

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA EMPRESA
DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA EN EL ÁREA DE SAND BLAST**

**JULIANA HERNANDEZ PADILLA
LICETH CATHERINE LOPEZ MUÑOZ**

**INSTITUTO UNIVERSITARIO PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y DISEÑO
INGENIERIA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2015
IMPLEMENTAC
IÓN DE LA
TEORÍA DE
RESTRICCIÓNES EN LA
EMPRESA
DISTRIBUIDORES
ANTIOQUIA EN
EL ÁREA DE
SAND BLAST**

**JULIANA HERNANDEZ PADILLA
LICETH CATHERINE LOPEZ MUÑOZ**

Proyecto de grado para optar al título de ingenieros industriales

Asesor Temático
JACOBO ECHAVARRIA CUERVO
Asesor Trabajo de Grado

INSTITUTO UNIVERSITARIO PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y DISEÑO
INGENIERIA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma de jurado

Firma de jurado

Medellín, 20 de Noviembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las entidades y personas que aportaron y apoyaron durante el desarrollo de este proyecto.

A la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA, en especial al señor Leonel Higuita Jiménez, representante legal, por permitir realizar el proyecto de implementación de la Teoría de Restricciones dentro de la empresa.

A los operarios de cada una de las áreas que hace parte de la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA por su disposición y apoyo en la ejecución del proyecto de grado.

Al señor Carlos Enrique Villegas, Docente de cátedra, Institución Universitaria Pascual Bravo quien asesoró sobre el tema de diagramas de PERT y con Balanceo de línea aplicado en la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA.

A Jacobo Echavarría asesor de grado, quien brindó su conocimiento y guio en la elaboración de este proyecto.

A la Institución Universitaria Pascual Bravo por brindarnos la calidad de los docentes que hicieron parte de nuestra formación para elaborar la investigación de este proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Formulación del problema	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo general	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. MARCO DE REFERENCIA	14
4.1. Marco contextual	14
4.1.1. Reseña	histórica
17	
4.1.2. Descripción	de los procesos
18	
4.2. Referentes teóricos	24
4.2.1. Introducción	24
4.2.2. Diagrama	de Causa y Efecto
25	
4.2.3. Flujograma	de proceso
26	
4.2.4. Proceso	de mejora continúa
28	

- 4.2.5. ¿Cómo enfocar el proceso de mejora continua? 29
 - 4.2.5.1. Primer paso; Identificar las restricciones 29
 - 4.2.5.2. Segundo paso; Decidir cómo explotar las restricciones 30
 - 4.2.5.3. Tercer paso; Subordinar 30
 - 4.2.5.4. Cuarto paso; Elevar las restricciones de la empresa 30
 - 4.2.5.5. Quinto paso; Volver al paso 1 31
- 4.2.6. Estudio de tiempos 31
 - 4.2.6.1. Medición del Trabajo 31
 - 4.2.6.2. Propósito de la Medición del Trabajo 31
 - 4.2.6.3. Usos de la Medición del Trabajo 32
 - 4.2.6.4. Procedimiento básico sistemático para realizar Medición del Trabajo 32
 - 4.2.6.5. Herramientas para el estudio de tiempos 33
 - 4.2.6.6. Cronómetro 34
 - 4.2.6.7. Tablero para formularios de estudio de tiempos 34
 - 4.2.6.8. Formularios para el estudio de tiempos 35
 - 4.2.6.9. Formularios para reunir datos 35
 - 4.2.6.10. Primera hoja de estudio de tiempos 35
 - 4.2.6.11. Hojas siguientes 35
 - 4.2.6.12. Formulario para ciclo breve 35

4.2.6.13.	Formularios para analizar los datos reunidos	36
4.2.6.14.	Hoja de trabajo	36
4.2.6.15.	Hoja de resumen del estudio	36
4.2.6.16.	Hoja de análisis para estudio	36
4.2.6.17.	Suplementos	36
4.2.7.	Balanceo de líneas	36
4.2.7.1.	Cantidad	37
4.2.7.2.	Equilibrio	37
4.2.7.3.	Continuidad	37
4.2.7.4.	Método de balanceo de línea	40
4.2.8.	Tipos de restricción	40
4.2.8.1.	Restricción de Materiales	40
4.2.8.2.	Restricción Logística	40
4.2.8.3.	Atrasos en los horarios de corte de los pedidos	41
4.2.8.4.	Errores en la preparación	41
4.2.8.5.	Errores de ubicación del stock	41
5.	DISEÑO METODOLÓGICO	42
5.1.	Tipo de investigación	42
Etapa 1: Diagrama causa y efecto		
43 Etapa 2: Flujoograma de procesos		

44	Etapa 3: Estudio de tiempos	
45		
	Etapa 4: Diagrama analítico de procesos	46
	Etapa 5 Diagrama de PERT (CPM)	47
	Etapa 6: Balanceo de líneas	48
	Etapa 6: Identificar las restricciones	49
	Etapa 7: Documentar los procesos	49
6.	RESULTADOS	50
6.1.	Diagrama Causa – Efecto	51
6.2.	Flujograma de procesos	52
6.3.	Estudio de Tiempos	53
6.4.	Diagrama Analítico de procesos	56
6.5.	Método cpm pert	61
6.6.	Balanceo de línea	67
6.7.	Identificar las restricciones	78
6.8.	Documentar los procesos	81
7.	CONCLUSIONES	83
8.	RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFIA	86
	TABLA DE IMÁGENES	

Imagen 1. Área de sand blast

Imagen 2. Corte vertical

Imagen 3. Ubicación y modo de colocar el material

Imagen 4. Secretaria perforando

Imagen 5. Mapa

Imagen 6. Fachada de la empresa Distrividrios

Imagen 7. Área Corte

Imagen 8. Haciendo corte circular

Imagen 9. Pulido (Opaco y brillante) - Maquina rectilínea

Imagen 10. Pulido circular - Maquina pulpo
Imagen 11. Área de Diseño o dibujo de lámina a matizar
Imagen 12. Perforado Imagen
13. Área de sand blast.
Imagen 14. Producto terminado
Imagen 15 diagrama de PERT
Imagen 16. Diagrama causa-efecto
Imagen 17. Flujograma
Imagen 18. Cursograma analítico de procesos
Imagen 19. Diagrama causa-efecto Distrividrios.
Imagen 20. Diagrama de proceso de flujo Distrividrios.
Imagen 21. Diagrama analítico actual para Cabina de baño
Imagen 22. Diagrama analítico propuesto para Cabina de baño
Imagen 23. Diagrama analítico actual para Comedor figuras circulares
Imagen 24. Diagrama analítico propuesto para Comedor figuras circulares
Imagen 25. Diagrama de Redes para comedor figuras circulares Imagen
26. Diagrama de redes para cabinas de baños.
Imagen 27. Estaciones del proceso Cabinas de baño
Imagen 28. Estaciones del proceso Comedor figuras circulares

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Método de balanceo de línea
Tabla 2. Estudio de tiempos
Tabla 3. Diagrama de PERT
Tabla 4. Balanceo de líneas
Tabla 5. Diagrama toma de tiempos del proceso en cabina de baño.
Tabla 6. Diagrama toma de tiempos del proceso en comedor figuras circulares
Tabla 7. Procesos circulares
Tabla 8. Diagrama de PERT para comedor figuras circulares
Tabla 9. Procesos para cabinas de baños

Tabla 10. Diagrama de PERT para cabinas de baños.

Tabla 11. Número de estaciones requeridas según el tiempo ocioso del proceso de cabinas de baño

Tabla 12. Balanceo de líneas del proceso de Comedor figuras circulares

Tabla 13. Número de estaciones requeridas según el tiempo ocioso del proceso de Comedor figuras circulares

LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Soluciones genéricas de Teoría de Restricciones

Grafico 2. Enfoque del proceso de mejora continúa.

GLOSARIO

ARENA SILICA: Es un compuesto resultante de la combinación del Sílice con el Oxígeno. Su composición química está formada por un átomo de sílice y dos átomos de Oxígeno, formando una molécula muy estable: SiO₂.

Esta molécula es insoluble en agua y en la naturaleza se encuentra en forma de cuarzo. Si el cuarzo está cristalizado se denomina Cristal de Roca.

Los usos industriales de la sílice derivan de sus importantes propiedades físicas y químicas, destacándose especialmente su dureza, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad y transparencia.

Una de sus principales aplicaciones es para la fabricación del vidrio, siendo la materia prima fundamental para la fabricación del vidrio (aproximadamente el 70 % de su composición es de sílice), el resto lo componen otros minerales no metálicos.

ATO, ACRÓNIMO DE ASSEMBLE TO ORDER: (Ensamble a la orden), uno de los ambientes básicos de manufactura. Los productos que caen en esta categoría se caracterizan por estar previamente diseñados, y sus partes constitutivas construidas, pero no ensambladas (al menos no todas). Sólo es hasta que el cliente define las últimas características del producto, que el ensamble se lleva a cabo.

BISELADO: es el que le permite crear esquinas chanfleadas o redondeadas. El biselado es un efecto que suaviza los bordes y las esquinas. Las aristas del mundo real son raramente perfectamente afiladas.

Los Vidrios Biselados, es precisamente un detalle que se le da al contorno del vidrio, un delicado toque de elegancia y distinción. Su aplicación en Cubiertas o Espejos, aportan una hermosa terminación en el diseño.

ENGINEERING TO ORDER: (la traducción más correcta es Ingeniería a la orden) o ETO, es uno de los ambientes de trabajo clásicos de la manufactura. El supuesto básico en ETO es que el proceso es único e irrepetible, en el que el cliente define prácticamente todas las características del producto (incluido su diseño más básico).

La diferencia básica de ETO y MTO es que en el último las características del producto están prácticamente definidas y sólo se definen los detalles para mandarlo a producir.

INEFECTIVO: "conducta inefectiva; en situaciones en las que supusimos que un estímulo real sería inefectivo, los sujetos pensaron que habían tenido influencia sobre su conducta"

MAKE TO ORDER o PRODUCCIÓN SOBRE PEDIDO MTO, acrónimo, es junto con MTS, ATO y ETO un tipo de sistema de manufactura. MTO representa un escenario de una empresa de manufactura que produce determinado artículo sólo bajo pedido.

MAKE TO STOCK (MTS) O BUILD TO STOCK (BTS): es uno de los tipos de sistemas de manufactura. El ambiente MTS, es un ambiente en el que la empresa manufactura de forma continua artículos para los cuales no hay aún una demanda explícita por parte de algún cliente. Como su nombre lo indica "Make to Stock" - "Hecho para almacenar", los productos manufacturados bajo este esquema se caracterizan por que no se necesita una orden especial para fabricarse, y se producen en forma "bruta".

MÉTODOS Y TIEMPOS: Al hablar de ingeniería de métodos y tiempos, se habla de la rama del conocimiento que pretende unificar la manera de realizar una actividad cuando ésta se presenta de forma reiterativa. A esto se le denomina Método. Además, esta unificación o estandarización de las tareas se logra mediante el estudio del tiempo necesario para realizar dicha tarea.

PICKING: En el campo de la logística, Picking es el proceso de recogida de material extrayendo unidades o conjuntos empaquetados de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas.

POLIVALENTES: es un adjetivo que se aplica a aquel o aquello que resulta valioso en diferentes situaciones o que ofrece varias prestaciones. Lo polivalente, por lo tanto, tiene valor (es importante o útil) en distintos contextos.

SAND BLAST significa "chorro de arena" ó "arenado" y consiste en un sistema de lanzamiento de materiales abrasivos con aire a presión sobre cualquier superficie rígida, para remover oxido, escama de laminación, pintura vieja, cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento. Así mismo para uso artístico en vidrio, madera, acrílico, cerámica, etc. Limpieza de barcos, puentes, estructuras. Principales abrasivos, son: Arena silica, Oxido de Aluminio, Carburo de silicio, Bicarbonato de Sodio, Perla de vidrio, entre otros.

SISTEMA MODULAR: Se conoce como módulo (del latín modulus) a una estructura o bloque de piezas que, en una construcción, se ubican en cantidad a fin de hacerla más sencilla, regular y económica. Todo módulo, por lo tanto, forma parte de un sistema y suele estar conectado de alguna manera con el resto de los componentes. Aquello que se considera como modular es fácil de ensamblar y suele ofrecer una amplia flexibilidad (no en sus componentes, sino en la manera de armado).

TOC: Teoría de Restricciones (TOC - sigla en Inglés de Theory of Constrains) considera que todo sistema complejo tiene una simplicidad inherente. Desarrollada por el Dr. Eli Goldratt. Se entiende que una mejora se refiere a mejores resultados globales de la organización. Si se trata de una organización con ánimo de lucro, una mejora se traduce en ganar más dinero hoy y en el futuro.

INTRODUCCIÓN

La empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA dedicada a la distribución y fabricación de vidrios para mesas, comedores, cabinas de baño, espejos, entre otros, ubicada en el sector san Benito y la minorista cuenta con diferentes procesos para la fabricación de sus productos, y para el estudio que realizamos se tomaron dos productos; los comedores figuras circulares y las cabinas para baño.

Es importante el conocimiento previo y la experticia sobre el tema de la teoría de restricciones toda vez que su aplicación en las empresas desde hace varias décadas ha contribuido al crecimiento y mejoramiento de los procesos productivos, por este motivo se realiza una investigación previa a la ejecución del proyecto lo cual brinda seguridad y confianza para obtener los mejores resultados y la eficacia esperada en la aplicación de esta filosofía en la empresa.

Para la aplicación de esta teoría también es importante resaltar que se debe complementar con todas las herramientas de ingeniería industrial necesarias como el trabajo con indicadores y las herramientas estadísticas disponibles para todo el procesamiento de la información y de esa manera realizar una toma de decisiones más asertiva a partir de una información concreta y bien estructurada.

