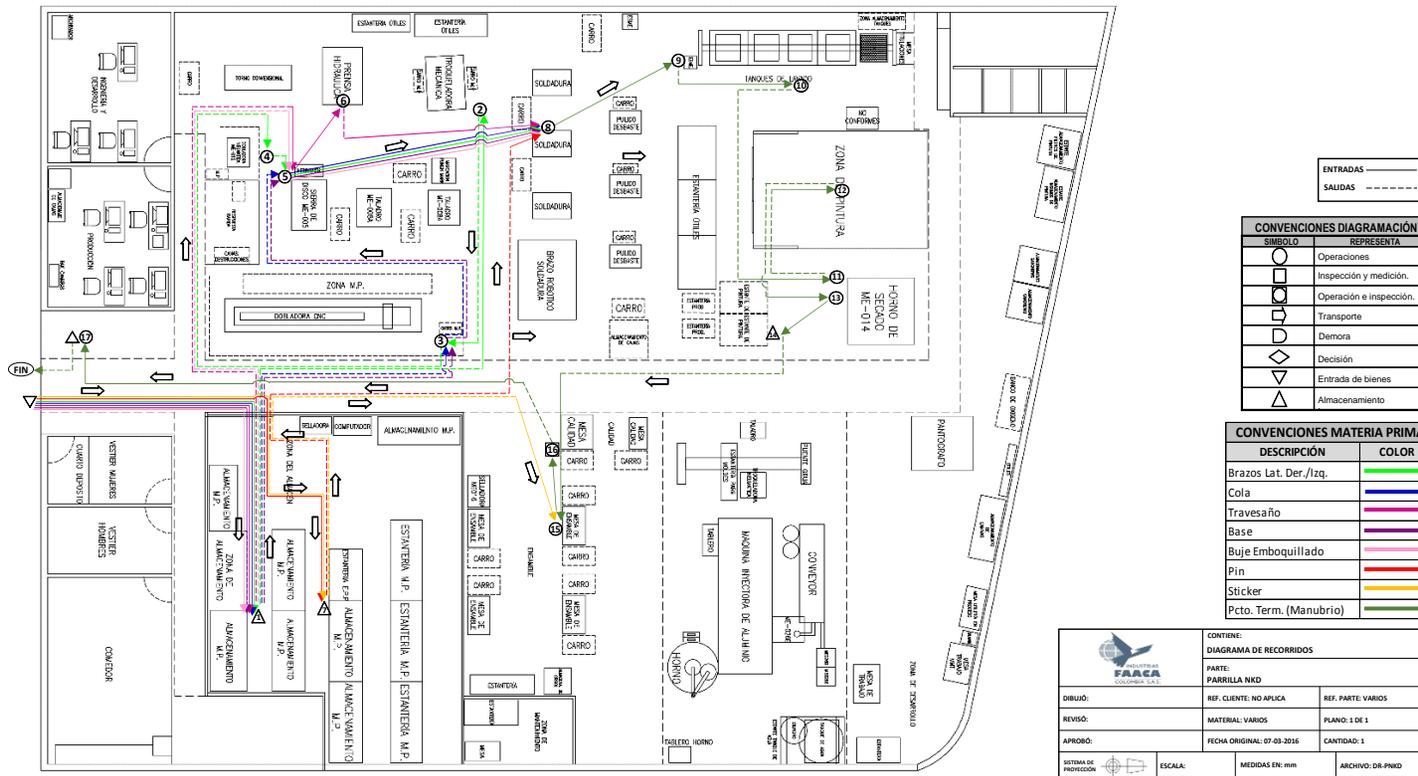


Fuente: Creación Propia

En las figuras 30 y 31 se observan los diagramas de recorridos que dan muestra de la magnitud en los desplazamiento que debe realizar la cápsula para su proceso, ya que ésta viene y va desde la entrada a la planta de producción, pasando por procesos al interior del primer piso, regresando al inicio, devolviéndose hacia el segundo piso para finalmente regresar a la zona inicial de la planta de producción.

En las figuras 32 y 33 se observan los diagramas de recorrido para Soporte Compresor y Soporte Tensor (Fundido) al igual que los demás productos requieren de largos trayectos pasando del primer piso hacia el segundo y luego con regreso hacia el inicio de la cadena productiva. En el plano de la planta N° 3 se evidencia que el área para recepción de materia prima y almacenamiento de producto terminado, así como las vías de circulación para el tránsito de material y acceso del personal es muy reducido.

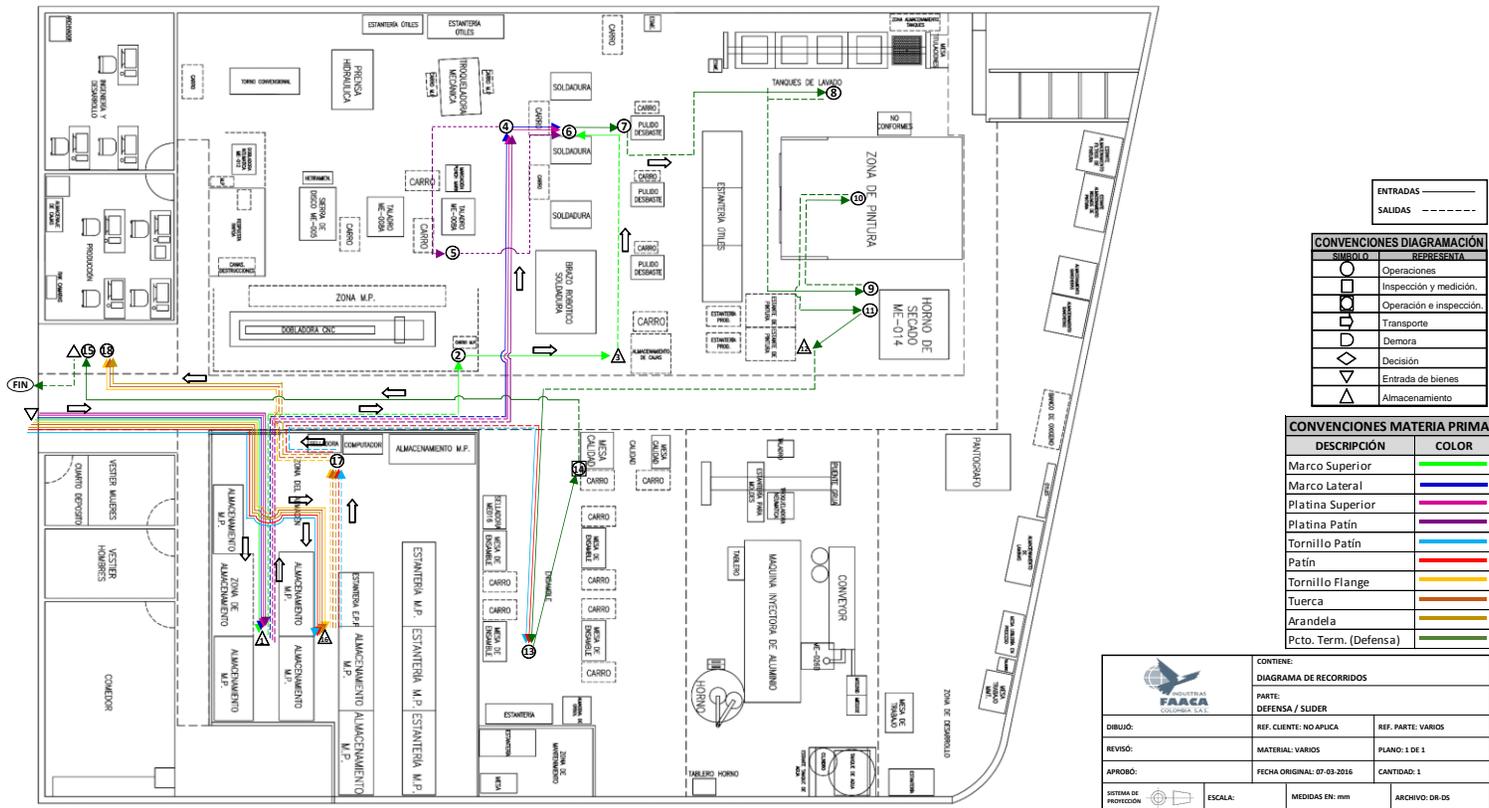
Figura 34. Diagrama de recorrido planta N° 2 – Parrillas.



Fuente: Creación Propia

En éste Diagrama de Recorridos se presenta las actividades por las que pasan las Parrillas y sus demás componentes observando un flujo considerable de materiales desde el inicio o entrada a la planta hacia el almacén de materias primas.