1 PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy día, las organizaciones brindan especial atención a su fuerza laboral, pues de su desempeño depende de la eficiencia y la eficacia en el logro de los objetivos organizacionales; existen diferentes tipos de restricciones en una compañía que pueden limitar su progreso y obtención de utilidades, en la empresa DISTRIVIDRIOS se puede observar:

Restricciones de manufactura: el proceso no cuenta con un sistema de información de métodos y tiempos. Donde cada proceso que conlleva al matizado no cuenta con un tiempo fijo ya que depende del tipo de vidrio, tamaño, dibujo y la forma.

La distribución física de las instalaciones no es adecuada para el flujo del proceso por lo que la zona de materias primas está muy desordenada y a veces se encuentra saturada por ende hay problemas en los procedimientos internos de trabajo por la falta de documentación y estandarización de los mismos, a menudo se presentan incumplimientos en las fechas de entrega a los clientes. Al igual no se tiene un registro de la capacidad y el mantenimiento de la maquinaria, la programación de la producción no es planeada y se presentan alteraciones por la llegada de pedidos urgentes. (Ver imagen 1)

Imagen 1. Área de sand blast



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

En el momento de realizar el corte de un vidrio o espejo varia su tiempo en el proceso dependiendo del tamaño, grosor y forma geométrica (circular, cuadrada, triangular, etc.)

En el Pulido y brillo demora aproximadamente 6 min, sin importar su tamaño y grosor teniendo en cuenta que el vidrio es recto. (Maquina rectilínea) sin embargo el tiempo puede variar también por cualquier motivo que sea o no ajeno al proceso.

Si el pulido y brillo es circular su tiempo aproximado es de 20 min, si es con figuras circulares en el vidrio su tiempo es de 1 hora y así sucesivamente puede variar también su tiempo.

Al igual puede ocurrir que en el pulido y brillo no todas las veces pasa el vidrio antes del proceso de matizado por lo que no todos los clientes requieren este servicio.

En la Perforación el tiempo aproximado es de 1 min por orificio realizado al espejo o vidrio (esta varia por su número de perforaciones que requiere este). En este proceso de perforación no se hace todas las veces ya que el cliente o producto no lo requiere.

El Colocar el papel contac, para realizar el proceso de dibujo varía su tiempo según el tamaño del vidrio. Desde 1 min, 30 min, hasta 1 hora.

Si el dibujo es grande sería más sencillo para el dibujante y su tiempo aproximado es de 20 min, pero si es algo muy complejo como por ejemplo el dibujar una sirena con su respectivo paisaje para una cabina de baño se demoraría 1 hora aproximadamente. Ya si es pequeño el tiempo sería menor teniendo en cuenta también su complejidad.

Ya el en proceso que es el matizado su tiempo vendría siendo según la cantidad de arenilla o silicio que requiere el vidrio o espejo.

Por ultimo quitar el papel contac su tiempo aproximado es de 1 min, limpiar el vidrio o espejo tiempo aproximado 1.5 min y la verificación del matizado y dibujo 2.5 min.

Entonces con este planteamiento se observa que todos los tiempos en el proceso de Sand blast varían según su trabajo requerido.

La empresa DISTRIVIDRIOS trabaja con el sistema MAKE TO ORDER o PRODUCCIÓN SOBRE PEDIDO, es decir, no se trabaja para almacenar inventario sino que una vez que el cliente autoriza la orden de compra o pedido, se inicia el proceso de abastecimiento y producción para cumplir con la demanda establecida.

Restricciones de materiales: Cuando el suministro es importante para el cliente ya que este a veces puede ser la materia prima para la construcción de otro producto

al igual la calidad cumple como requisito para lo mismo y la oportunidad de los materiales impide cumplir con la demanda.

Calidad: Se promueve una cultura de servicio al cliente, a través de la elaboración personalizada de sus productos, no se cuenta con mecanismos formales de documentación y estandarización de los procesos, al igual no se realizan análisis de los costos de mala calidad, ni control estadístico de los procesos de producción, de igual manera no existe un análisis continuo de las fallas y defectos de los productos, no hay procedimientos establecidos de inspección y prueba del producto terminado ni en proceso. Tampoco se tienen índices de desperdicio en ellos, no se han controlado las causas ni se ha creado un procedimiento para su reducción.

Los operarios no cuidan la materia prima al momento de cortar, ya que se les puede formar grietas el cual daña su diseño esto se da porque son bruscos al momento de manipular el vidrio, de igual manera la posición en que colocan el material para cortar no es el adecuado pero es difícil para el operario ya que en la mayoría de veces es demasiado grande el vidrio y es difícil de manipular.

Imagen 2. Corte vertical



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

Restricciones logísticas: Problemas en los métodos de trabajo que impiden el adecuado flujo del producto desde las fuentes de materia prima hasta los clientes finales, como se menciona anteriormente no existe la documentación que registre los pedidos al momento de entrar y salir de la empresa, y esto ocasiona la pérdida o demora al encontrar y entregar el producto final.

Los costos de manejo de materiales son bajos a veces se presentan problemas en los productos por falta de claridad en la documentación de un pedido. Hay incumplimientos frecuentes a clientes porque existe la costumbre de que una vez puesto el pedido lo atrasan de la fecha para la cual lo necesitan los clientes.

Hay poca inversión en equipos de almacenamiento y manejo de materiales (estanterías, ver imagen 3) no es adecuada las bases donde colocan el vidrio o material, tampoco hay orden y esto ocasiona el mal manejo de materiales y el flujo del mismo.

Imagen 3. Ubicación y modo de colocar el material



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

No se lleva ningún tipo de registro o estadística de las causas del reproceso y de las cantidades reprocesadas no se tiene implementado un sistema de mantenimiento y control de maquinaria para el proceso de sand blast esto puede

alterar costos en la empresa, ya que no existe el registro se desconoce la cantidad de material reprocesada y el costo de las misma.

Restricciones de políticas: Son formas de actuar, de medir los resultados y costumbres que obstaculizan un mejor desempeño del sistema productivo, en ocasiones para no generar mal ambiente laboral; para el operario no existen unas estrictas exigencias para la implementación de llevar un orden dentro de la planta de producción para realizar los trabajos que requiere la planta o empresa, un puesto o cargo no específico para los empleados, todos pasan por diferentes áreas y diferentes procesos dependiendo de la demanda, (Ver imagen 4) para esto cuentan con un personal polivalente aunque esto puede generar desorden en la realización de dichos pedidos, al igual que no toman muy enserio las responsabilidades de su trabajo porque las políticas de la empresa no son exigentes a estos casos, donde también se presenta llegadas tarde e inasistencia injustificadas.

Imagen 4. Secretaria perforando



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con base al estudio que se está realizando en la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA no tiene definido un programa en materia de la producción como toma de tiempos y chequeos, estandarizaciones y documentación en el proceso de Sand blast por lo cual, para efectos del siguiente trabajo se plantea el cuestionamiento que a continuación se especifica:

¿Cómo mejorar la eficiencia y la capacidad del proceso de Sand blast atacando los puntos de restricción en el proceso productivo?

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Organizar la línea de Sand blast a través de la metodología TOC para mejorar la eficiencia y la capacidad en los puntos de restricción en el proceso productivo.

2.2. ESPECIFICOS

Desarrollar tiempos estándares de producción, donde este nos muestre la buena planeación del proceso productivo.

Identificar los cuellos de botella existentes en la línea de Sand blast.

Documentar los procesos con los sistemas de métodos y tiempos teniendo en cuenta las TOC.

3 JUSTIFICACIÓN

La Teoría de Restricciones ha sido desarrollada por el físico israelí Eliyahu Goldratt. Enseña de una forma ordenada y de sentido común cómo lograr un mejoramiento continuo y visible en términos de utilidades, administrando el recurso más débil (la restricción) que exista en cualquier organización para convertirlo en una ventaja.

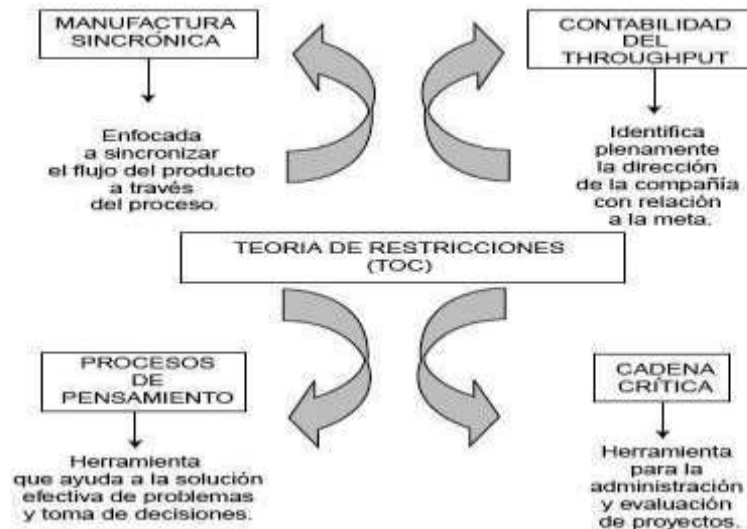
Una restricción es considerada cualquier cosa que limita que la empresa logre su objetivo, es decir, que impida que gane más dinero. Cuando se habla de mejoramiento continuo se hace referencia al mejoramiento de los procesos, a la forma de solucionar los problemas, al análisis de los costos, al manejo del talento humano, a la programación efectiva de la producción, a la identificación correcta de cuál es la restricción de la empresa y cómo eso está afectando la satisfacción del cliente y el crecimiento económico de la empresa.

La Teoría de Restricciones es un campo aún en pleno desarrollo, que ha propuesto hasta ahora algunas "soluciones genéricas" a problemas de común ocurrencia.

Estas se mencionan en la Gráfica 1.

Grafico 1. Soluciones genéricas de Teoría de Restricciones

Gráfica 1: Soluciones Genéricas de Teoría de Restricciones



(Goldratt , 1984)

DISTRIVIDRIOS es una empresa que se está organizando y con una visión de documentar todos sus procesos que se ha visto en la necesidad de mejorar su proceso productivo buscando su optimización en pro de lograr un mayor rendimiento a través de la aplicación de ciertos procedimientos formales de ingeniería tales como la teoría de restricciones o sistemas (TOC).

En la elaboración de Sand blast en las láminas de vidrios como proceso productivo es importante esta teoría de restricciones para mejorar y fortalecer los puestos de trabajo en la empresa DISTRIVIDRIOS.

Dicha teoría se implementara analizando los estándares y el balanceo del personal en el proceso de producción en un sistema modular, analizando también maquinaria, mano de obra y materia prima, ya que esto le permitirá llevar un mejor

control de su proceso y una mayor precisión en la programación e incrementar la producción asegurando la calidad de su producto y al calidad en los procesos.

Las demoras en la entrega de los pedidos perjudican el tiempo de sus clientes, ocasionando molestias que pueden conducirlos a comprar a la competencia. Llevando que la empresa pierda clientes o también se afecte la relación entre el cliente y la empresa.

Si la empresa cumple todas las promesas de venta que establecen según lo acordado con el cliente, puede confiar en la empresa para cualquier necesidad futura, con la certeza de que no perderá tiempo ni dinero. Cumplir las promesas genera confianza en el cliente y le permite optimizar su tiempo, que hoy en día es el activo más valioso de todos y a nadie le sobra tiempo para quejas y esperas.

En busca de mejorar los tiempos de entrega de los pedidos debemos también aumentar la productividad y eficiencia de la planta.

La productividad es importante para el cumplimiento de las metas y estándares de producción, manteniendo los tiempos programados para la realización de un producto. Los principales beneficios de un aumentar la eficiencia y la productividad es el de entregar los pedidos a tiempo también mejorar el ambiente laboral ya que cuando no se cumplen las metas se incrementa la carga laboral en los empleados. Para esto es necesario tener un buen estudio de métodos y tiempos en el proceso de producción.

Es importante este proyecto para reducir, costos gracias a la simplificación del proceso, disminución del desperdicio y entregas oportunas satisfaciendo a los clientes, además de permite determinar con exactitud la capacidad máxima de producción. Otra razón para la realización de este estudio es diseñar si es necesario, estaciones de trabajo más cómodas para los operarios, redistribución de

planta, mejorar tiempos y métodos de producción, de manera que aumente la productividad.

El eliminar los reproceso trae como consecuencia directa disminuir los costos de producción de los productos, a partir de menores costos por reproceso, reclamos de clientes, o pérdidas de materiales, mediante el uso eficaz y eficiente de los recursos.

Con la implementación de la teoría de restricciones se pretenden eliminar estas causas, disminuyendo los costos de producción del producto, se examina el trabajo humano en todos sus contextos y lleva sistemáticamente a analizar todos los factores que influyen en la eficiencia de la economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras.

Orientación hacia la mejora continua, que permite identificar nuevas oportunidades para mejorar los objetivos y metas propuestas.

la teoría de restricciones (TOC) que en esencia es una metodología de gestión que permite identificar las restricciones de un proceso, los cuales se logran eliminar, convirtiéndolas en fuentes de ventaja competitiva, además es más favorable y novedoso y puede ser una alternativa aplicable en cualquier empresa de vidrios, como también en otros sectores industriales.

Bajo estas expectativas, en este trabajo se pretende desarrollar diagnóstico para determinar las falencias del proceso productivo y luego implementar un modelo de programación y control de la producción, bajo los lineamientos y los principios de teoría de restricciones.

Desde el punto de vista académico el trabajo permite la aplicación de gran parte de los conocimientos adquiridos en la carrera, tales como: estudio de métodos y tiempos, salud ocupacional, calidad, producción, diseño de plantas y manejo adecuado del recurso humano.

4 MARCO DE REFERENCIA

La Teoría de las Restricciones (Theory of Constraints - TOC) es una metodología desarrollada en Israel por el físico Eliyahu Goldratt. Esta teoría se plantea como una respuesta de Occidente a los crecientes avances de las industrias instaladas en el sudeste asiático. Países como Japón, Tailandia, Singapur y Corea del Sur son considerados Tigres Asiáticos por haber conseguido tasas de crecimiento promedio del 6% al año.

4.1. MARCO CONTEXTUAL

En el presente trabajo de investigación se describe teóricamente los aspectos sobre la teoría de restricciones, señalando cada una de las áreas que intervienen en la línea de sand blast dentro de la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA, lo cual permitió solicitar evaluar los factores que impiden el cumplimiento de la demanda o pedido ya que este se hace o produce por órdenes de trabajo para así luego determinar las estrategias adecuadas y los pasos de las TOC, adaptándose en las necesidades de la empresa asista a las necesidades de la línea ya mencionada.

El estudio se realizara durante el año 2014 y 2015 en la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA.

Es una empresa distribuidora de vidrios al por mayor y al detal, son vidrios nacionales e importados desde la china y Brasil en todos los calibres estilos y colores, se encuentra ubicada en la Calle 54 No. 56^a 19 (ver imagen 5).

Imagen 5. Mapa



Medellín/agencia+distrividrios+Antioquia

Teléfonos: 5131317 – 5128855

Tel. fax: 5140345

Email: Distrividriosantioquia.lh@hotmail.es

Su número de empleados es de 9 (2 secretarias, 1 conductor y 6 operarios), con un contrato a término fijo inferior a un año, su horario es:

Lunes a viernes de 8:00am a 6:00pm

Sábados de 8:00am a 2:00pm

DISTRIVIDRIOS Brinda soluciones de valor para el transporte, la Industria y la distribución donde es una Compañía Líder en el diseño y elaboración de productos en vidrio de la más alta calidad. Se dedica al tratamiento de vidrios (de 3 hasta 19 mm de espesor) y demás materiales conexos; presta servicios de pulimiento, tallado y biselado.

Posee una amplia experiencia en el rubro, brindando atención personalizada, calidad en los terminados y el servicio requeridos.

También brinda el servicio de instalación de Vidrios y cristales, laminados, templados, de seguridad, carpintería en aluminio.

Los tipos de láminas que se distribuyen son:

- Vidrios claros
- Vidrios grabados
- Vidrios de bronce
- Vidrios antireflectivos
- Vidrios reflectivos
- Vitrales y espejos en colores, biselados y tallados

- Acrílicos
- Marquetería de accesorios relacionados con el vidrio

Al igual esta empresa cuenta con contratos para distribuir vidrios en las siguientes empresas:

Tablemac: Distrividrios se encarga de cortar, pulir, brillar, matizar y pintar los diferentes tipos y calibres de vidrios, en la cantidad requerida por este cliente donde dicho pedido es enviado a domicilio ya que lo solicitado es por Fax o correo electrónico.

Cristalum: En esta empresa se distribuye láminas de vidrios de diferentes tipos y calibres al por mayor

Colombiana de espejos: Para esta empresa se vende vidrios al detal donde dichos pedidos son diferentes sea pulido, corte, brillada, pintura, sand blast, etc.

4.1.1. RESEÑA HISTÓRICA

Imagen 6. Fachada de la empresa Distrividrios



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

Todo empezó con una idea de negocios que tuvo el señor Leonel Higuita, el empezó a ahorrar mientras trabajaba y obtenía experiencia de la empresa INDUSTRIA COLOMBIANA DE ESPEJOS en la cual trabajo 22 años. Inicio con solicitar un préstamo bancario para su gran inversión de construir su propia empresa, En el año 2003 inicio con su idea de negocio, empezó con \$70.000.000, que fue utilizado para un local, surtir vidrios de todo tipo, el diseño de la infraestructura con burro para arrumar las láminas de vidrios, mesas de corte, reglas, pinzas, corta vidrios manuales, lápices, escritorios, organización de oficinas, al igual con la compra de dos carros de cargue de vidrios, iniciando con comercializar y distribuir vidrios y espejos al por mayor y dental, con este material también comenzó con procesar dicho producto manualmente.

Dos años más tarde al ver que el negocio era rentable Don Leonel tomo la decisión de invertir en maquinaria para procesar vidrios, su primera máquina fue una de sand blast esta hace diferentes diseños con arenilla llamada silicio en los espejos y vidrios, 6 meses después compro la máquina el pulpo la cual se encarga de pulir y brillar vidrios curvos, al igual que presta el servicio de biseladora, junto con esta máquina compro una máquina vertical con un sofisticado taladro que permite destajar todo tipo de formas de herrajes entregando las medidas y radios. En el año 2008 realizó una inversión de comprar una máquina rectilínea que es la que pule y

brillan los vidrios rectos automáticamente de todos los tamaños y calibres, actualmente la empresa está importando láminas de vidrios de la china, chile y Venezuela, también se implementó el proceso de trabajar artesanías con vidrios manuales y la venta de insumos para vidrios y espejos DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA inicio con 5 empleados y ahora incremento a 9. Donde se encuentra registrada en cámara de comercio como AGENCIA DISTRIBUIDORA DE VIDRIOS ANTIOQUIA, persona natural de régimen común.

4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

El proceso inicia con el corte de la lámina de vidrio a matizar, en el que según sus medidas enviadas en un papel o vale, el operario inicia con verificar las medidas con una regla, marcando sus puntos de referencia para así el cortador de vidrio hasta el referente a cortar y así terminar con la figura que se pidió, ya sea de forma cuadrada, rectangular, triangular, etc. (ver imagen 7. Cabe destacar que en ocasiones el vidrio es circular y para esto se utiliza un transportador especial que obtiene su cortador de vidrio, el manejo de este se da por las medidas en grados (ver imagen 7).

Imagen 7. Área Corte.



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

Imagen 8. Haciendo corte circular



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

Si el pedido requiere de pulido, este se llevara al pulido después del corte, en el proceso lo que se obtiene en el vidrio es un pulido opaco o brillante donde el manejo es recto y cada vez que pasa por la banda de la maquina al terminar su recorrido se voltea la lámina de vidrio hacia la derecha para iniciar de nuevo con el pulido por el otro lado que corresponde. (Ver imagen 9).

Imagen 9. Pulido (Opaco y brillante). Maquina rectilínea



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

En el pulido y brillo con la maquina pulpo se realiza a vidrios con corte circular dando a este vueltas con un brazo que contiene la máquina, teniendo en cuenta que el vidrio debe ser de un grosor desde 10 mm hasta 19mm y si el pedido hecho por el cliente requiere de este proceso de pulido. (Ver imagen 10)

Imagen 10. Pulido circular - Maquina pulpo



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

Después de un pulido y brillo a la lámina de vidrio si es requerida por el cliente esta pasa al área de dibujo o diseño, con el que inicia colocando a dicha lámina un papel contac donde el operario hace dibujo para luego quitar el papel restante y así observar si está bien definido el dibujo a realizar el matizado. (Ver imagen 11)

Imagen 11. Área de Diseño o dibujo de lámina a matizar



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

Luego de realizar el diseño en la lámina de vidrio en ocasiones si el producto terminado lo requiere se lleva a la área de perforado, en este el operario ubica la lámina de vidrio en la parte posterior del taladro colocando el lado a realizar el orificio u orificios, donde también determina el diámetro del orificio al introducir el taladro en el vidrio. (Ver imagen 12)

Imagen 12. Perforado



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia.

Como penúltimo proceso de sand blast la lámina es llevada a la área donde se encuentra la máquina de matizado, y allí se inicia colocando la lámina al lado izquierdo de la maquina donde pasa por unas bandas que lleva la lámina dentro de

la máquina para que el operario introduzca sus manos y con una manguera le eche un chorro de silicio con el que se realiza el diseño de sand blast. Que al terminar sale por el lado derecho de la maquina por las bandas mencionadas anteriormente (Ver imagen 13)

Imagen 13. Área de sand blast.



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia

Por último el vidrio es llevado a su lugar de almacenamiento donde también le quitan el papel contac que era de guía para el operario del área de matizado realizar el diseño requerido por el cliente y así mismo realizar una inspección de que el dibujo se encuentre bien definido y la arenilla bien repartida en el mismo, y ya queda el producto terminado. (Ver imagen 14)

Imagen 14. Producto terminado



Hernández, J. López, L. (2013). Elaboración propia

4.2. REFERENTES TEÓRICOS

4.2.1. Introducción

La Teoría de las Restricciones es una metodología al servicio de la gerencia que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados de manera lógica y sistemática, contribuyendo a garantizar el principio de continuidad empresarial. La TOC tiene su origen en programas fundamentados en la programación lineal, siendo utilizada inicialmente en el ambiente de fábrica. Fue desarrollada por el físico israelí Eliyahu Goldratt, quien comenzó a analizar problemas de negocios casi que de manera casual. Un amigo tenía dificultades para programar la producción de una fábrica que producía jaulas para aves. Goldratt quedó muy curioso con el problema y desarrolló un programa de computador innovador, que permitió aumentar la productividad de manera extraordinaria sin elevar los gastos de operación. En ese momento, una investigación superficial reveló que en el mercado no existía un "software" adecuado para que las fábricas programaran su producción sin un aumento considerable en sus costos. A partir de esta constatación fue creado el OPT (Optimized Production Technology) donde el autor plasma sus principales ideas. (E.Goldratt , 1984)

(S.Chapman, 2006) El presente punto tiene como propósito presentar los principales conceptos que sustentan la teoría de las restricciones y que ayudan a los gerentes a focalizar su acción en decisiones que tocan los aspectos más críticos que inciden sobre la eficacia de la empresa. En especial, se llama la atención en el contraste

entre focalizar la empresa en la optimización, ya sea a través de los costos, o por medio de la generación de una mayor corriente de ingresos.

4.2.2. Diagrama de Causa y Efecto

(E.Ishikawa, 1943) Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales. (L. Arango, 2002)

El Diagrama de Causa y Efecto se debe utilizar cuando se pueda contestar “sí” a una o a las dos preguntas siguientes:

1. ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
2. ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

Los Diagramas de Causa y Efecto también pueden ser utilizados para otros propósitos diferentes al análisis de la causa principal. El formato de la herramienta se presta para la planeación. Por ejemplo, un grupo podría realizar una lluvia de ideas de las “causas” de un evento exitoso, tal como un seminario, una conferencia o una boda. Como resultado, producirían una lista detallada agrupada en una categoría principal de cosas para hacer y para incluir para un evento exitoso. (Ishikawa, 1943)

(K.Ishikawa, 1943)Uso del diagrama de Ishikawa

- Identifica las verdaderas causas y no solamente los síntomas de una Situación; las agrupa en determinadas categorías, según los factores genéricos, para encauzar las actuaciones de análisis-mejora de modo sistemático.
- Resume todas las relaciones existentes entre las causas y efectos de un Proceso.
- Utilizándolo con otras herramientas estadísticas, por ejemplo el Diagrama de Pareto, promueve la mejora del proceso según prioridades.
- Favorece el pensamiento creativo o divergente del personal, con objeto de acumular el mayor número de ideas y aportaciones ante una situación por medio de tormenta de ideas.
- Mediante la identificación de un conjunto de factores básicos que inciden en una determinada situación, permite obtener una visión global y estructurada de la misma, para realizar de un modo más eficaz los análisis de las causas.
- Proporciona a todos los miembros del equipo la misma comprensión del Problema (se recomienda su uso en grupo).
- Ayuda a analizar y resolver un problema de una manera sistemática, fomentando el análisis científico, ya que tras examinar el diagrama, se detecta qué información es relevante para determinar de un modo fidedigno la causa principal del efecto estudiado.

4.2.3. Flujograma de proceso

Un flujograma de los elementos generales del proceso de gestionar a tratar. Si es posible, que quede definido en una sola página. Los componentes de este flujograma solo son áreas funcionales importantes, y puntos de decisión. Con posterioridad los flujogramas de primer nivel, se desarrollan en otros flujogramas de niveles inferiores más detallados. Mientras se crean otros flujogramas es necesario lograr el consenso de los miembros del grupo. Es increíble ver como personas distintas un mismo proceso. Esta revisión tiene como único objetivo contribuir de forma significativa al entendimiento de los miembros de las responsabilidades de cada uno, así como las de la organización. (J.Vilar, 1997)

En el estudio de autoestudio, los elementos más importantes a definir son precisados en dos documentos clave: el flujograma y el Storyboard.

A través del flujograma, el diseño de detalle especifica el momento y secuencia en la que deben aparecer las diferentes pantallas e interacciones del curso de autoestudio. En la figura muestra un ejemplo de flujograma de curso, en el que se indica el orden en que deben aparecer los elementos y como debe ser el proceso de cada uno de ellos. (J. Bernardez, 2007)

(J. Bernardez, 2007) El diagrama de flujo sera utilizado para describir paso por paso las operaciones que se utilizaran dentro del proceso de fabricacion de los productos de sand blast.

La variedad de simbolos definidos de cada uno representa un paso del proceso, y la ejecucion de dicho proceso representado mediante flechas que van conectadas entre ellas los pasos que se encuentran entre el punto de inicio (comienzo) y punto de fin del proceso (final). Una caracteristica importante del diagrama de flujo es que solo puede poseer un unico punto de inicio, y un solo punto de final o fin del proceso.

(J. Vilar, 1997) Antes de comenzar con la creacion del diagrama de flujo, tenemos en cuenta precisar cuales son las ideas principales que deberan incluirse en el flujograma. El diagrama estara explicitados los nombres, autores o responsables de cada paso del proceso, como asi tambien posibles personas que intervienen con decisión o control. Por otra parte debemos establecer con que fines de utilizara el diagrama de flujo, a fin de poder determinar la cantidad y calidad de datos se incluiran en los mismos, es decir que detalles pondremos en el y cuales no. Por ultimo, tener claros los limites de proceso que se pretender describir.