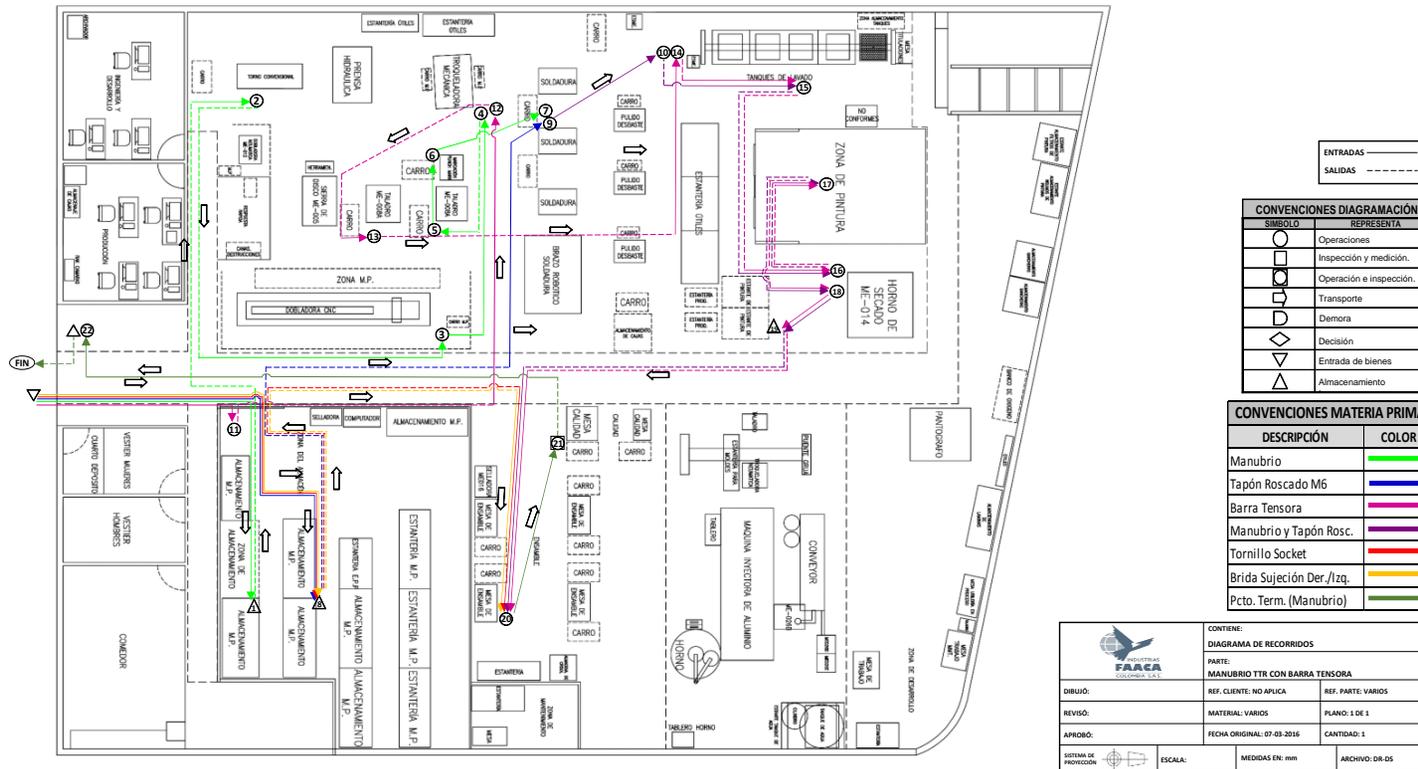
Figura 35. Diagrama de recorrido planta N° 2 – Defensas.



Fuente: Creación Propia

Para la fabricación de las Defensas es evidente la congestión en el ingreso y salida de materiales desde y hacia el almacén de materias primas.

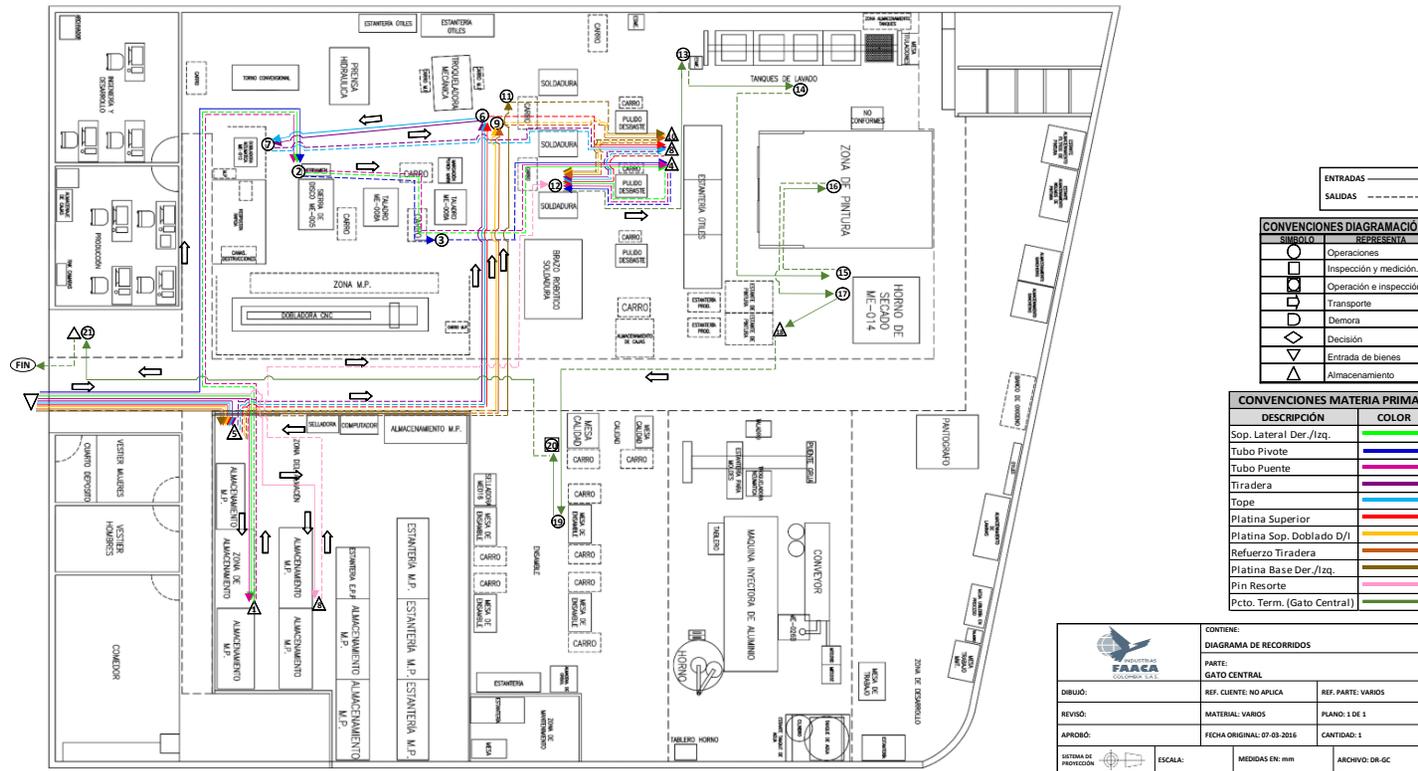
Figura 36. Diagrama de recorrido planta N°2 – Manubrios.



Fuente: Creación Propia

En el Diagrama de Recorridos que aplica a la fabricación de Manubrios es indudable la variedad y largas distancias que debe recorrer el material, incluyendo la ida y regreso repetitivo en algunas actividades como son pintura y secado.

Figura 37. Diagrama de recorrido planta N° 2 – Gato.



Fuente: Creación Propia

Para la fabricación de Gatos se observa largas distancias recorridas para la ejecución de las actividades con desplazamientos de ida y regreso repetitivos, adicional a la zona de espera donde son almacenados los materiales en proceso para luego devolverse nuevamente e integrarse al proceso.

7.4 GRÁFICA DE RELACIONES

Para la elaboración de la matriz de recorridos se tiene en cuenta el principio de la gráfica de relaciones teniendo en cuenta la cantidad de recorridos que se generan entre procesos para la fabricación de un producto; el cual, fue seleccionado partiendo de la información recolectada según Listado de Productos más Fabricados donde se identifican las familias de productos con mayores unidades fabricadas y las cuales representan mayores ingresos económicos y de allí se procede a determinar el porcentaje de participación para cada una de ellas.

Tabla 12. Participación de los productos más fabricados.

PLANTA N°	DESCRIPCIÓN	% (según volumen)	% PARTICIPACIÓN
2	PARRILLAS / DEFENSAS / MANUBRIOS / GATO (<i>ensambladora</i>)	8,07%	11,82%
3	BRIDAS / ACOPLER / CAPSULAS / PLACAS (LINEA 11)	59,76%	87,50%
	SOPORTES COMPRESOR / TENSOR (LINEA 48)	0,47%	0,69%
Total General		68,30%	100,00%

Fuente: Creación propia.

De acuerdo a la tabla anterior se obtiene como resultado que la planta N° 3 representa el mayor porcentaje de participación en unidades con un 87.5%. El cálculo de la participación por tipo de producto no se realiza individualmente, sino que se toma en conjunto como “familia de productos” (Bridas, Acoples, Cápsulas y Placas) ya que éstas pasan por los mismos procesos productivos.

La gráfica de relaciones se desarrolla mediante la aplicación de una serie de pasos metodológicos que será aplicado a cada una de las plantas de producción teniendo en cuenta: el porcentaje de participación de cada una de las familias de productos en el total de unidades fabricadas, el número de desplazamientos necesarios de un proceso de producción a otro para la fabricación de una pieza y el número de desplazamientos será afectado por el valor de participación que representa ese producto o esa familia de productos.

Figura 38. Gráfico de relaciones con número de desplazamiento de bridas, acoples, placas y cápsulas.

NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS		BRIDAS, ACOPLÉS, PLACAS Y CÁPSULAS																		
		HACIA																		
DESDE	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Corte (Sierra Radial)	Torno (Maquinado CNC)	Taladro Fresador	Taladro Columna	Pulido (Tambor)	Soplado	Pulido (Banda)	Troquelado	Lavado	Secado (Horno)	Fresado	Pulido (Mototool)	Conformado	Identif. e Insp. Final	Almacén Pcto. Term.	Empaque y Embalaje	Transporte Planta Nº 1
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entrada	0	1																		
Recep. Materia Prima	1		1																	
Almacén Material Prima	2			1																
Corte (Sierra Radial)	3				3					1										
Torno (Maquinado CNC)	4					1														
Taladro Fresador	5									1										
Taladro Columna	6																			
Pulido (Tambor)	7																			
Soplado	8								1											1
Pulido (Banda)	9									1										
Troquelado	10										2									
Lavado	11											1								
Secado (Horno)	12												1							
Fresado	13																			
Pulido (Mototool)	14																			
Conformado	15																			
Identif. e Insp. Final	16																			1
Almacén Pcto. Term.	17																			
Empaque y Embalaje	18																			1
Transporte Planta Nº 1	19																			

Fuente: Creación Propia

Éste gráfico contiene el número de veces que se requiere realizar un desplazamiento desde un proceso productivo hacia otro proceso diferente para fabricar una pieza. Ejemplo: Desde Corte (Sierra Radial) hacia el torno (Maquinado CNC) se necesita realizar 3 desplazamientos en diferentes momentos para fabricar una unidad de cualquiera de las piezas que hacen parte de ésta familia de productos (Bridas, Acoples, Placas o Cápsulas).

Figura 39. Gráfico de relaciones de bridas, acoples, placas y cápsulas.

		PART. UNID.	PART. \$
PLANTA3	BRIDAS / ACOPLER / CAPSULAS / PLACAS (LINEA 11)	87,5	29,8
	SOPORTES COMPRESOR / TENSOR (LINEA 48)	0,69	8,66

BRIDAS, ACOPLER, PLACAS Y CÁPSULAS																				
DESDE	HACIA																			
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Corte (Sierra Radial)	Torno (Maquinado CNC)	Taladro Fresador	Taladro Columna	Pulido (Tambor)	Soplado	Pulido (Banda)	Troquelado	Lavado	Secado (Horno)	Fresado	Pulido (Mototool)	Conformado	Identif. e Insp. Final	Almacén Pcto. Term.	Empaque y Embalaje	Transporte Planta Nº 1
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entrada	0	87,5																		
Recep. Materia Prima	1		87,5																	
Almacén Material Prima	2			87,5																
Corte (Sierra Radial)	3				262,5				87,5											
Torno (Maquinado CNC)	4					87,5														
Taladro Fresador	5								87,5											
Taladro Columna	6																			
Pulido (Tambor)	7								87,5								87,5			
Soplado	8																87,5			
Pulido (Banda)	9							87,5		175										
Troquelado	10											87,5								
Lavado	11												87,5							
Secado (Horno)	12																87,5			
Fresado	13																			
Pulido (Mototool)	14																			
Conformado	15																			
Identif. e Insp. Final	16																		87,5	
Almacén Pcto. Term.	17																			87,5
Empaque y Embalaje	18																		87,5	
Transporte Planta Nº 1	19																			

Fuente: Creación Propia

Los resultados plasmados en éste gráfico de relaciones se logra a partir de la multiplicación del número de desplazamientos establecidos entre las operaciones (punto en donde se interceptan los procesos descritos en la columna “desde” y en la columna “hacia”) y el resultado de participación unidades de la familia en estudio, ejemplo: el proceso de Corte (Sierra Radial) al Torno (Maquinado CNC) presenta en total 3 desplazamientos por tanto tenemos $3 \times 87,5 = 262,5$.

Figura 40. Gráfico de relaciones de número de desplazamientos de soporte compresor y soporte tensor.

NÚMERO DE DESPLAZAMIENTOS

DESDE		SOPORTE COMPRESOR Y SOPORTE TENSOR																			
		HACIA																			
		Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Corte (Sierra Radial)	Torno (Maquinado CNC)	Taladro Fresador	Taladro Columna	Pulido (Tambor)	Soplado	Pulido (Banda)	Troquelado	Lavado	Secado (Horno)	Fresado	Pulido (Mototool)	Conformado	Identif. e Insp. Final	Almacén Pcto. Term.	Empaque y Embalaje	Transporte Planta Nº 2
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entrada	0		1																		
Recep. Materia Prima	1			1																	
Almacén Material Prima	2											1			6						
Corte (Sierra Radial)	3																				
Torno (Maquinado CNC)	4																				
Taladro Fresador	5							1								1		1			
Taladro Columna	6																	1			
Pulido (Tambor)	7																				
Soplado	8																				
Pulido (Banda)	9																1				
Troquelado	10														2						
Lavado	11																				
Secado (Horno)	12																				
Fresado	13						2				1										
Pulido (Mototool)	14																	1			
Conformado	15						2														
Identif. e Insp. Final	16																		1		
Almacén Pcto. Term.	17																				
Empaque y Embalaje	18																				1
Transporte Planta Nº 2	19																				

Fuente: Creación Propia

Éste gráfico contiene el número de veces que se requiere realizar un desplazamiento desde un proceso productivo hacia otro proceso diferente para fabricar una pieza.

Figura 41. Gráfico de relaciones soporte compresor y soporte tensor.

		PART. UNID.	PART. \$
PLANTA3	BRIDAS / ACOPLER / CAPSULAS / PLACAS (LINEA 11)	87,5	29,8
	SOPORTES COMPRESOR / TENSOR (LINEA 48)	0,69	8,66

SOPORTE COMPRESOR Y SOPORTE TENSOR																				
DESDE	HACIA																			
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Corte (Sierra Radial)	Torno (Maquinado CNC)	Taladro Fresador	Taladro Columna	Pulido (Tambor)	Soplado	Pulido (Banda)	Troquelado	Lavado	Secado (Horno)	Fresado	Pulido (Mototool)	Conformado	Identif. e Insp. Final	Almacén Pcto. Term.	Empaque Y Embalaje	Transporte Planta Nº 2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entrada	0	0,69																		
Recep. Materia Prima	1		0,69																	
Almacén Material Prima	2									0,69				4,14						
Corte (Sierra Radial)	3																			
Torno (Maquinado CNC)	4																			
Taladro Fresador	5					0,69								0,69		0,69				
Taladro Columna	6															0,69				
Pulido (Tambor)	7																			
Soplado	8																			
Pulido (Banda)	9															0,69				
Troquelado	10													1,38						
Lavado	11																			
Secado (Horno)	12																			
Fresado	13					1,38			0,69											
Pulido (Mototool)	14															0,69				
Conformado	15					1,38														
Identif. e Insp. Final	16																0,69			
Almacén Pcto. Term.	17																			0,69
Empaque y Embalaje	18																			
Transporte Planta Nº 2	19																			

Fuente: Creación Propia

Los gráficos de relaciones de cada producto o familia de productos son realizados bajo las mismas condiciones descritas en el gráfico anterior.

De los dos gráficos de relaciones creados (uno para la familia de productos de Bidas, Acoples, Placas y Cápsulas y el otro para la familia de productos de Soporte Compresor y Soporte Tensor) se deriva el gráfico final de relaciones para la planta N° 3, dicho consolidado se obtiene a partir de la sumatoria de los desplazamientos de los procesos productivos resultantes establecidos para la familia de “Bidas, Acoples, Placas y Cápsulas” y la familia de productos de “Soporte Compresor y Soporte Tensor”.

Ejemplo: desde Recepción de Materia Prima hacia el Almacén de Materia Prima se tiene que para “Bidas, Acoples, Placas y Cápsulas” se presenta un resultado en desplazamientos de 87,5 y para “Soportes” el resultado fue de 0,69 por consiguiente $87,5 + 0,69 = 88,19$

Figura 42. Gráfico de relaciones planta N°3. Bridas, acoples, placas, soportes.

GRÁFICA DE RELACIONES - Planta N° 3

DESDE	BRIDAS, ACOPLER, PLACAS, CÁPSULAS Y SOPORTES																		
	HACIA																		
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Corte (Sierra Radial)	Torno (Maquinado CNC)	Taladro Fresador	Taladro Columna	Pulido (Tambor)	Soplado	Pulido (Banda)	Troquelado	Lavado	Secado (Horno)	Fresado	Pulido (Mototool)	Conformado	Identif. e Insp. Final	Almacén Pcto. Term.	Empaque y Embalaje
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Entrada	0	88,19																	
Recep. Materia Prima	1		88,19																
Almacén Material Prima	2			87,5						0,69			4,14						
Corte (Sierra Radial)	3				262,5					87,5									
Torno (Maquinado CNC)	4					87,5													
Taladro Fresador	5						0,69			87,5				0,69		0,69			
Taladro Columna	6																0,69		
Pulido (Tambor)	7							87,5											87,5
Soplado	8																		87,5
Pulido (Banda)	9							87,5		175					0,69				
Troquelado	10											87,5		1,38					
Lavado	11												87,5						
Secado (Horno)	12																		87,5
Fresado	13										1,38		0,69						
Pulido (Mototool)	14																		0,69
Conformado	15											1,38							
Identif. e Insp. Final	16																	0,69	87,5
Almacén Pcto. Term.	17																		
Empaque y Embalaje	18																		
Transporte Planta N° 1	19																		

Fuente: Creación Propia

El gráfico de relaciones presentado para la planta N° 3 advierte acerca de la necesidad de proximidad entre procesos como Corte (sierra radial) con Torno (maquinado CNC) y de Pulido (Banda) con Troquelado; esto, debido a que presentan más recorridos durante la fabricación de cualquiera de éstas piezas.

La planta N° 2 genera el 11.82% de las unidades más fabricadas y para ésta última se analiza cual producto representa mayor participación hallando lo siguiente:

Tabla 13. Participación de los productos más fabricados en planta N° 2

PLANTA 2	PRODUCTO	UNID. PRODUCIDAS	% Participación
		Parrillas	3.991
	Defensas	30.267	16,85%
	Manubrios	107.231	59,69%
	Gatos	38.150	21,24%
	Total	179.639	100,00%

Fuente: Creación Propia

Según los resultados obtenidos podemos determinar que los Manubrios son los productos que más se fabrican en la planta N° 2 con un porcentaje de participación del 59.69% dentro de ésta familia de productos.