Tambien se tendra en cuenta los principales componentes para identificar las actividades o sub procesos dentro de cada proceso general, teniendo en cuenta el orden cronologico, evaluar la exactitud o eficacia del diagrama de flujo para llegar a la calidad de la informacion con la descripcion del proceso de manera eficaz.

El flujo grama debe ser vertical, es decir va desde arriba (punto de inicio) hacia abajo (punto final). (J.Vilar, 1997)

4.2.4. Proceso de mejora continúa

En los últimos años se han desarrollado una serie de herramientas de gestión con la finalidad de lograr procesos de mejoramiento continuo. Se han desarrollado diferentes corrientes de pensamiento que contemplan conceptos tales como calidad total, mejoramiento continuo, sistema de justo a tiempo y una menos difundida llamada “Teoría de Restricciones”. (I. Escalona, 2006)

A principios de los años 1980 el Dr. Eliyahu Goldratt, escribió su libro “La Meta” y empezó el desarrollo de una nueva filosofía de gestión llamada “Teoría de Restricciones” (TOC por sus siglas en inglés).

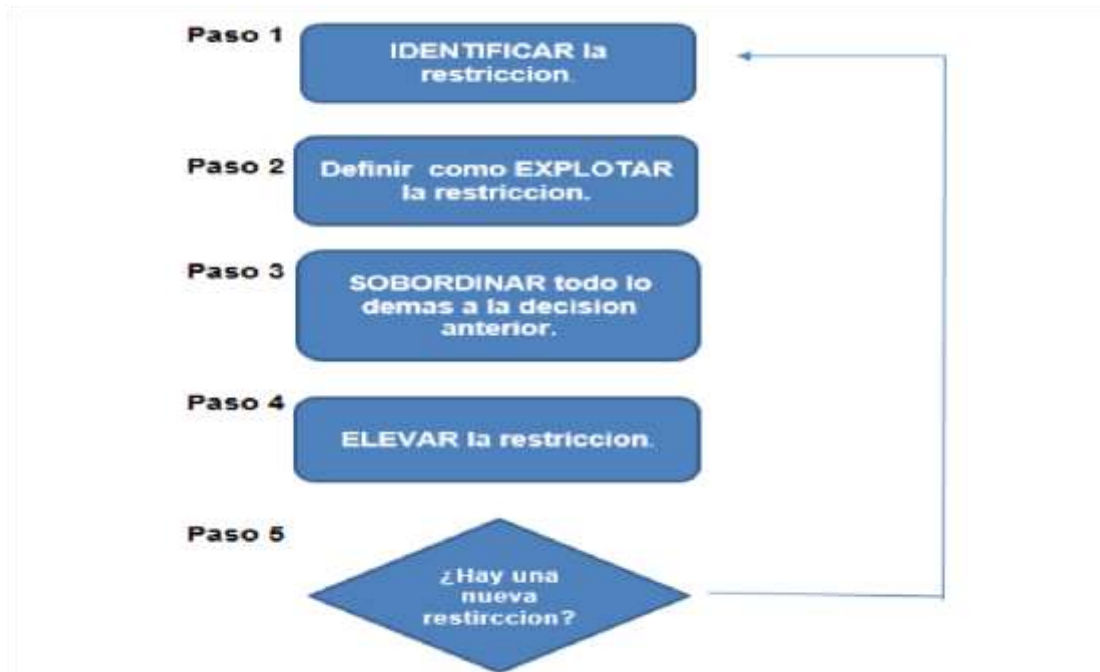
La TOC nació como solución a un problema de optimización de la producción. Hoy en día se ha convertido en un concepto evolucionado que propone alternativas para integrar y mejorar todos los niveles de la organización, desde los procesos centrales hasta los problemas diarios. (O. Bertoglio, 2004)

De acuerdo al ingeniero Roland Leidinger los pasos de las TOC se definen así:

4.2.5. ¿Cómo enfocar el proceso de mejora continua?

TOC propone el siguiente proceso de 5 pasos, para enfocar los esfuerzos de mejora:

Grafico 2. Enfoque del proceso de mejora continúa.



Elaboración propia con base en los 5 pasos del Ing. Roland Leidinger

4.2.5.1. Primer paso; Identificar las restricciones: este paso es una opinión, el más difícil ya que normalmente llamamos “restricciones” a los síntomas de no usar correctamente

nuestro sistema. En general sentimos que tenemos miles de restricciones: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks. La teoría general de los sistemas sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

4.2.5.2. Segundo paso; Decidir cómo explotar las restricciones: Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la sociedad, etc.). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo vamos a utilizarlas, cómo vamos a explotarlas.

4.2.5.3. Tercer paso; Subordinar: todo lo demás a la decisión anterior. Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior.

(F. Kofman, 2003) Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2, Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación.

4.2.5.4. Cuarto paso; Elevar las restricciones de la empresa: (J. Castrillon, 2010) para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones.

Ejemplos de elevar las restricciones del sistema son:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción.
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas.
- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

4.2.5.5. Quinto paso; Volver al paso 1: en cuanto se ha elevado una restricción debemos preguntarnos si esta sigue siendo una restricción. Si se rompe la restricción es porque ahora existen otros recursos con menor capacidad. Debemos entonces, volver al paso 1 y comenzando nuevamente el proceso.

4.2.6. Estudio de tiempos

Antes que nada vale la pena aclarar que los términos Estudio de Tiempos y Medición del trabajo no presentan igual significado, y aunque el título de este módulo es

Estudio de Tiempos, es conveniente partir definiendo que es la Medición del Trabajo. (R. Mcleod , 2000)

4.2.6.1. Medición del Trabajo

(L. Krajawski & L. Ritzman, 2000) "La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida".

4.2.6.2. Propósito de la Medición del Trabajo

Tal como se puede observar en el módulo de Estudio del Trabajo el ciclo de tiempo del trabajo puede aumentar a causa de un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o por tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores. El Estudio de Métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos. La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado. Una función adicional de la Medición del Trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación.

(F. Meyers F. , S.F.)

4.2.6.3. Usos de la Medición del Trabajo

(M. Quesada & W. Villegas, 2007) En el devenir de un Ingeniero Industrial muchas serán las ocasiones en las que requerirá de alguna técnica de medición del trabajo. En el proceso de fijación de los tiempos estándar quizá sea necesario emplear la medición para:

- Comparar la eficacia de varios métodos, los cuales en igualdad de condiciones el que requiera de menor tiempo de ejecución será el óptimo.
- Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples. Con el objetivo de efectuar un balance de los procesos.
- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.
- Una vez el tiempo estándar (tipo) se ha determinado, este puede utilizarse para:
 - Obtener la información de base para el programa de producción.
- Obtener información en que basar cotizaciones, precios de venta y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre el uso de la maquinaria y la mano de obra.
- Obtener información que permita controlar los costos de la mano de obra (incluso establecer planes de incentivos) y mantener costos estándar.

4.2.6.4. Procedimiento básico sistemático para realizar Medición del Trabajo

Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo son:

SELECCIONAR	El trabajo que va a ser objeto de estudio.
REGISTRAR	Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.

EXAMINAR	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
MEDIR	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
COMPILAR	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
DEFINIR	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Estas etapas deberán seguirse en su totalidad cuando el objetivo de la medición sea fijar tiempos estándar (tiempos tipo). (F. Meyers., S.F.)

4.2.6.5. Herramientas para el estudio de tiempos

No hay nada más acertado que un Ingeniero Industrial efectuando sus funciones con las herramientas indicadas y en el mejor estado. El Estudio de Tiempos demanda cierto tipo de material fundamental: (R. Vaughn, 1988)

- Cronómetro
- Tablero de observaciones
- Formularios de estudio de tiempos

Vale la pena aclarar que en el tiempo en el que vivimos todas estas herramientas pueden reemplazarse por sus equivalentes electrónicos.

Los anteriores son los útiles que deberá portar en todo momento el especialista en tiempos, sin embargo, existen una serie de elementos con los que este deberá contar por ejemplo en su oficina, como los son calculadoras e incluso ordenadores

personales, además de tener al alcance instrumentos de medición dependiendo de las operaciones que incluya el proceso. (J.Puente & I. Fernandez, S.F.)

4.2.6.6. Cronómetro

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

- El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Sea cual sea el cronómetro elegido, siempre tenemos que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que puede presentar deficiencias si presenta problemas de calibre (en el caso de los mecánicos) o problemas de carga energética (en el caso de los electrónicos). Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Recuerda que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista. (M. Fernandez, 1995)

4.2.6.7. Tablero para formularios de estudio de tiempos

Este elemento es sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones. Las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño, esto último deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario más grande. (A. Caso, S.F.)

4.2.6.8. Formularios para el estudio de tiempos

Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas). (M. Fernandez, 1995)

4.2.6.9. Formularios para reunir datos

Los formularios para reunir los datos deben de cumplir con una característica fundamental y esta es la "practicidad", pues es muy común diseñar un formato muy bien elaborado en cuanto a relevancia de los datos, pero que en la práctica dificulta el registro; uno de los errores más comunes es el tamaño de las celdas, pues en la práctica es un problema sumamente incómodo. (M. Fernandez, 1995)

Los formularios para reunir los datos deben contener por lo menos:

4.2.6.10. Primera hoja de estudio de tiempos: en la cual figuran los datos esenciales sobre el estudio, los elementos en que fue descompuesta la operación y los cortes que los separan entre ellos.

4.2.6.11. Hojas siguientes: Estas hojas se utilizan en caso de ser necesario para los demás ciclos del estudio. No es necesario los epígrafes de encabezado, por ende solo contendrá columnas y los campos para el número del estudio y la hoja. (R. Vaughn, 1988)

4.2.6.12. Formulario para ciclo breve: Este tipo de formulario es empleado cuando los ciclos a estudiar son relativamente cortos, por ende una fila puede contener todas las observaciones de un elemento. Es muy parecido a un formulario resumen de datos.

4.2.6.13. Formularios para analizar los datos reunidos

Los formularios para analizar los datos reunidos deben contener por lo menos:

4.2.6.14. Hoja de trabajo Esta hoja se utiliza para analizar los datos consignados durante las observaciones y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación. Al existir tantas maneras de analizar los datos, algunos especialistas recomiendan usar hojas rayadas corrientes. (J. Puente & I.Fernandez, S.F.)

4.2.6.15. Hoja de resumen del estudio En esta hoja se transcriben los tiempos seleccionados o inferidos de todos los elementos, con indicación de respectiva frecuencia, valoración y suplementos.

4.2.6.16. Hoja de análisis para estudio Esta hoja sirve para computar los tiempos básicos de los elementos de la operación.

4.2.6.17. Suplementos: Estos deben consignarse en una hoja especial e independiente.

4.2.7. Balanceo de líneas

(F. Meyers , S.F.) El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

(E. MoraleS, 1989) El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones.

(E. Morales, 1989) Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

4.2.7.1. Cantidad El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.

4.2.7.2. Equilibrio Los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.

4.2.7.3. Continuidad Una vez puesta en marcha debe continuar pues la detención en un punto, corta la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub ensambles, etc., y la previsión de fallas en el equipo.

(H. Horton, 2009) El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

(H. Mejia, 2014) Hay tres tipos de balanceo de línea; el tradicional, el de peso posicional y el heurístico, a continuación se explica brevemente cada uno

□Tradicional, se balancea dependiendo del tiempo de la estación más tardada, la cual marcará el tiempo mayor de tiempo de ciclo por estación.

□Peso posicional, se saca el tiempo posicional de cada operación y se acomodan en orden descendiente de modo que las de mayor tiempo sean las estaciones que se atiendan primero en el reparto de operaciones.

□Heurístico, se realiza dependiendo de la cantidad de operadores o de estaciones que se tengan para hacer el balance de esa línea.

(J. Jones, S.F.) Estos tres tipos de métodos de balanceo de línea, los cuales se basan en el diagrama PERT.

El método Tradicional, el cual consiste en balancear o crear estaciones de trabajo en base a la operación o actividad más tardada, sin que ninguna otra estación rebase el tiempo de dicha actividad.

Pasos:

1. Realizar el diagrama PERT.
2. Tomar la actividad más tarda.
3. Agrupar las actividades de acuerdo al tiempo de ciclo (en este caso la actividad más tarda).

(Jones H, S.F.) Método Heurístico, este método consiste en trabajar con las condiciones con las que se cuentan, es decir, con el número de operadores disponibles. En este caso se determina el tiempo de ciclo de acuerdo a la división de la sumatoria de todos los tiempo estándar de las operaciones entre el número de operadores. En este método si se puede rebasar el tiempo máximo del tiempo del ciclo.

Pasos:

1. Realizar el diagrama PERT.
2. Determinar el tiempo de ciclo, el máximo y el mínimo.
3. Agrupar las actividades de acuerdo a los rangos del tiempo de ciclo.

Método de Peso Posicional, consiste en hacer una relación entre los tiempos de las actividades secuenciales de acuerdo a su tiempo y al diagrama PERT, el tiempo de ciclo de este método se determina mediante la siguiente relación, Tiempo de ciclo: (Tiempo disponible)/(Producción). En este método no se puede rebasar el tiempo de ciclo. (J. Jones, S.F.)