Figura 43. Gráficos de relaciones Manubrios.

PRODUCTO	PRESUPUESTO VTAS.	% Participación	Valores
Manubrios	56.455	59,69%	56,69

MANUBRIOS																							
DESDE	HACIA																						
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Torno Convencional	Troquelado Mecánico	Taladro	Marcación (Punch Mark)	Doblado CNC	Doblado Neumático	Sierra de Disco	Soldadura	Prensa Hidráulica	Mesa Ensamble	Pulido (Esmeril)	Pulido (Mesa-Desbaste)	Lavado	Secado	Pintura	Almacenamiento	Inspección (Calidad)	Mesa Sellado	Empaque y Embalaje	Transporte
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entrada	0	283,45																					
Recep. Materia Prima	1		283,45																				
Almacén Material Prima	2			56,69	56,69						56,69		113,38										
Torno Convencional	3							56,69															
Troquelado Mecánico	4					113,38																	
Taladro	5						56,69							56,69									
Marcación (Punch Mark)	6									56,69													
Doblado CNC	7				56,69																		
Doblado Neumático	8																						
Sierra de Disco	9																						
Soldadura	10													56,69									
Prensa Hidráulica	11																						
Mesa Ensamble	12																			56,69			
Pulido (Esmeril)	13																						
Pulido (Mesa-Desbaste)	14															113,38							
Lavado	15																113,4						
Secado	16																	113,4	113,38				
Pintura	17																	113,4					
Almacenamiento	18																						
Inspección (Calidad)	19																						
Mesa Sellado	20																					56,69	
Empaque y Embalaje	21																						
Transporte	22																						56,69

Fuente: Creación Propia

Figura 44. Gráfico de relaciones Gatos.

PRODUCTO	PRESUPUESTO	% Participación	Valores
Gatos	20.085	21,24%	21,24

GATOS																							
DESDE	HACIA																						
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Torno Convencional	Troquelado Mecánico	Taladro	Marcación (Punch Mark)	Doblado CNC	Doblado Neumático	Sierra de Disco	Soldadura	Prensa Hidráulica	Mesa Ensamble	Pulido (Esmeril)	Pulido (Mesa-Desbaste)	Lavado	Secado	Pintura	Almacenamiento	Inspección (Calidad)	Mesa Sellado	Empaque y Embalaje	Transporte
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entrada	0	191,16																					
Recep. Materia Prima	1		191,16					21,24															
Almacén Material Prima	2				127,44					42,48	21,24												
Torno Convencional	3																						
Troquelado Mecánico	4								42,48										84,96				
Taladro	5																		21,24				
Marcación (Punch Mark)	6																						
Doblado CNC	7																						
Doblado Neumático	8																			42,48			
Sierra de Disco	9					21,24														42,48			
Soldadura	10													21,24									
Prensa Hidráulica	11																						
Mesa Ensamble	12																				21,24		
Pulido (Esmeril)	13															21,24							
Pulido (Mesa-Desbaste)	14																						
Lavado	15																	21,24					
Secado	16																		21,24	21,24			
Pintura	17																	21,24					
Almacenamiento	18										191,16		21,24										
Inspección (Calidad)	19																					21,24	
Mesa Sellado	20																						
Empaque y Embalaje	21																						21,24
Transporte	22																						

Fuente: Creación Propia

Figura 45. Gráfico de relaciones Defensas.

PRODUCTO	PRESUPUESTO	% Participación	Valores
Defensas	15.935	16,85%	16,85

DEFENSAS																							
DESDE	HACIA																						
	Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Torno Convencional	Troquelado Mecánico	Taladro	Marcación (Punch Mark)	Doblado CNC	Doblado Neumático	Sierra de Disco	Soldadura	Prensa Hidráulica	Mesa Ensamble	Pulido (Esmeril)	Pulido (Mesa-Desbaste)	Lavado	Secado	Pintura	Almacenamiento	Inspección (Calidad)	Mesa Sellado	Empaque y Embalaje	Transporte
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entrada	0	151,65																					
Recep. Materia Prima	1		151,65																				
Almacén Material Prima	2				16,85		16,85						33,7								84,25		
Torno Convencional	3																						
Troquelado Mecánico	4					33,7																	
Taladro	5						16,85								16,85								
Marcación (Punch Mark)	6										16,85												
Doblado CNC	7																		16,85				
Doblado Neumático	8																						
Sierra de Disco	9																						
Soldadura	10													16,85	16,85								
Prensa Hidráulica	11																						
Mesa Ensamble	12																			16,85			
Pulido (Esmeril)	13																						
Pulido (Mesa-Desbaste)	14															33,7							
Lavado	15															16,85							
Secado	16																33,7						
Pintura	17																	33,7					
Almacenamiento	18										16,85		33,7										
Inspección (Calidad)	19																					16,85	
Mesa Sellado	20												33,7									50,55	
Empaque y Embalaje	21																						16,85
Transporte	22																						

Fuente: Creación Propia

Figura 46. Gráfico de relaciones Parrillas.

PRODUCTO	PRESUPUESTO	% Participación	Valores
Parrillas	2.101	2,22%	2,22

PARRILLAS																								
DESDE		HACIA																						
		Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Torno Convencional	Troquelado Mecánico	Taladro	Marcación (Punch Mark)	Doblado CNC	Doblado Neumático	Sierra de Disco	Soldadura	Prensa Hidráulica	Mesa Ensamble	Pulido (Esmeril)	Pulido (Mesa-Desbaste)	Lavado	Secado	Pintura	Almacenamiento	Inspección (Calidad)	Mesa Sellado	Empaque y Embalaje	Transporte
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entrada	0	15,54																						
Recep. Materia Prima	1		15,54																					
Almacén Material Prima	2			2,22				4,44		4,44	2,22		4,44											
Torno Convencional	3																							
Troquelado Mecánico	4					4,44		2,22																
Taladro	5						2,22								2,22									
Marcación (Punch Mark)	6									2,22														
Doblado CNC	7								2,22	4,44														
Doblado Neumático	8									2,22														
Sierra de Disco	9										8,88	2,22												
Soldadura	10													2,22										
Prensa Hidráulica	11											2,22												
Mesa Ensamble	12																				2,22			
Pulido (Esmeril)	13															4,44								
Pulido (Mesa-Desbaste)	14																							
Lavado	15															2,22	4,44							
Secado	16																		4,44	4,44				
Pintura	17																	4,44						
Almacenamiento	18																			4,44				
Inspección (Calidad)	19																						2,22	
Mesa Sellado	20																							
Empaque y Embalaje	21																							2,22
Transporte	22																							2,22

Fuente: Creación Propia

Figura 47. Gráfico de relaciones planta N° 2. Parrillas, Defensas, Manubrios y Gatos.

GRÁFICA DE RELACIONES - Planta N° 2

		PARRILLAS, DEFENSAS, MANUBRIOS Y GATOS																						
DESDE		HACIA																						
		Entrada	Recep. Materia Prima	Almacén Material Prima	Torno Convencional	Troquelado Mecánico	Taladro	Marcación (Punch Mark)	Doblado CNC	Doblado Neumático	Sierra de Disco	Soldadura	Prensa Hidráulica	Mesa Ensamble	Pulido (Esmeril)	Pulido (Mesa-Desbaste)	Lavado	Secado	Pintura	Almacenamiento	Inspección (Calidad)	Mesa Sellado	Empaque y Embalaje	Transporte
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Entrada	0	641,8																						
Recep. Materia Prima	1		641,8							21,24														
Almacén Material Prima	2			56,69	203,2				21,29	46,92	97,0		151,52									84,25		
Torno Convencional	3							56,69																
Troquelado Mecánico	4					151,52		2,22	42,48		33,7									84,96				
Taladro	5						75,76				16,85			75,76						21,24				
Marcación (Punch Mark)	6										75,76													
Doblado CNC	7			56,69					2,22	4,44										16,85				
Doblado Neumático	8									2,22											42,48			
Sierra de Disco	9					21,24					8,88	2,22									42,48			
Soldadura	10													97	16,85									
Prensa Hidráulica	11									2,22														
Mesa Ensamble	12																				97			
Pulido (Esmeril)	13															172,76								
Pulido (Mesa-Desbaste)	14															16,85								
Lavado	15															2,22	172,8							
Secado	16																	172,8		172,76				
Pintura	17																		172,8					
Almacenamiento	18										208,01		172,76											
Inspección (Calidad)	19																						97	
Mesa Sellado	20												33,7										50,55	
Empaque y Embalaje	21																							97
Transporte	22																							