(E. Kenneth, 2005) El peso de las actividades de obtiene de la sumatoria de las actividades secuenciales, por ejemplo, en la siguiente tabla

El peso de las actividades de obtiene de la sumatoria de las actividades secuenciales, por ejemplo, en la siguiente tabla. (De acuerdo a la Imagen 16)

Imagen 15 diagrama de PERT

Actividad _α	$^{\circ}_{\alpha}$	$^{\circ}_{\alpha}$	Peso posicional _α
A _α	$A+B+C+F+G+J+K=_{\alpha}$	$45+11+9+12+12+8+9=_{\alpha}$	106 _α
B _α	$B+C+F+G+J+K=_{\alpha}$	$11+9+12+12+8+9=_{\alpha}$	61 _α
C _α	$C+F+G+J+K=_{\alpha}$	$9+12+12+8+9=_{\alpha}$	50 _α
D _α	$D+E+H+I+J+K=_{\alpha}$	$50+15+12+12+8+9=_{\alpha}$	106 _α
E _α	$E+H+I+J+K=_{\alpha}$	$15+12+12+8+9=_{\alpha}$	56 _α
F _α	$F+J+K=_{\alpha}$	$12+8+9=_{\alpha}$	29 _α
G _α	$G+J+K=_{\alpha}$	$12+8+9=_{\alpha}$	29 _α
H _α	$H+J+K=_{\alpha}$	$12+8+9=_{\alpha}$	29 _α
I _α	$I+J+K=_{\alpha}$	$12+8+9=_{\alpha}$	29 _α
J _α	$J+K=_{\alpha}$	$8+9=_{\alpha}$	17 _α
K _α	$K=_{\alpha}$	$9=_{\alpha}$	9 _α

(E. Kenneth, 2005)

Pasos:

1. Realizar diagrama PERT.
2. Determinar el tiempo de ciclo.
3. Determinar el peso de las actividades
4. Reacomodar en una tabla las actividades por su peso (para poder realizar más rápido el balanceo).
5. Agrupar las actividades por su peso posicional, se rebasar el tiempo de ciclo.

Eficiencia de la Línea.

La eficiencia de la línea se determina por la siguiente relación.

$$\epsilon = \frac{\text{Sumatoria de los tiempos estandar}}{(\text{numero de estaciones}) * (\text{Tiempo de la estacion mas tardada})}$$

4.2.7.4. Método de balanceo de línea

(C. Garcia, S.F.) En el método que aplicaremos es importante tener en cuenta las siguientes variables y su formulación: Tiempo de óseo $T_o = C - T_i$

4.2.8. Tipos de restricción

Al discutir los recursos que son restricciones en una empresa, es necesario analizar dos tipos de situaciones. La primera es ubicar aquellas restricciones que afectan la meta global de la empresa y que hacen parte del contexto en el cual opera. La segunda situación es determinar los recursos restrictivos ubicados dentro de la empresa. En este caso habrá apenas un recurso restrictivo global y los demás serán considerados no restrictivos. Estamos hablando, simplemente, de restricciones internas y externas. Para ello es necesario identificar los tipos de restricciones que existen para la operación según (C. Date, S.F.):

4.2.8.1. Restricción de Materiales: El throughput se limita por la disponibilidad de materiales en cantidad y calidad adecuada. La falta de material en el corto plazo es resultado de mala programación, asignación o calidad. **Restricción de Capacidad:** Es el resultado de tener equipo con capacidad que no satisface la demanda requerida de ellos. (C. Date, S.F.)

4.2.8.2. Restricción Logística: Restricción inherente en el sistema de planeación y control de producción. Las reglas de decisión y parámetros establecidos en éste sistema pueden afectar desfavorablemente en el flujo suave de la producción. (C. Date, S.F.)

4.2.8.3. Atrasos en los horarios de corte de los pedidos: El área comercial se atrasa en liberar los pedidos a preparar, sistemas no procesa y por ende las listas de preparación y picking salen atrasadas. (C. Date, S.F.)

4.2.8.4. Errores en la preparación: No coincide lo que se factura con lo que se transporta.

4.2.8.5. Errores de ubicación del stock: Los productos no se encuentran en el lugar donde debían estar. Esto aumenta los tiempos de búsqueda y potencia la probabilidad de errores en la carga. La gran mayoría de los puntos mencionados tienen un denominador común que es una pobre gestión de los recursos dispuestos y/o las falencias en la definición de esquemas de trabajo adecuados para lo que se pretende resolver. Una vez más la solución no es tecnológica. (C. Date, S.F.)

5. DISEÑO METODOLOGICO

Esta investigación se tomara como base la teoría de restricciones recolectando información a base de observación y realizando en estudio de métodos y tiempos determinando así las restricciones presentadas en el proceso y poder implementar la teoría de restricciones dentro de la planta de la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA.

Con la observación directa sobre el método y el estudio de tiempos en la línea de producción SAND BLAST se identificaran las restricciones presentadas físicas y no físicas que se presentan en el sistema de producción.

Con los resultados después del estudio y las observaciones se podrán evaluar los estándares de producción definidos por la empresa con los arrojados luego de la investigación, para así definir el mejor método, tener conocimiento claro de las restricciones presentadas y poder explotarlas.

5.1. Tipo de investigación

La investigación es descriptiva y de campo mixto, basada en una revisión documental durante su primera fase. Se pudo conocer que DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA presenta una gran restricción para entregar el producto al cliente que implica la afectación tanto en la empresa como a su cliente.

Etapa 1: Diagrama causa y efecto

El diagrama de Causa-Efecto, se plantea para conocer la profundidad del proceso, como se desarrolla, visualizando con claridad las relaciones entre los efectos y sus causas. Sirve también para guiar las discusiones, al exponer con claridad los orígenes de un problema que se esté presentado, y además permite encontrar más rápidamente las causas asignables cuando el proceso se aparta de su funcionamiento habitual.

Imagen 16. Diagrama causa-efecto

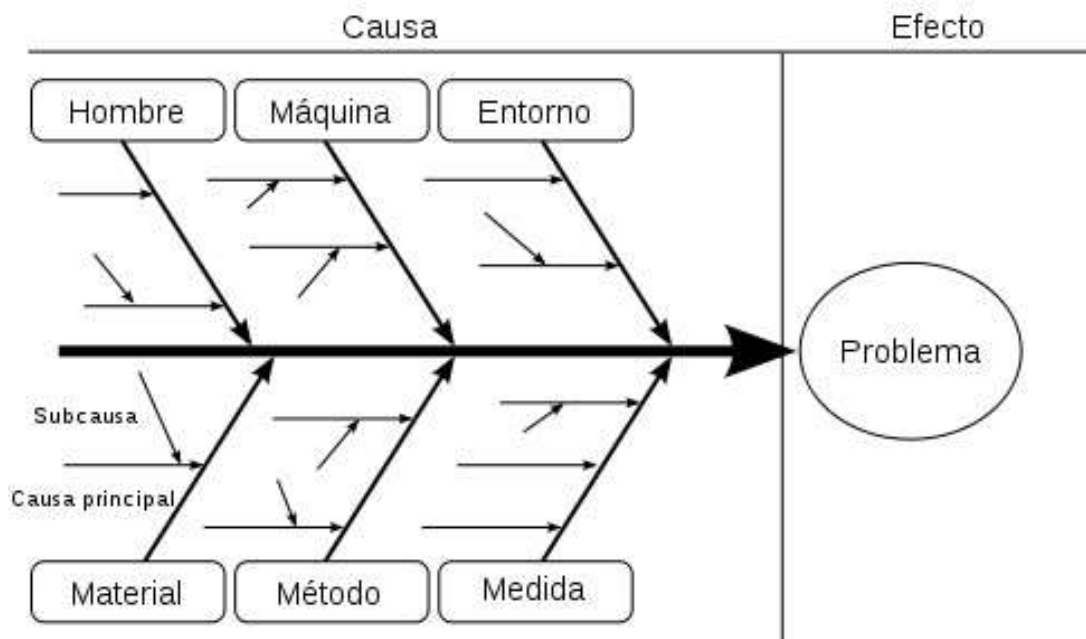


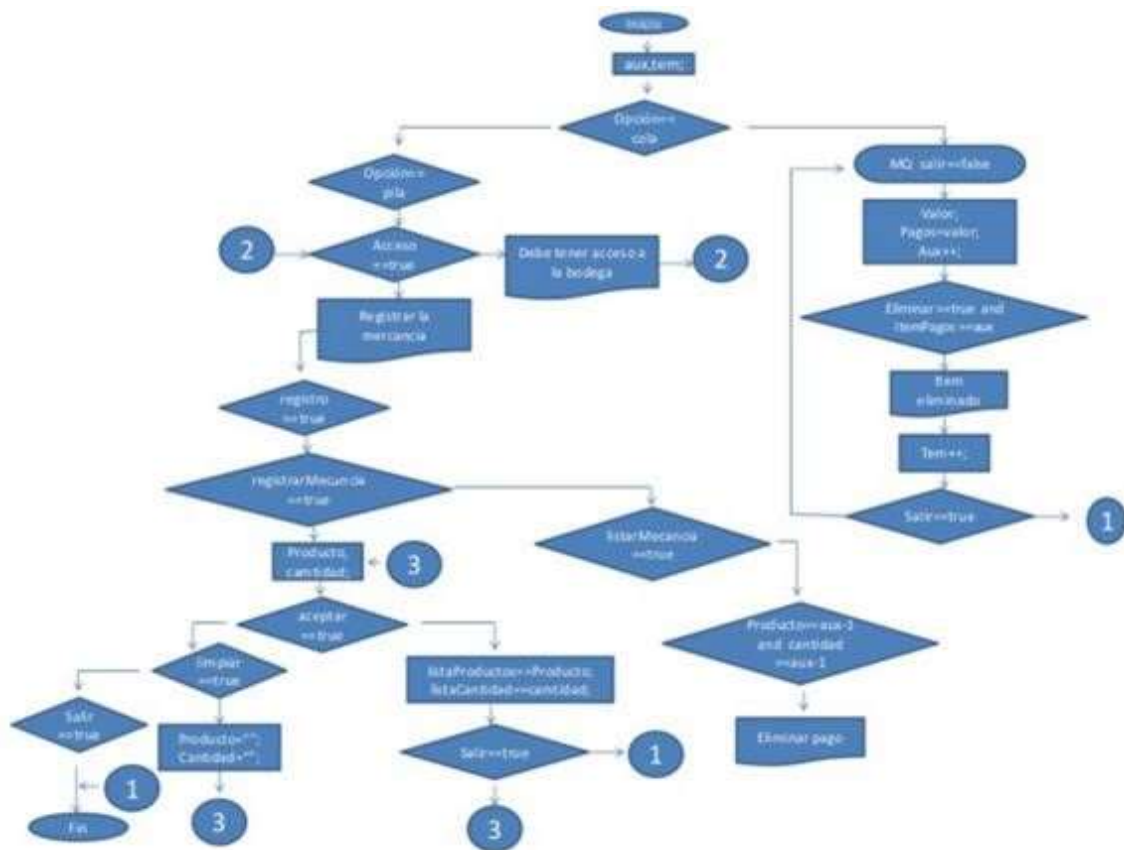
Diagrama Ishikawa

Etapa 2: Flujoograma de procesos

Se realizará con el fin analizar la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamiento que ocurren durante un proceso. Incluye además la información que se considera deseable para el análisis.

El diagrama de flujo se empleara para el desarrollo de programas como así mismo para el establecimiento de los distintos procesos técnicos en el área de sand blast en la empresa DISTRIVIDRIOS, no obstante su comprensión y utilización puede ser de enorme utilidad donde buscamos tener un reflejo pertinente de algunas secuencias lógicas.



Imagen 17. Ejemplo Flujoograma



Etapa 4: Diagrama analítico de procesos

El diagrama de procesos se realizara con el objetivo de conocer una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso, estudiar las fases del proceso en forma sistemática, mejorar la disposición y disminuir las demoras y estudiar las opresiones, para eliminar el tiempo improductivo en el área de sand blast de DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA.

Imagen 18. Cursograma analítico de procesos

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar. _____		Mater. _____		Maqui. _____			
Proceso: Sand Blast		RESUMEN							
Fecha:	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pre.	Econ.				
Metodo:		Operación				0%			
Producto:		Transporte				0%			
Elaborado por:		Inspección				0%			
		Espera				0%			
		Almacenaje				0%			
	Total de operaciones realizadas					0%			
	Distancia total en metros					0%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Dis. tardía minutos	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
1		1							
2		1							
3		1							
4		1							
5		1							
6		1							
7		1							
8		1							
9		1							
10		1							
11		1							
12		4							
13		1							
14		1							
Tiempo Horas: 0.0		m	0.0	0.0 min					

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Etapa 5 Diagrama de PERT (CPM)

En esta etapa se realizara un diagrama de PERT por el método sencillo que es el CPM donde conoceremos los elementos y las actividades que constituyen el proceso, mostrando las secuencias e interrelaciones necesarias y determinando la holgura y ruta crítica o secuencia más larga que realmente determina cuando puede completarse el proceso de realizar una cabina para baños y una figura circular.

Tabla 2. Diagrama de PERT

PROCESO									
Actividad	Precedencia	Tiempo (min)	INICIO		TERMINACION		HOLGURA	RC	TRC
			TEMPRANO	LEJANO	TEMPRANA	LEJANA			
INICIO									
A									
B									
C									
D									
E									
F									
G									
H									
I									
FINAL									

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Etapa 6: Balanceo de líneas

El método consiste en alcanzar el mayor % de Balance de acuerdo a la necesidad de producción, mediante la aplicación de diversas iteraciones.

Igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

1. Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
2. Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
3. Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

Tabla 3. Balanceo de líneas

Tabla datos de precedencias		
Tarea	Tiempo de ejecucion (Minutos)	Precedente
Tiempo total	0	

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Etapa 6: Identificar las restricciones

Para saber qué elemento es el que provoca el cuello de botella podemos tener en cuenta parámetros como: la carga de trabajo y el tiempo que tiene para realizar la tarea se realizarán diagramas y tomas de tiempo para poder identificar cual es la restricción que se presenta en el proceso.