Fuente: Creación Propia

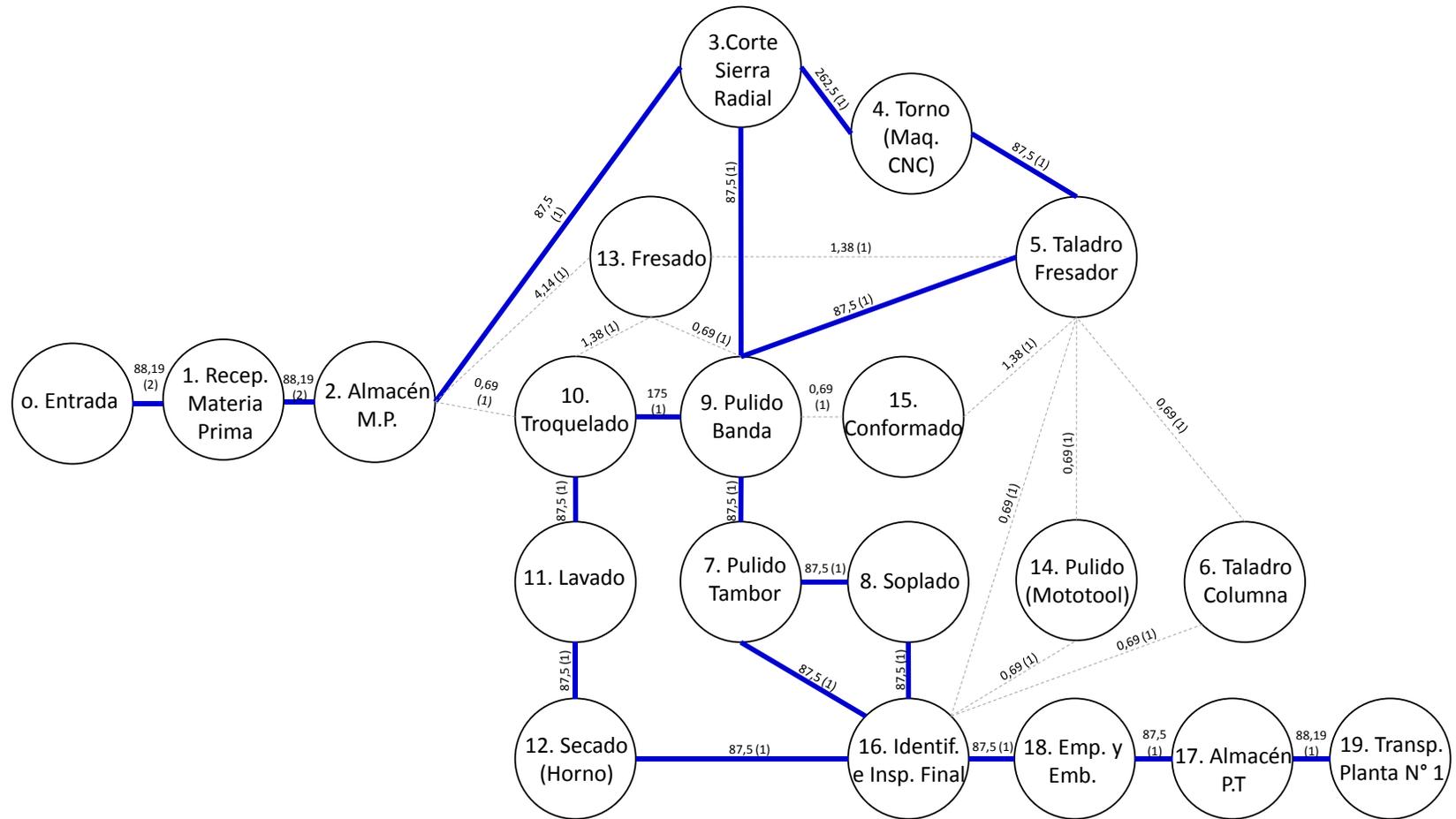
En la planta N° 2 se identifica según los resultados del gráfico de relaciones que procesos como Entrada, Recepción de Materia Prima y Almacén de Materia Prima, Troquelado Mecánico, Almacenamiento, Soldadura, Pulido, Lavado, Secado y Pintura, entre otros deben estar cerca unos de otros para disminuir los recorridos actuales.

7.5 GRÁFICA DEL PROCESO CON APLICACIÓN DE DIAGRAMA PERT

Para la ejecución de ésta actividad se tienen en cuenta los conceptos y principios básicos definidos en el Diagrama PERT puesto que ésta herramienta permite identificar la ruta crítica obtenida gráficamente; sin embargo, ésta no estará determinada por el factor tiempo sino que para el caso de Industrias Faaca Colombia S.A.S. se tendrá en cuenta el número de veces que se generan los desplazamientos de un proceso a otro, ya que en la gráfica de relaciones se toma el consolidado de todas las familias de productos anteriormente clasificadas según el impacto que éstas representan para la compañía en términos de unidades fabricadas e ingresos.

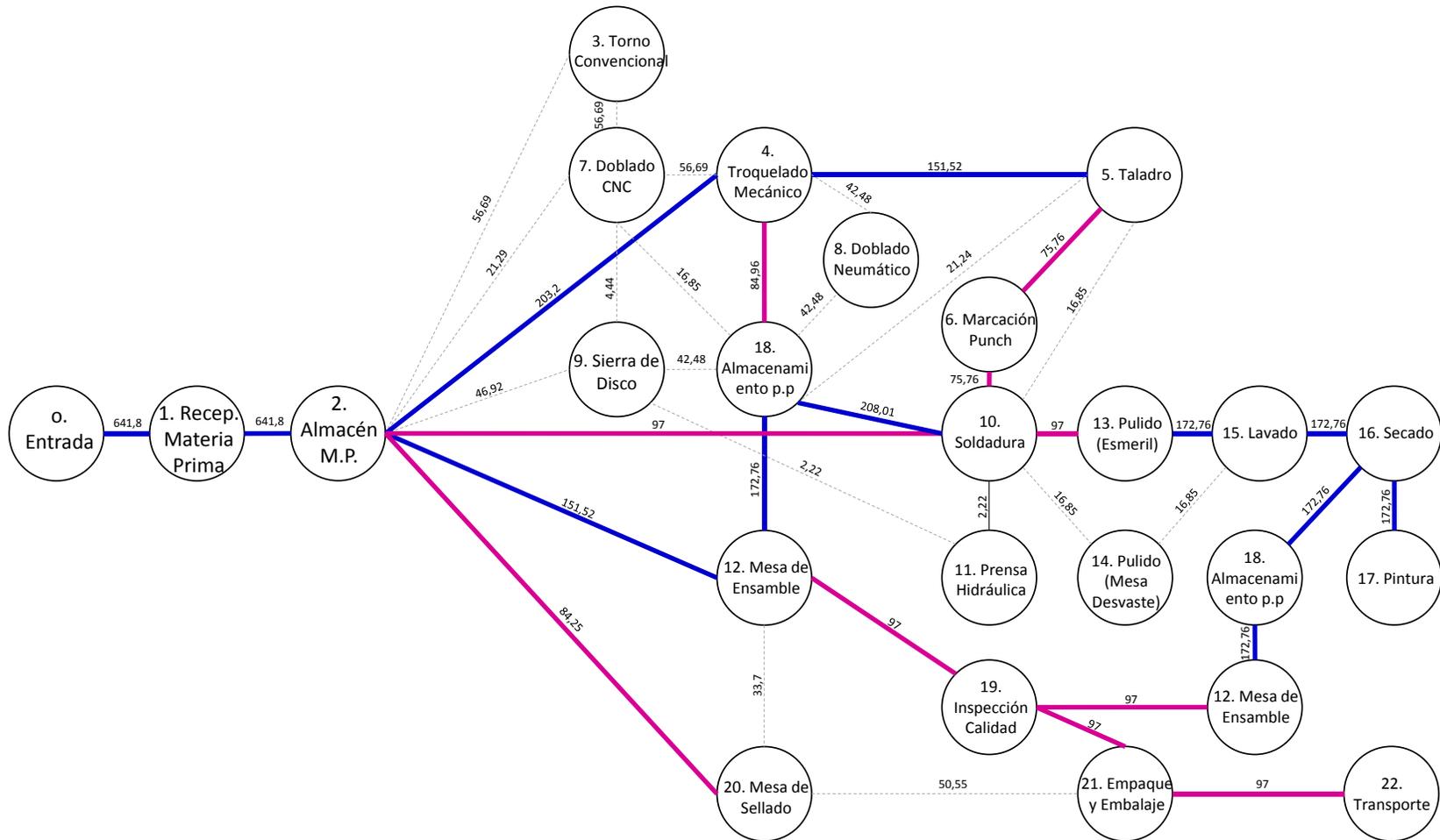
Con la información obtenida en la gráfica de relaciones se realiza el diseño gráfico del proceso con aplicación de diagrama de PERT para cada una de las plantas, que sirve como guía visual para la elaboración del planteamiento de mejoras esquemáticas hasta alcanzar un gráfico ideal de proceso, éste es realizado teniendo en cuenta los valores más altos obtenidos en la gráfica de relaciones donde se interceptan los procesos en la posición “desde” hasta la posición “hacia” lo que determina la necesidad de cercanía trazando una línea que muestra el recorrido del proceso productivo.

Figura 48. Gráfico del proceso con aplicación de diagrama de PERT – Planta N° 3.



Fuente: Creación Propia

Figura 49. Gráfico del proceso aplicación de diagrama PERT – Planta N° 2.

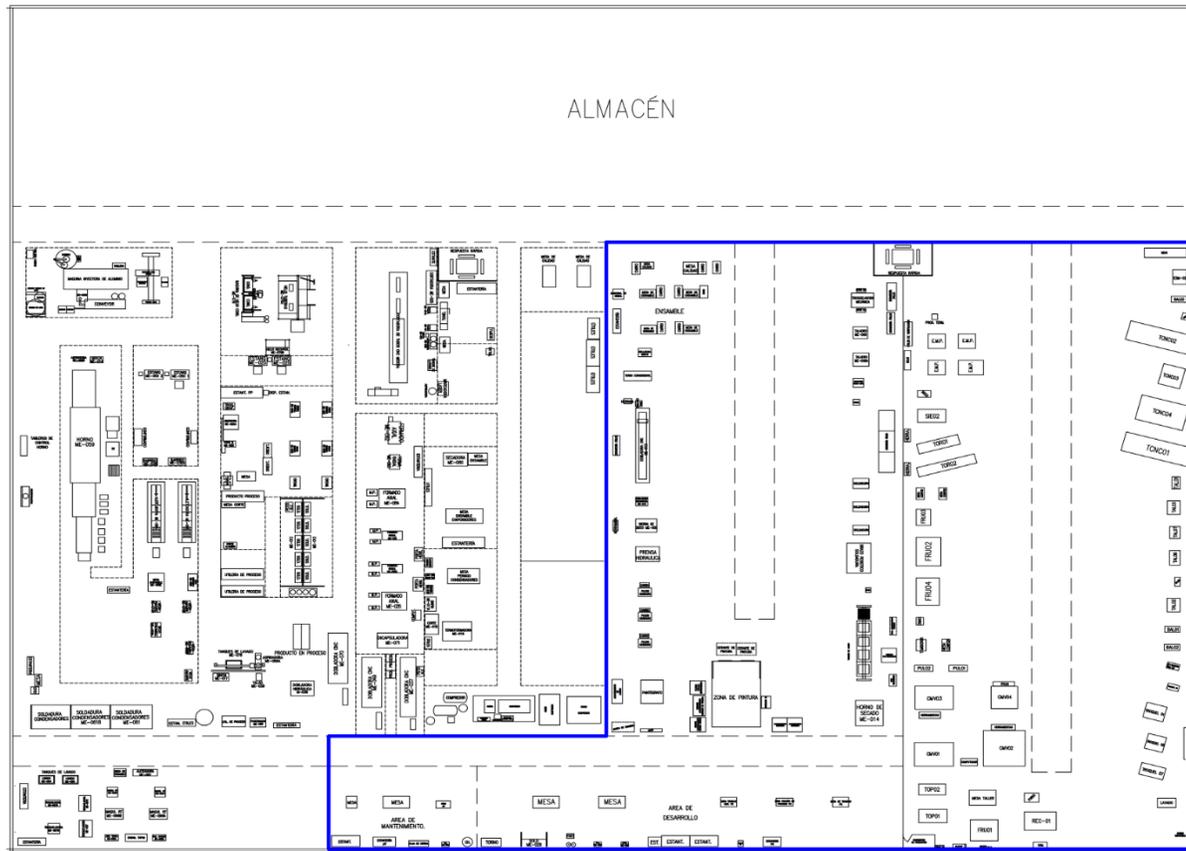


Fuente: Creación Propia

Los gráficos anteriores son determinantes a la hora de diseñar y definir la propuesta de distribución de planta ya que éste permite minimizar los desplazamientos entre los procesos; lo que a su vez se verá reflejado en una reducción de costos e incremento de la productividad, debido al mejor aprovechamiento del tiempo por la disminución de distancias a recorrer y circulación adecuada de materiales, herramientas y personal operativo, utilización adecuada del espacio físico, seguridad del personal en general.

A continuación se muestra el plano destinado para la nueva ubicación de la planta de producción de Industrias Faaca Colombia S.A.S y resaltado con líneas color verde la zona destinada como propuesta de unificación y distribución para las plantas de producción N° 2 y N° 3.

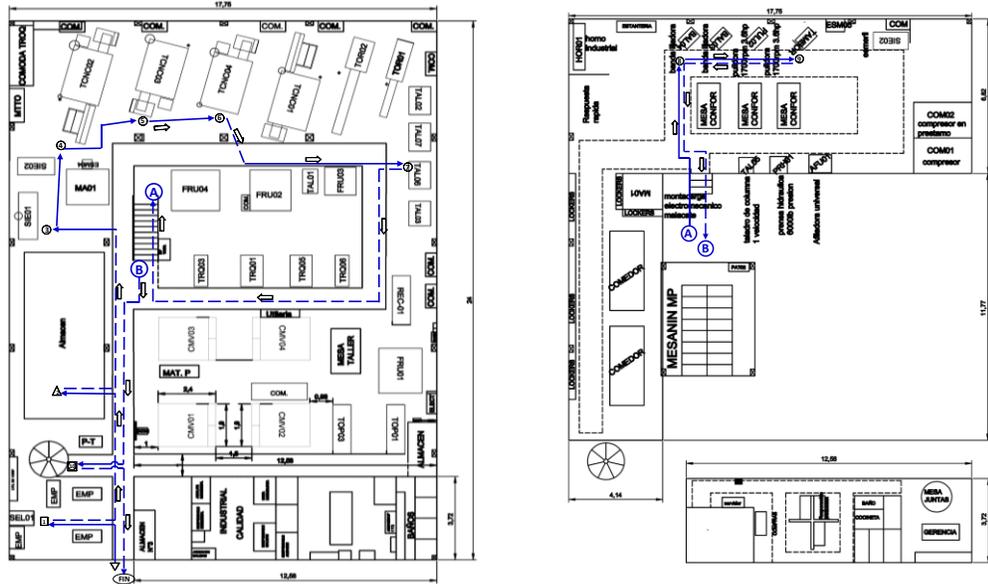
Figura 50. Planta de Producción Propuesta para la Unificación de Industrias Faaca Colombia S.A.S.



Fuente: Creación Propia

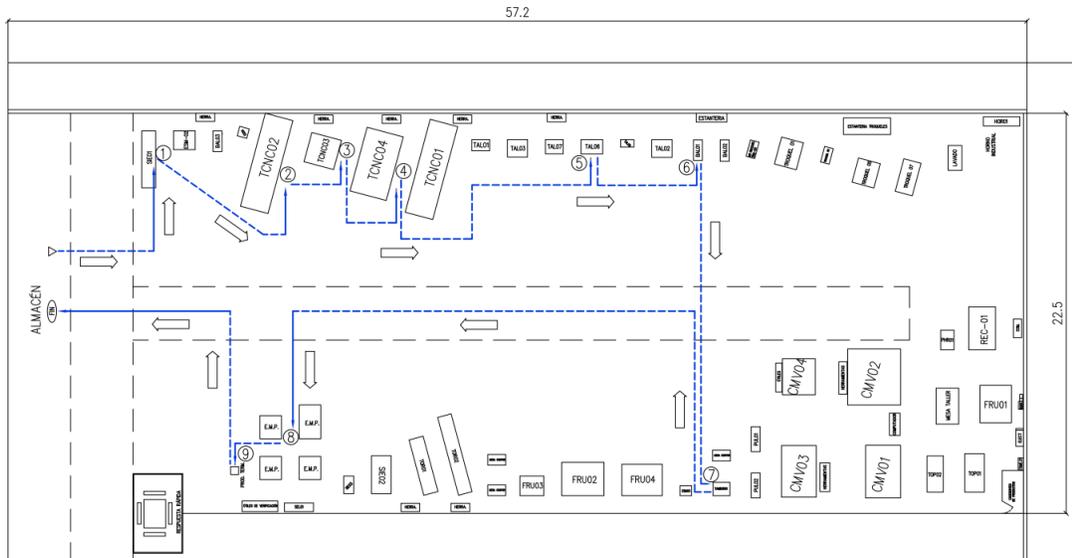
En el plano de la Planta de Producción Propuesta para la Unificación de Industrias Faaca Colombia S.A.S. se señala con líneas color azul la zona destinada para la distribución de las plantas de producción N° 2 y N° 3.

Figura 51. Distribución de planta y recorridos - Planta N° 3 (Bridas, Acoples y Placas). Antes de la Propuesta



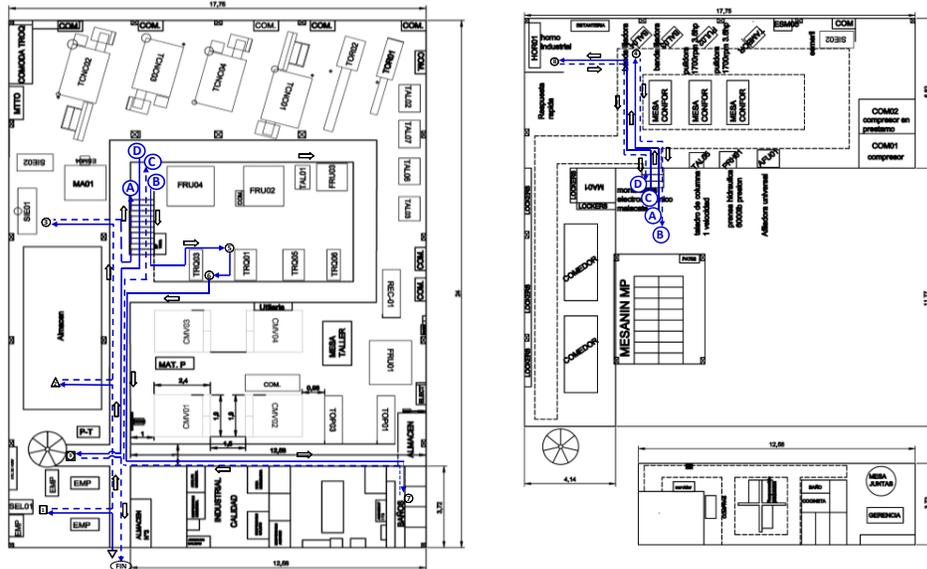
Fuente: Creación Propia

Figura 52. Distribución de planta y recorridos - Planta N° 3 (Bridas, Acoples y Placas). Después de la Propuesta