Etapa 7: Documentar los procesos

Una vez identificados los cuellos de botellas se documentara el proceso de SAND

BLAST para ello hay que tener en cuenta que en un proceso se pueden identificar 5 partes claves, que deben estar muy bien alineadas para que se cumpla con el objetivo de la documentación:

- El objetivo del proceso,
- Las actividades,
- El producto del proceso o resultado final.
- Los indicadores de gestión. □ Los controles del proceso

6. RESULTADOS

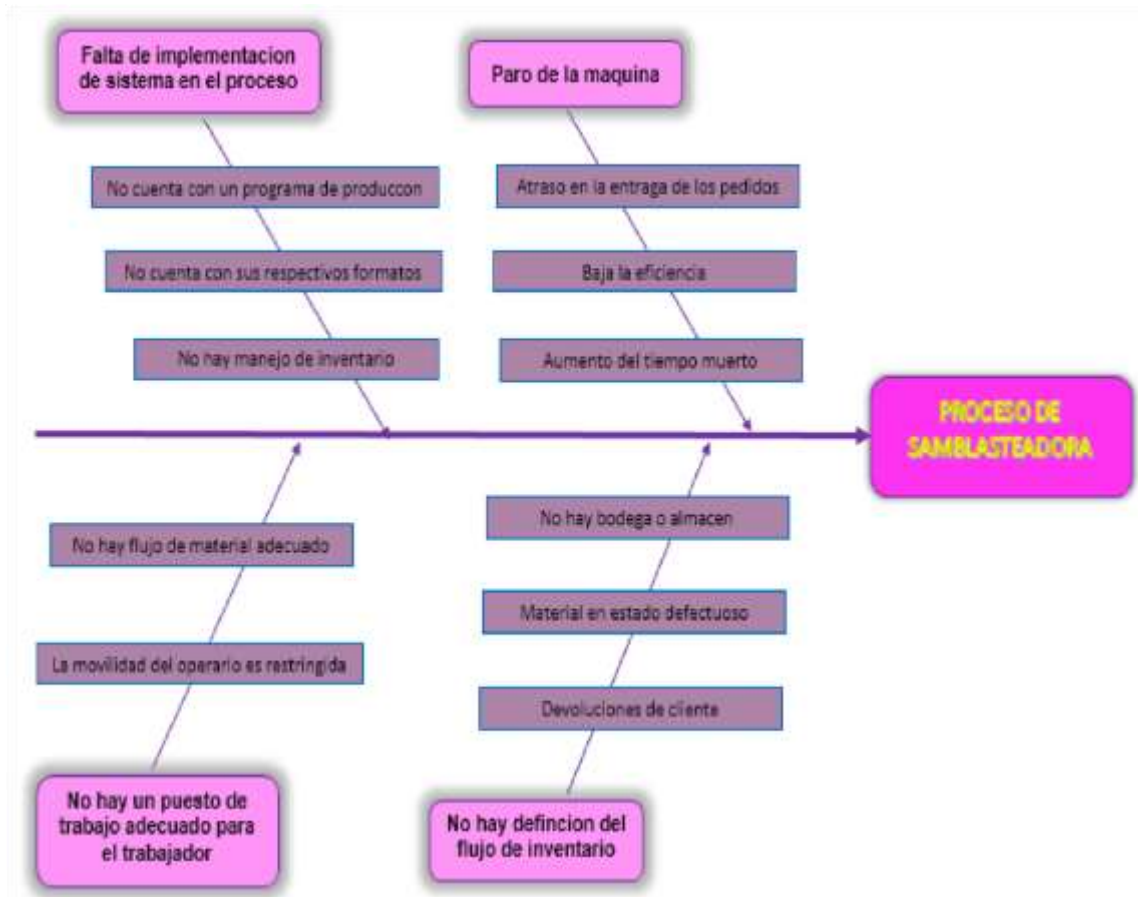
En el proyecto de la empresa DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA, sobre el proceso de Sand blast existe una variedad de productos terminados que llevan dicho proceso donde se puede obtener espejos, mesas de centro, ventanas, repisas, puertas, etc. Al igual de una gran variedad de productos que contiene una lámina de vidrio con un matizado especial que realiza y se caracteriza por el proceso de Sand blast. Adicional a esto seleccionamos dicho proceso para plantear un proyecto sobre teoría de restricciones y como resultado está en verificar e identificar los cuellos de botellas existentes en el proceso como también atacar el problema con una serie de métodos

que contiene el tema de TOC que arroja resultados que analizar y de ello tomar decisiones indicando una serie de propuestas con el conocimiento adquirido de la carrera de Ingeniería Industrial y materias relacionadas dentro de la misma. Por esta razón se seleccionó los procesos de productos como matizado en cabinas y comedor con figuras circulares para identificar dentro de estos los cuellos de botellas ya que son los productos que más demanda tienen dentro de la empresa con un porcentaje del 80% en el proceso Sand blast.

6.1. Diagrama Causa – Efecto

El objetivo de la realización del diagrama causa- efecto es identificar las causas y las sub causas que se están generando en el proceso de SAND BLAST a simple vista se logra observar que los paros de máquinas que es uno de los problemas de la demora del proceso que ocasiona atraso en la entrega al cliente del producto así como la falta de implementación en el sistema, ya que la empresa no cuenta con una programación adecuada para la realización del producto entre otros; este se realizó con el fin de atacar los cuellos de botellas que se presentan y proponer mejoras para este proceso.

Imagen 19. Diagrama causa-efecto Distrividrios.



Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.


6.2. Flujo de procesos

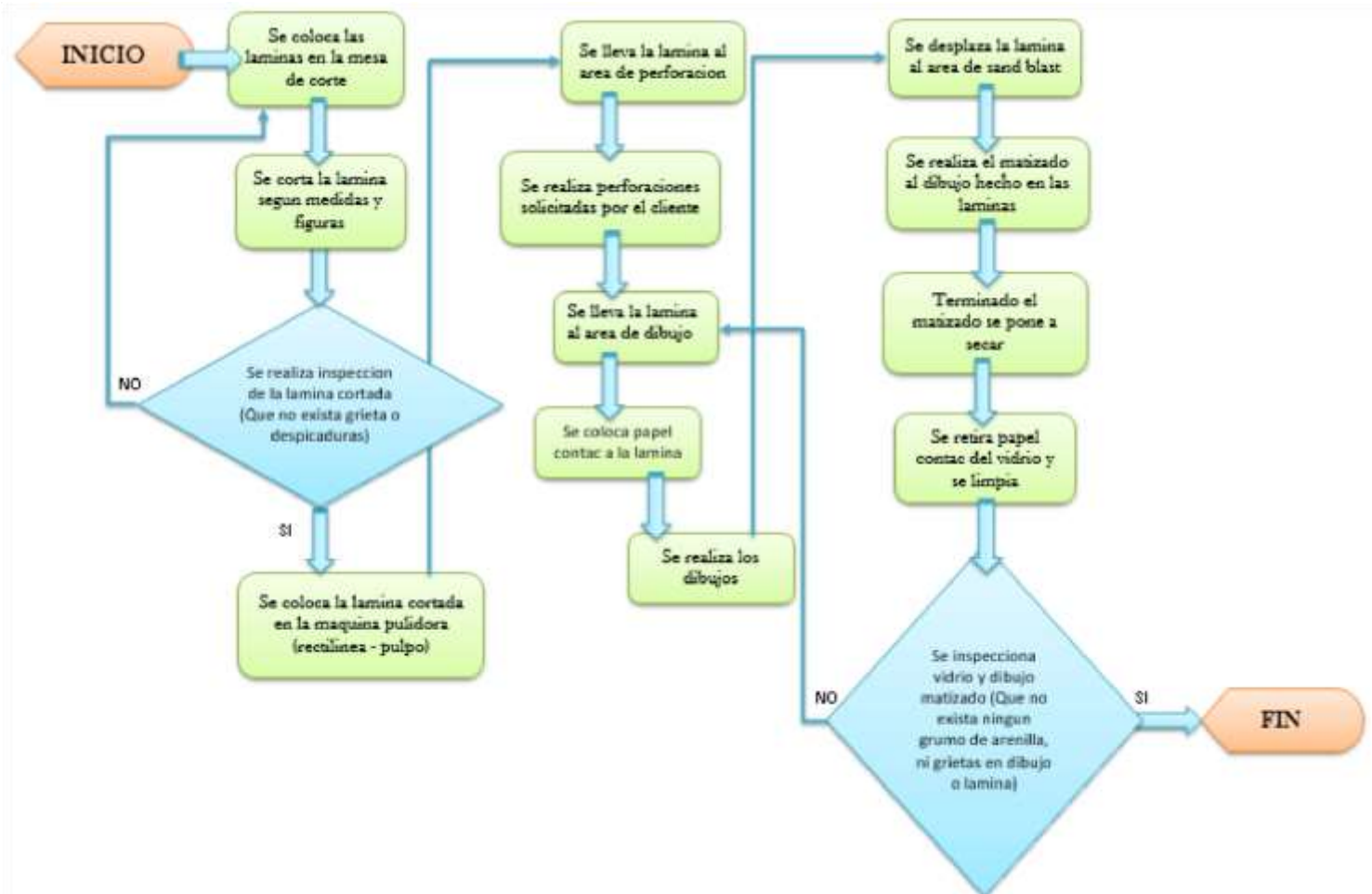
Este diagrama de flujo nos muestra una selección lógica del proceso de la empresa de principio a la terminación del producto, donde se procede a describir las

características a tener en cuenta para la configuración de cada uno de los procedimientos.

6.3. Estudio de Tiempos

Imagen 20. Diagrama de proceso de flujo Distrividrios.

FLUJOGRAMA DE PROCESO			
	PROCESO: SAND BLAST	METODO: ACTUAL	REALIZADO POR: LICETH LOPEZ JULIANA HERNANDEZ
	EMPRESA: DISTRIVIDRIOS ANTIOQUIA	FECHA: 21-10-2015	APROBADO POR: LEONEL HIGUITA (GERENTE)



Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Lo primero que se hizo en esta etapa es diferenciar las funciones que realiza cada trabajador esto con el fin de tener claro las funciones, posteriormente se realizó la toma de tiempos con cronómetros, y se observa que la toma de tiempo varía mucho

gracias al tamaño y figura del vidrio, con esta toma de tiempo no se pretende estandarizar procesos, se busca mantener los tiempos por proceso iguales.

Para realizar un vidrio para comedor se tarda, 5 horas y 4 minutos, gracias a que la máquina del pulpo tarda 53,8 minutos, es el proceso más demorado para la elaboración del vidrio.


Para la elaboración de vidrio para cabinas de baños tarda 2 horas y 7 minutos este proceso es menos demorado que el comedor, ya que la máquina rectilínea tarda, 4,18 minutos y el área de dibujo es el más demorado con un tiempo 45,7 minutos.

Tabla 4. Diagrama toma de tiempos del proceso en cabina de baño.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
	PROCESO DE SAND BLAST												
	Fecha:					Elaborado por:							
	Proceso: Cabina					Juliana Hernandez - Liceth Lopez							
Elementos	Ciclo en minutos										Total Promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Se corta lamina según medidas y figura	6	6,4	13	24	22	30	18	16	5	24	16,4		
Se realiza pulido en maquina rectilinea	4	4,5	5,3	3,8	3,9	4	4,1	4,4	3,9	4,5	4,2		
Se realiza perforaciones a la lamina	7,1	6,4	5,4	7,8	6,8	6,4	4,9	5,2	6,6	5,7	6,2		
Se coloca papel contac a la lamina	3,5	15	25	30	27	7,4	12	16	7	4,6	14,8		
Se realiza dibujo	20	73	60	28	46	38	37	90	29	36	45,7		
Se realiza sand blast	68	73	90	82	30	37	48	86	63	39	61,6		
Se retira papel contac	2,5	5	6,7	4,8	6	10	8	8,4	4,6	3	5,9		
Limpia vidrio ya matizado	4,5	5	5,2	4,6	5,6	4	5	5,1	4,8	5	4,9		
												T/Hrs	2,7

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Tabla 5. Diagrama toma de tiempos del proceso en comedor figuras circulares











ESTUDIO DE TIEMPOS													
	PROCESO DE SAND BLAST												
	Fecha:					Elaborado por:							
	Proceso: Comedor					Juliana Hernandez - Liceth Lopez							
Elementos	Ciclo en minutos										Total Promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Se traza lamina a medidas	10	8	14	26	23	30	18	17	14	24	18,4		
Se traza figuras circulares con compas	47	30,5	36	45,9	33	32	44	46	35,2	28	37,8		
Se realiza pulido en maquina Pulpo	46	44	38	33	53	67	69	75,2	56	57	53,8		
Se coloca papel contac a la lamina	18	15	25	25	27	8,8	14	18	14	9,7	17,5		
Se realiza dibujo	41	71	60	39	45	38,2	37	88	28	35	48,2		
Se realiza perforaciones a la lamina	7	8,4	4,9	5	5,7	6,6	7,3	4,7	8,5	4,2	6,2		
Se realiza sand blast	68	73	82	82	76,4	82,5	72	86,9	70,1	66,2	75,9		
Se retira papel contac	7	8,4	4,9	5	5,7	6,6	7,3	4,7	9,5	4,2	6,3		
Limpiar vidrio ya matizado	4,5	5	5,2	4,6	5,6	4	5	5,1	4,8	5	4,9		
												T/Hrs	4,5

Hernández, J. López, L. (2015) . Elaboración propia

6.4. Diagrama Analítico de procesos

Para hacer cabinas para baños cuenta actualmente con un tiempo de ejecución de 3 horas, con 8 operaciones con 5 números de transporte, 3 inspecciones, no hay esperas y cuenta con un solo almacenaje con un total de operaciones realizadas de 17. El proceso más demorado es el Sand blast con un tiempo de ejecución de 61,6 así como también lo es el dibujo con un tiempo de 45,7.