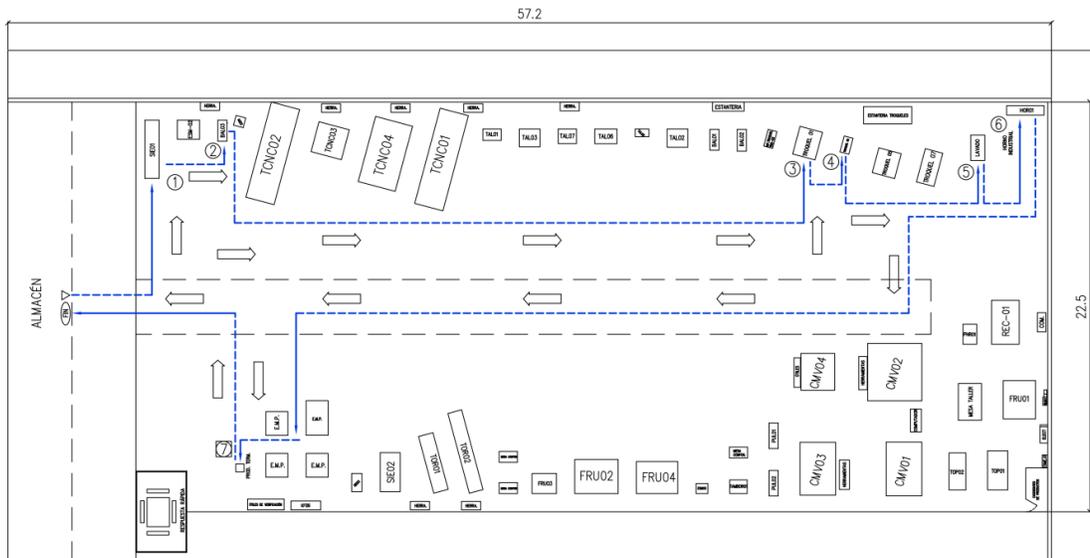
Fuente: Creación Propia

Figura 53. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 3 (Cápsulas). Antes de la Propuesta



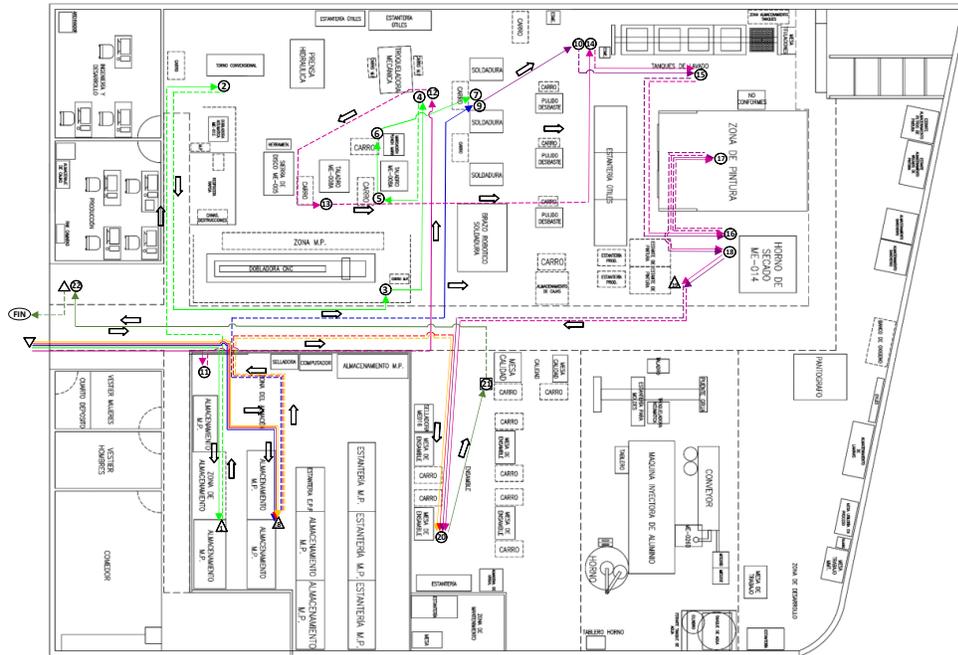
Fuente: Creación Propia

Figura 54. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 3 (Cápsulas). Después de la Propuesta



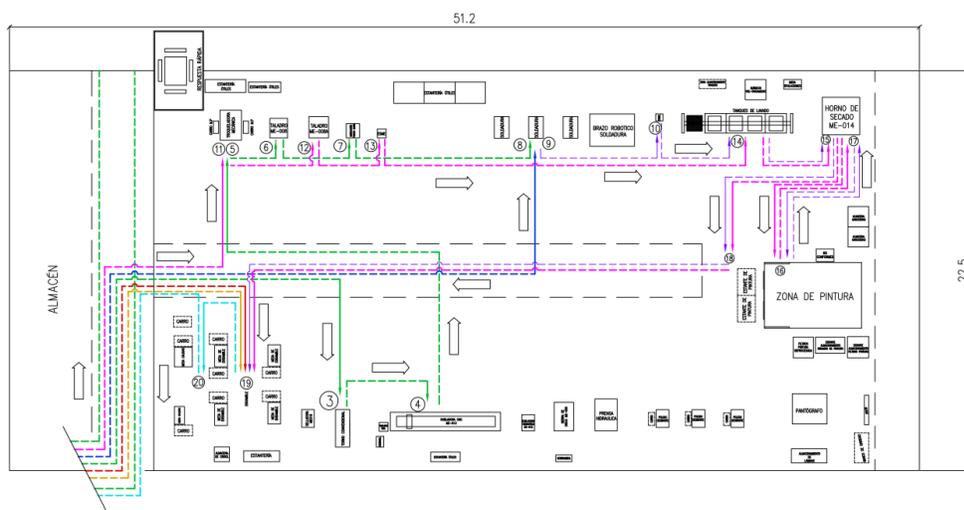
Fuente: Creación Propia

Figura 55. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 2 (Manubrios). Antes de la Propuesta



Fuente: Creación Propia

Figura 56. Distribución de planta y recorridos – Planta N° 2 (Manubrios). Después de la Propuesta



Fuente: Creación Propia

De acuerdo con el resultado obtenido y plasmado en los planos Distribución de Planta y Recorridos – Planta N° 3 pertenecientes a la familia de productos de bridas, acoples, placas y cápsulas se contempla la disminución en los desplazamientos ya que no sería necesario que materiales y personas circulen a través de los dos niveles, puesto que el local propuesto consiste en un solo nivel y se puede observar el recorrido en U que realiza la materia prima a través de todos los procesos productivos, sin presentarse retrocesos durante el flujo de operaciones en comparación con lo evidenciado en el plano antes de la propuesta.

Para el caso del plano de la Distribución de Planta y Recorridos – Planta N° 2 se detalla el ingreso de cinco materias primas esenciales para la fabricación de manubrios, siendo ésta la tercera familia considerada importante dentro del desarrollo del proyecto. Las materias primas identificadas en el plano con los colores fucsia, azul, verde, rojo y naranja, inician su recorrido en diferentes etapas del proceso para formar el producto terminado, así:

La materia prima verde inicia su recorrido en el torno convencional, pasando por doblado, troqueladora mecánica y continuando su recorrido hasta el proceso de soldadura (numerales 3 al 8) donde se une con la segunda materia prima identificada con color azul (numeral 8), la cual ingresa directamente del almacén; luego, éstas se visualizan en el plano con color violeta ya que se encuentran unidas y continúan su recorrido pasando por una operación de pulido y lavado (numerales 10 y 14). Por otro lado ingresa la materia prima definida con color fucsia iniciando su recorrido de forma lineal hasta llegar al proceso de lavado (numerales 11 al 15); estas tres materias primas interactúan entre los procesos de secado y de pintura (numerales 16 y 17) para luego reposar en un estante (numeral 18) y llegar al proceso de ensamble (numeral 19) donde se unirán con otras dos materias primas identificadas en el plano con color rojo y naranja, que van directamente del almacén a éste proceso. Finalmente pasa el manubrio identificado en el plano con color azul claro, como producto terminado a la zona de

calidad para su respectiva inspección (numeral 20) y por último es llevado al almacén donde termina su proceso de fabricación.

Con la interpretación realizada anteriormente para las plantas de producción N° 2 y N° 3 y el flujo de materiales reflejado en los planos después de la propuesta se determina el cumplimiento a la secuencia de procesos según especificaciones obtenidas en la gráfica de proceso con aplicación de diagrama PERT.

La anterior propuesta de unificación y distribución de las dos plantas de producción ofrece a la Compañía una serie de beneficios, ya que se disminuye la congestión entre los procesos, se facilita la supervisión y el control de las actividades, mejorando la utilización de mano de obra y maquinaria, mitigando el riesgo para el material y su calidad, aumentando la seguridad de los trabajadores; además, de ser determinante en la flexibilidad que presenta el diseño de la distribución de planta puesto que se tiene en cuenta la necesidad de atender los cambios que pudieran ocurrir en el corto o mediano plazo con respecto a procesos y/o volumen de producción.

8. CONCLUSIONES

- La distribución en planta debe tener en cuenta la integración de maquinaria y manejo de materiales que permitan garantizar el flujo óptimo proporcionando el mejoramiento en la ordenación de los espacios requeridos para ubicación de máquinas y herramientas, almacenamiento y movimiento de materiales y del personal involucrado minimizando los costos de producción y elevando la productividad.
- La clasificación de los productos por familias permitieron analizar, facilitar y enfocar apropiadamente el desarrollo del proyecto de distribución, debido a que la organización presenta una gran cantidad y variedad de materias primas, por su complejidad no hubiera sido posible llevar a cabo la propuesta para la unificación y distribución de las plantas de producción.
- A partir de la propuesta presentada se logra utilizar efectivamente el espacio disponible mejorando significativamente las condiciones para movimiento del material y desplazamientos del personal sin generar riesgos a la seguridad y salud de los mismos.
- Los métodos y herramientas utilizadas permitieron plantear la propuesta de unificación y distribución de las plantas de producción evidenciando la mejora en el flujo de los procesos mediante el comparativo visual en los planos a escala de ambas plantas de producción reflejando el antes y después de la propuesta.
- Con la propuesta de distribución se logró plasmar una secuencia ordenada de los procesos de fabricación disminuyendo la congestión, mejorando la utilización de mano de obra y maquinaria, arrojando como resultado la disminución en los recorridos, tiempos de producción y costos asociados a fletes por transporte de materia prima y personal.