Imagen 21. Diagrama analítico actual del proceso de sand blast en Cabina

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar: 5		Mater: 1	Maqui: 3					
Proceso: Sand Blast		RESUMEN								
Fecha:	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.					
Metodo: Actual		Operación	8	0	-100%					
Producto: Cabina de baño		Transporte	5	0	-100%					
Elaborado por: Juliana Hernandez - Liceth Lopez		Inspección	3	0	-100%					
		Espera	0	0	0%					
		Almacenaje	1	0	-100%					
	Total de operaciones realizadas		17	0	-100%					
	Distancia total en metros		20	0	-100%					
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Se traen laminas de vidrio de las estibas	1	3,0	4,0		x				
2	Se corta lamina según medidas y figura	1		16,4	x					
3	Se envia al proceso de pulido	1	4,0	2,4		x				
4	Se realiza pulido en maquina rectilinea	1		4,2	x					
5	Se venfica bordes del vidrio	1		2,0			x			
6	Se envia vidrio al area de perforado	1	6,0	3,0		x				
7	Se realiza perforaciones a la lamina	4		6,2	x					
8	Se venfican perforaciones	4		5,1			x			
9	Se envia al proceso de dibujo	1	5,0	2,5		x				
10	Se coloca papel contac a la lamina	1		14,8	x					
11	Se realiza dibujo	1		45,7	x					
12	Se envia al proceso de sand blast	1	2,0	2,2		x				
13	Se realiza sand blast	1		61,6	x					
14	Se retiran papel contac	1		3,9	x					
15	Limpiar vidrio ya matizado	1		4,9	x					
16	Se inspecciona el vidrio y dibujo matizado	1		1,6			x			
17	Almacenar en area de producto terminado	1								x
Tiempo horas 3,0		m	20,0	182,3	min					

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Se propone reducir el número de operaciones a 7, donde retirar el papel contac y limpiar el vidrio se haría en una sola operación, el número de inspecciones sería una sola donde se haría al terminado el producto donde se inspecciona el dibujo y el acabado de la lámina, en total operaciones se sería de 14 donde se eliminaron 3 de ellas que no eran necesarias con un tiempo de ejecución de 2,8 horas para realizar el producto.

Imagen 22. Diagrama analítico propuesto del proceso de sand blast en Cabina

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar: 5		Mater: 1		Maqui: 3				
Proceso: Sand Blast		RESUMEN								
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.				
Metodo: Propuesto			Operación	8	7	13%				
Producto: Cabina de baño			Transporte	5	5	0%				
Elaborado por: Juliana Hernandez - Liceth Lopez			Inspección	3	1	67%				
			Espera	0	0	0%				
			Almacenaje	1	1	0%				
		Total de operaciones realizadas		17	14	18%				
		Distancia total en metros		20	14	30%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SIMBOLOS PROCESOS					
										
1	Se traen laminas de vidrio de las estibas	1	3,0	4,0		x				
2	Se corta lamina según medidas y figura	1		16,4	x					
3	Se envia al proceso de pulido	1	4,0	2,4		x				
4	Se realiza pulido en maquina rectilinea	1		4,2	x					
5	Se pasa el vidrio en la mesa de dibujo	1	1,0	1,0		x				
6	Se coloca papel contac a la lamina	1		14,6	x					
7	Se realiza dibujo	1		45,7	x					
8	Se envia al proceso de sand blast	1	2,0	2,2		x				
9	Se realiza sand blast	1		61,6	x					
10	Se retiran papeles calcantes e impurezas	1		7,5	x					
11	Se envia vidrio al area de perforado	1	4,0	2,0		x				
12	Se realiza perforaciones a la lamina	4		6,2	x					
13	Se verifica dibujo y lamina con acabados	1		1,6			x			
14	Almacenar en area de producto terminado	1							x	
Tiempo Horas: 2,8		m	14,0	169,4	min					

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Para realizar figuras circulares para comedor, actualmente cuenta con 9 operaciones, 5 transportes, no hay esperas, cuenta con un solo almacenaje con un total de operaciones realizadas de 18 igualmente el proceso de Sand blast es el más demorado con un tiempo de ejecución 5,9 minutos así como hay otro proceso de alta duración como lo es el pulido en maquina rectilínea con un tiempo de 53,8 minutos, para realizar el dibujo tiene una demora de 48,2 minutos y finalmente realizar figuras circulares tiene un tiempo de 37,8 minutos .Este proceso es más demorado que realizar cabinas de baños con un tiempo de 5,3 horas.











Imagen 23. Diagrama analítico actual del proceso de sand blast en Comedor

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar: 5 Mater: 1 Maqui: 3							
Proceso: Sand Blast		RESUMEN							
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
Metodo: Actual		●	Operación	9	0	-100%			
Producto: Comedor figuras circulares		→	Transporte	5	0	-100%			
Elaborado por: Juliana Hernandez - Liceth Lopez		■	Inspección	3	0	-100%			
		⬇	Espera	0	0	0%			
		▼	Almacenaje	1	0	-100%			
		Total de operaciones realizadas		18	0	-100%			
		Distancia total en metros		25	0	-100%			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	⬇	▼
1	Se traen laminas de vidrio de las estibas	1	3,0	4,0		x			
2	Se traza lamina a medidas	1		18,4	x				
3	Se traza figuras circulares con compas	1		37,8	x				
4	Se envia al proceso de pulido	1	6,0	5,7		x			
5	Se realiza pulido en maquina Pulpo	1		53,8	x				
6	Se verifica bordes del vidrio	1		16,5			x		
7	Se envia al proceso de dibujo	1	7,0	6,9		x			
8	Se coloca papel contac a la lamina	1		17,5	x				
9	Se realiza dibujo	1		48,2	x				
10	Se envia vidrio al area de perforado	1	5,3	3,0		x			
11	Se realiza perforaciones a la lamina	4		6,2	x				
12	Se verifican perforaciones	4		5,1			x		
13	Se envia al proceso de sand blast	1	4,0	4,2		x			
14	Se realiza sand blast	1		75,9	x				
15	Se retiran papel contac	1		6,3	x				
16	Limpiar vidrio ya matizado	1		4,9	x				
17	Se inspecciona el vidrio y dibujo matizado	1		2,6			x		
18	Almacenar en area de producto terminado	1							x
Tiempo horas: 5,3		m	25,3	316,7	min				

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Se propone reducir las operaciones donde trazar las medidas hacer figuras con el compás y realizar el pulido en maquina rectilínea sería una sola operación, el perforado se haría después de pasar por el pulido y no después de realizar el dibujo el número de operaciones seria de 7, inspecciones ya no serían de h3 si no una sola que se haría después de terminar el producto donde se inspecciona el dibujo y el acabado de la máquina, el total de operaciones seria de 14, es decir donde se eliminan 4 operaciones innecesarias con un total de tiempo para realizar el producto final de 4,4 horas.

Imagen 24. Diagrama analítico propuesto del proceso de sand blast en Comedor

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar.	5	Mater.	1	Maqui.	3			
Proceso: Sand Blast		RESUMEN								
Fecha:	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.					
		Operación	9	7	22%					
Metodo: Propuesto		Transporte	5	5	0%					
		Inspección	3	1	67%					
Producto: Comedor figuras circulares		Espera	0	0	0%					
		Almacenaje	1	1	0%					
Total de operaciones realizadas			18	14	22%					
Elaborado por: Juliana Hernandez - Liceth Lopez			Distancia total en metros	25	18	27%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Se traen laminas de vidrio de las estibas	1	3,0	4,0		x				
2	Se traza figuras circulares con compas	1		37,6	x					
3	Se envia al proceso de pulido	1	6,0	5,7		x				
4	Se realiza pulido en maquina Pulpo	1		53,8	x					
5	Se envia vidrio al area de perforado	1	2,0	1,5		x				
6	Se realiza perforaciones a la lamina	4		6,2	x					
7	Se envia al proceso de dibujo	1	5,3	3,0		x				
8	Se coloca papel contac a la lamina	1		17,5	x					
9	Se realiza dibujo	1		48,2	x					
10	Se envia al proceso de sand blast	1	2,0	2,2		x				
11	Se realiza sand blast	1		75,9	x					
12	Se retiran papel contac y limpia vidrio	1		8,2	x					
13	Se inspecciona el vidrio y dibujo matizado	1		2,6			x			
14	Almacenar en area de producto terminado	1								x
Tiempo Horas: 4,4		m	18,3	266,4	min					

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

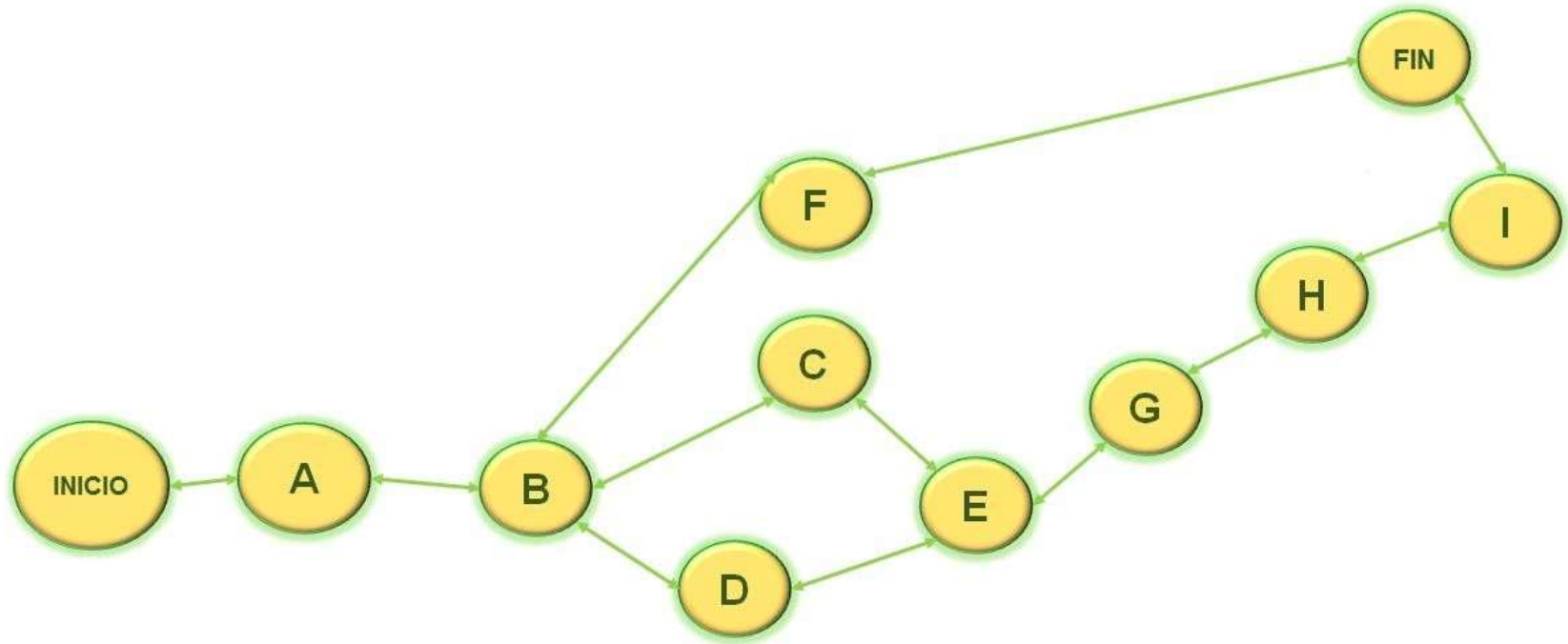
6.5. METODO CPM PERT

Tabla 6. Procesos circulares

Comedor figuras circulares	
A	Se traza lamina a medidas
B	Se traza figuras circulares con compas
C	Se realiza pulido en maquina Pulpo
D	Se coloca el papel contac a la lamina
E	Se realiza dibujo
F	Se realiza perforaciones a la lamina
G	Se realiza sand blast
H	Se retira el papel contac
I	Limpia el vidrio ya matizado

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Imagen 25. Diagrama actual de Redes comedor figuras circulares



Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Tabla 7. Diagrama actual de PERT para comedor figuras circulares

DIAGRAMA CPM - PERT EN COMEDOR FIGURAS CIRCULARES									
Actividad	Precedencia	Tiempo (min)	INICIO		TERMINACION		HOLGURA	RC	TRC
			TEMPRANO	LEJANO	TEMPRANA	LEJANA			
INICIO	A	0	0	0	0	0,0	0,0	INICIO	0
A		18,4	0	18,4	0,0	18,4	0,0	A	18,4
B	A	37,8	18,4	56,2	18,4	56,2	0,0	B	37,8
C	B	53,8	56,2	109,9	56,2	109,9	0,0	C	53,8
D	B,C	17,5	109,9	127,4	109,9	127,4	0,0	D	17,5
E	D,C	48,2	127,4	175,7	127,4	175,7	0,0	E	48,2
F	B	6,2	56,2	62,3	256,6	262,8	200,4	F	0,0
G	E	75,9	175,7	251,5	175,7	251,5	0,0	G	75,9
H	G	6,3	251,5	257,9	251,5	257,9	0,0	H	6,3
I	H	4,9	257,9	262,8	257,9	262,8	0,0	I	4,9
FINAL	I,F	0	262,8	262,8	262,8	262,8	0,0	FINAL	0
									262,75