9. RECOMENDACIONES

Uno de los propósitos de la distribución es lograr obtener beneficios económicos y brindarle seguridad al trabajador.

Para el diseño de distribución es conveniente tener en cuenta la seguridad de trabajadores y empleados; para tal fin se sugiere implementar en sus dos plantas de producción el programa de salud ocupacional; esto con el fin de garantizar la integridad física y psicológica en sus empleados.

Aspectos a considerar:

- Suelos y pasillos libres de obstrucciones y de sustancias resbaladizas.
- La anchura mínima de los pasillos interiores de trabajo debe ser de 1,20 metros.
- Uso adecuado y permanente de elementos de protección personal.
- Ubicación de puestos de trabajo de tal forma que ningún trabajador esté situado debajo o encima de zonas peligrosas o con materiales almacenados.
- Señalización de zonas y salidas de emergencia.
- Disposición y acceso adecuado de Extintores.
- Implementar programa de 5'S en todas las áreas de producción, estrategia definida para clasificar (seiri), orden (seiton), limpieza (seiso), estandarización (seiketsu) y disciplina (shitsuke) lo que a su vez ayudaría a mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- Definir un adecuado almacenamiento y disposición de scrap y de residuos peligrosos.

- Identificar los residuos peligrosos y adecuar zona para almacenamiento de estos.
- Se recomienda en la Planta N° 2 ubicar la inyectora de tal forma que no esté cerca a zonas donde existe alto flujo de personal y donde se ejecutan operaciones de ensamble ya que éste proceso genera altas temperaturas y desprendimiento de material.
- En la zona de pintura se sugiere evaluar la posibilidad de implementar un sistema extracción para la absorción de partículas que quedan en el ambiente y así evitar la generación problemas respiratorios a largo plazo.
- Con respecto a aspectos legales se sugiere llevar a cabo el análisis y aplicación de mejoras que lleven a la Compañía a la obtención de licencias o certificaciones ambientales ya que éste es un tema que cada vez cobra mayor importancia cuyo fin principal es la reducción de los impactos negativos al ambiente.

Adicional a lo anterior, se mencionan algunos artículos del Estatuto de Seguridad Industrial Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22) que deben ser tenidas en cuenta en las dos plantas de producción, entre estas tenemos:

- La distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad e incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso de 0,80 metros y de 1,50 metros cuando las máquinas, aparatos, equipos, posean órganos móviles y para hornos, calderas o cualquier otro equipo que sea un poco radiante de energía térmica (calor), Artículo 12º. Parágrafo 1º y 2º.
- No es permisible espacios entre máquinas o equipos, o entre estos y muros, paredes u otros objetos estacionarios menores de 40 centímetros de ancho por donde pudieran transitar personas. Si existiera una condición similar, se deberá resguardar o cerrar el paso con barreras (artículo 281).

- Artículo 340. Los conductos “sistemas de tuberías” usados para el transporte de gases, vapores, líquidos, sustancias semilíquidas o plásticas que puedan ofrecer algún peligro, deberán ser instalados de acuerdo a las recomendaciones dadas para estos casos y en especial las relacionadas con la instalación o vigilancia.
- Artículo 341. Todas las tuberías y conductos referidos en el artículo anterior, deberán ir señalados con dispositivos o pintados en colores, para poder identificar el contenido.
- Según el Artículo 280, en las máquinas donde exista el riesgo de partículas que salten, deberán instalarse barreras o mallas de una altura y ancho adecuados para proteger a las personas.
- Para el caso del proceso de Lavado en la planta de producción N° 2 donde son utilizado taques es indispensable dar cumplimiento al Artículo 296, donde se especifica que “Los tanques, recipientes, cubas y pailas utilizadas como mezcladoras, agitadoras, o para depositar (almacenar) líquidos calientes, corrosivos (ácidos o alcalinos) o venenosos, instalados a menos de dos metros de altura sobre el piso o nivel de trabajo, deberán cubrirse con tapas ajustables de material antitérmico o anticorrosivo, o cercarse con barandas de material adecuado. En caso de que existan pasillos de menos de 80 centímetros de ancho, entre uno o más recipientes de almacenamiento, deberá cerrarse el paso a las personas”.
- Los tanques y recipientes de almacenamiento que contengan productos inflamables deberán identificarse con la palabra “INFLAMABLE”, escrita en lugar visible según Artículo 311.
- Para la planta N° 2 y N° 3 se recomienda según Artículo 550 que las paredes y las pantallas permanentes y temporales para los trabajos de soldadura y corte

estarán pintadas de negro opaco o gris oscuro para absorber los rayos de luz dañinos y evitar los reflejos.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Acero, L. (2009). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Alatríste, S. (1990). *Técnica de los Costos*. México: Editorial Porrúa.

ASOPARTES. (Diciembre de 2014). *Informe Venta de Autopartes*. Recuperado el 05 de 05 de 2015, de ASOPARTES: <http://www.asopartes.com/estadisticas-del-sector/finish/8-autopartes/433-venta-de-autopartes-a-diciembre-ano-2014.html>

Castañer, J. (28 de Febrero de 2014). *Estudios Técnicos INC*. Obtenido de Análisis de costo beneficio - Ejemplos de análisis sector privado: http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf

Cuatrecasas, L. (2012). *Diseño Integral de Plantas Productivas*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

De la Fuente, D., & Fernández, I. (1997). *Distribución en Planta*. Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.

De Rus, G. (2008). *Evaluación Económica de Políticas y Proyectos de Inversión*. España: Editorial Ariel Economía.

Eatwell, J., Milgate, M., & Newman, P. (1993). *Desarrollo Económico*. Barcelona: Economía Crítica.

Ferré, R. (1988). *Diseño Industrial por Computador*. Barcelona: Marcombo Ediciones.

Fondos estructurales - FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA. (2003). *Guía del análisis costes-beneficios de los proyectos de inversión*.

Franklin Fincowsky, E. B. (2004). *Organización de Empresas*. México: McGraw-Hill.

Franklin, E. (2004). *Organización de Empresas*. México: McGraw-Hill.

Freivalds, B. W. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseños del Trabajo*. México, D.F.: Mc Graw Hill.

García, J. (2005). *Distribución en Planta*. Recuperado el 28 de 04 de 2015, de Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos: <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>

García, J. (2005). Problemas Resueltos de Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos. Editorial UPV.

González, D. P. (2013). *Técnicas de Mejora de la Calidad*. España: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Heredia, D. (Julio de 2010). *Metodología para implantar un sistema de costeo abc a la industria de la confección*. Recuperado el 15 de 04 de 2015, de Universidad Libre: <http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/revistas2/index.php/dictamenlibre/article/download/90/83>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1988). Taller Para La Preparación de Proyectos de Inversión. México D.F.

INTERGRAPH. (2015). *Sftware de Diseño de Plantas*. Recuperado el 15 de 04 de 2015, de Intergraph: <http://www.intergraph.com/global/es/learnmore/PPM/engineering-procurement-construction/DisenoPlantasIndustriales.aspx>

Lee J. Krajewski, L. P. (2000). *Administración de Operaciones: estrategia y análisis, 5ta. edición*. México: Recuperado el 01 de mayo de 2016 en Administración de Operaciones: https://books.google.es/books?id=B6LAqCoPSeoC&printsec=frontcover&dq=inautor:%22Lee+J.+Krajewski%22&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiP_7XrpbjMAhXGGh4KHVh6D4IQ6AEIOTAC#v=onepage&q&f=false.

Muñoz, D. (Noviembre de 2008). *Diseño de la estructura organizativa y distribución física de planta en la empresa construcciones Carlos Muñoz*. Obtenido de Monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos87/disenio-estructura-organizativa-y-distribucion-fisica-planta/disenio-estructura-organizativa-y-distribucion-fisica-planta3.shtml>

Muther, R. (1981). *Distribución en Planta*. Barcelona: Edit. Hispano Europea.

Netzahualcoyotl, V. S. (2010). *Reflexiones acerca de la Calidad*. México: Instituto Politécnico Nacional.

PuntoCAD.com. (2014). *Diseño de Plantas*. Recuperado el 14 de 04 de 2015, de PuntoCAD.com para Expertos: <http://www.puntocad.com/index.php/component/jshopping/category/view/29?Itemid=0>

Ríos, E. (Dirección). (2013). *Módulo Diseño de Sistemas Productivos "Distribución en plantas industriales" con ayudas multimedia*. [Película].

Salazar, B. (2012). *Diseño y Distribución en Planta*. Recuperado el 06 de 04 de 2015, de Ingeniería Industrial Online: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/>

Sanchez, F. (11 de Junio de 2013). *Diseño de Plantas Industriales*. Recuperado el 07 de 04 de 2015, de Prezi: <https://prezi.com/pfzyqhmx0ji/untitled-prezi/>.

TODOPRODUCTIVIDAD. (13 de Noviembre de 2008). *Software para el diseño en 4-D de plantas industriales*. Recuperado el 15 de 04 de 2015, de Todoproductividad: http://todoproductividad.blogspot.com/2008/11/software-para-el-diseo-en-4-d-de_13.html

Vargas, D. (2012). *El mercado Colombiano de las autopartes*. Recuperado el 05 de 05 de 2015, de Revista de Logística: <http://www.revistadelogistica.com/el-mercado-colombiano-de-las-autopartes.asp>