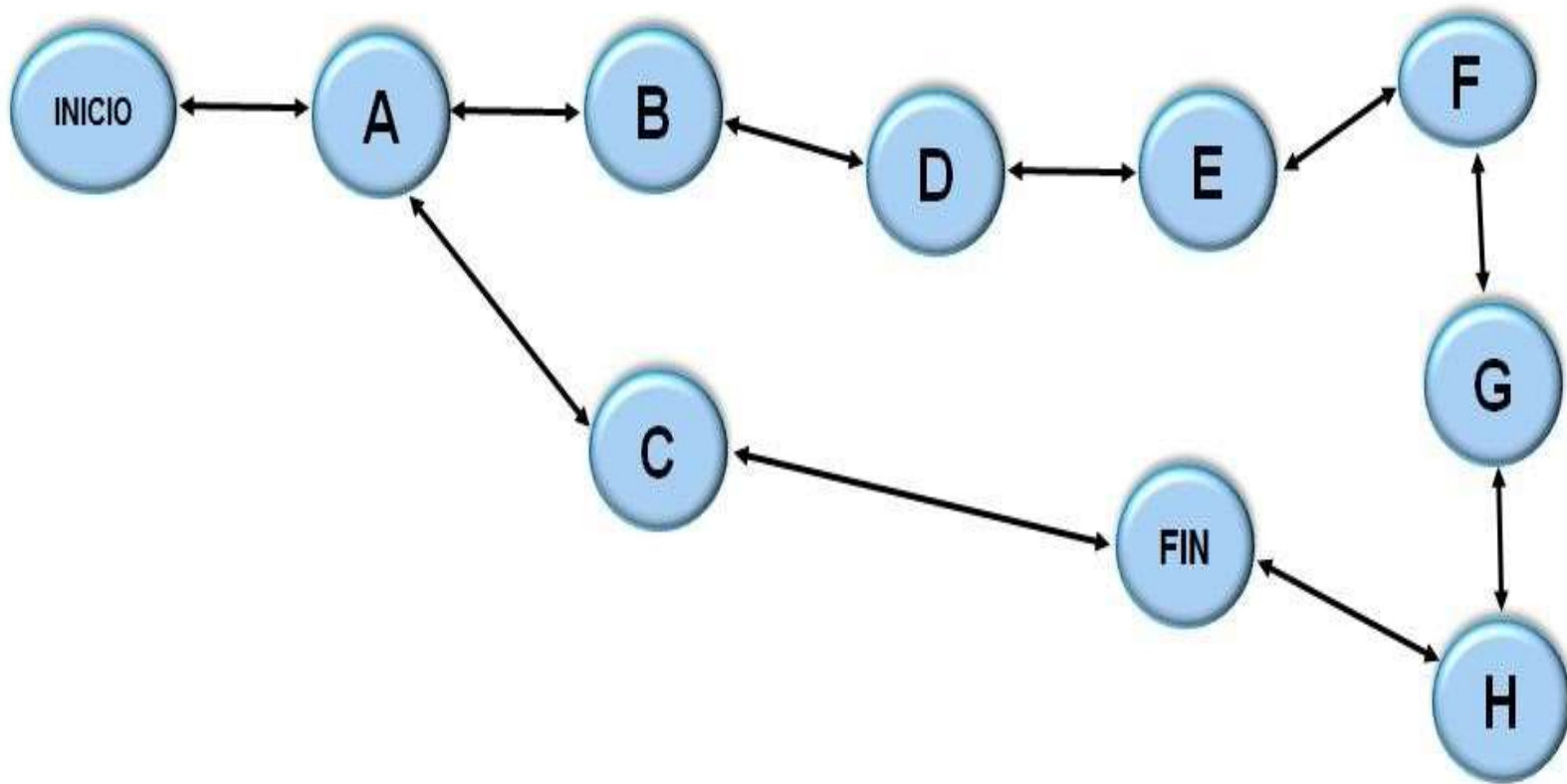
Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Tabla 8. Procesos para cabinas de baños

Cabina De Baño	
A	Se corta lamina según medidas
B	Se realiza pulido en maquina rectilinea
C	Se realiza perforaciones a la lamina
D	Se coloca papel contac a la lamina
E	Se realizar el dibujo
F	Se realiza sand blast
G	Se retirar el papel contac
H	Limpia el vidrio ya matizado

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Imagen 26. Diagrama actual de redes para cabinas de baños



Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Tabla 9. Diagrama actual de PERT para cabinas de baños.

CABINA DE BAÑOS									
Actividad	Precedencia	Tiempo (min)	INICIO		TERMINACION		HOLGURA	RC	TRC
			TEMPRANO	LEJANO	TEMPRANA	LEJANA			
INICIO	A	0	0	0	0	0	0	INICIO	0
A		16,4	0	16,4	0,0	16,4	0	A	16,4
B	A	4,18	16,4	20,5	16,4	20,5	0	B	4,18
C	A	6,2	16,4	22,5	147,2	153,4	130,85	C	0,0
D	B	14,8	20,5	35,3	20,5	35,3	0	D	14,8
E	D	45,7	35,3	81,0	35,3	81,0	0	E	45,7
F	E	61,6	81,0	142,58	81,0	142,6	0	F	61,6
G	F	5,9	142,58	148,5	142,6	148,5	0	G	5,9
H	G	4,9	148,48	153,36	148,5	153,36	0	H	4,9
FINAL	C,H	0	153,36	153,36	153,36	153,36	0	FINAL	0
									153,36

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

En esta etapa de la realización del diagrama de CPM se analizó cada uno de los procesos y se logró observar que para realizar figuras circulares para comedor todas las áreas de trabajo se encuentran en ruta crítica excepto el perforado que es el proceso que no depende de ningún otro proceso; igual para la realización de cabinas para baños todas las áreas también se encuentran en ruta crítica con excepción del perforado, para eliminar las holguras y la ruta crítica se propone hacer un balance de línea que se realizara en la etapa siguiente.

6.6. Balanceo de línea

Tabla 10. Balanceo de líneas del proceso Cabinas de baño

Tabla datos de precedencias		
Tarea	Tiempo de ejecución (Minutos)	Precedente
INICIO	0	A
A	16,4	-
B	4,18	A
C	6,2	A
D	14,8	B
E	45,7	D
F	61,6	E
G	5,9	F
H	4,9	G
Tiempo total	159,52	

TAREAS	TAREAS SIGUIENTE
A	7
B	5
C	0
D	4
E	3
F	2
G	1
H	0

TAREA PRIORIDAD	TAREAS SIGUIENTE
A	7
B	5
D	4
E	3
F	2
G	1
C-H	0

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Con la tabla de balanceo de líneas, se pretendía tomar las tareas del proceso, en este caso el de cabinas de baño donde nos encontramos que realizando los procesos se encuentra con un tiempo total de 159,52 minutos para llegar al producto terminado, cabe destacar que el tiempo es solo de las operaciones y para ello se realizaron unas tareas de cada operación que sigue de unos procesos en secuencia para así determinar las estaciones junto con el tiempo ocioso del proceso.

Luego de las tablas de precedencia se realizaron unas fórmulas que determinan el número de productos requeridos, el mínimo de estaciones a determinar en el proceso para así identificar los tiempos muertos y balancear la línea con un porcentaje más alto que se venía implementando en el proceso de las cabinas de baño. Se identificó según la fórmula especificada que el número a producir es de 9 unidades con un tiempo de ciclo de 66 y el número mínimo de estaciones de trabajo son 3 y se balancea la línea asignando tareas de como operar en cada estación de trabajo, un lanceo eficiente permite completar el ensamble requerido, seguir la secuencia especificada y mantener el tiempo muerto en cada estación de trabajo en un mínimo que muestra la eficiencia de un 80% con las estaciones mínimas requeridas con un tiempo ocioso de 39,9.

$$\text{Unds a Producir} = \frac{\text{No. Operarios} \times \text{T. Disp.}}{\text{T. Asignado}}$$

$$\text{Unidades a Producir} = 9$$

$$\text{Tiempo del ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible por día}}{\text{Unidades requeridas por día}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{600}{9} = 66$$

$$\text{Número mínimo de estaciones de trabajo} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo para tarea } i}{\text{Tiempo del ciclo}}$$

$$\text{No. Min de Est. Requeridas} = \frac{159,52}{66,5} = 2,40 \approx 3$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{159,52}{199,4} = 80,0\%$$

$$\text{Tiempo ocioso} = \text{Estaciones} \times \text{Tiempo de Ciclo} - \Sigma \text{Tiempo Inicial}$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 39,9$$

Tabla 11. Número de estaciones requeridas según el tiempo ocioso del proceso de cabinas de baño

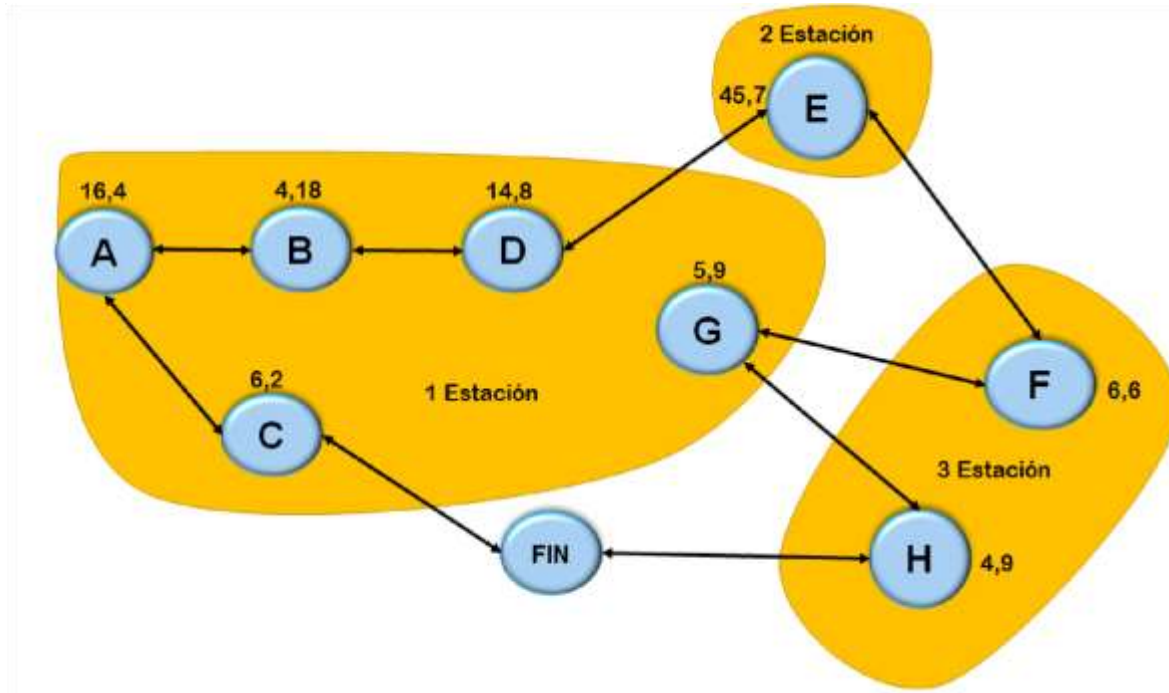
Actividad	Estaciones	To = C - Ti
A	1	50,1
B		45,9
C		39,8
D		25,0
G		19,1
E	2	20,8
F	3	4,9
H		0,0

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

En la tabla nos muestra cómo se van a quedar distribuidas las estaciones, y se comprueba haciendo la suma del tiempo mínimo de cada estación que nos suma el tiempo ocioso calculado anteriormente para la misma. Además es el resultado de cómo se minimizo el tiempo en cada proceso a comparación de los tiempos que muestra la tabla 10.

Entonces demostramos que en la estación 1 el mínimo tiempo del proceso G es de 19.1, en la estación 2 el proceso E con un tiempo de 20.8 y por último en la estación 3 con el proceso H es de 0.0, sumando estos nos da 33.9 que es el tiempo ocioso.

Imagen 27. Estaciones del proceso propuesto Cabinas de baño



Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

De ahí se pasa al segundo proceso a realizar que es el del comedor figuras circulares con el mismo procedimiento y cálculos, quiere decir con los mismas formulas.

Tabla 12. Balanceo de líneas del proceso de Comedor figuras circulares

Tabla datos de precedencias		
Tarea	Tiempo de ejecucion (Minutos)	Precedente
INICIO	0	A
A	18,4	-
B	37,8	A
C	53,8	B
D	17,5	B,C
E	48,2	D,C
F	6,2	B
G	75,9	E
H	6,3	G
I	4,9	H
Tiempo total	268,91	

TAREAS	TAREAS SIGUIENTE	TAREA PRIORIDAD	TAREAS SIGUIENTE
A	7	A-B	7
B	7	C-D	5
C	5	E	3
D	5	G	2
E	3	H	1
F	0	F-I	0
G	2		
H	1		
I	0		

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

Con la tabla de balanceo de líneas, en el proceso de comedor figuras circulares con la realización de los procesos se encuentra con un tiempo total de 268,91 minutos de todo el proceso hasta producto terminado con la secuencia de tareas y precedencias, cabe destacar que el tiempo es solo de las operaciones para así determinar las estaciones junto con el tiempo ocioso del proceso.

Luego de las tablas de precedencia se realizaron unas fórmulas que determinan el número de productos requeridos, el mínimo de estaciones a determinar en el proceso para así identificar los tiempos muertos y balancear la línea con un porcentaje más alto que se venía implementando en el proceso de las cabinas de baño. Se identificó según la formula especificada que el número a producir es de 5 unidades con un tiempo de ciclo de 112 y el número mínimo de estaciones de trabajo son 3 y se balancea la línea asignando tareas de como operar en cada estación de trabajo, un lanceo eficiente permite completar el ensamble requerido, seguir la secuencia especificada y mantener el tiempo muerto en cada estación de trabajo en un mínimo que muestra la eficiencia de un 80% con las estaciones mínimas requeridas con un tiempo ocioso de 67.

Unidades a Producir = 5 Unds

$$\text{Unds a Producir} = \frac{\text{No. Operarios} \times \text{T. Disp.}}{\text{T. Asignado}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{600}{5} = 112$$

$$\text{No. Min de Est. Requeridas} = \frac{268,91}{112} = 2,4 \approx 3$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{268,91}{336,138} = 80\%$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 67$$

Tabla 13. Número de estaciones requeridas según el tiempo ocioso del proceso de Comedor figuras circulares

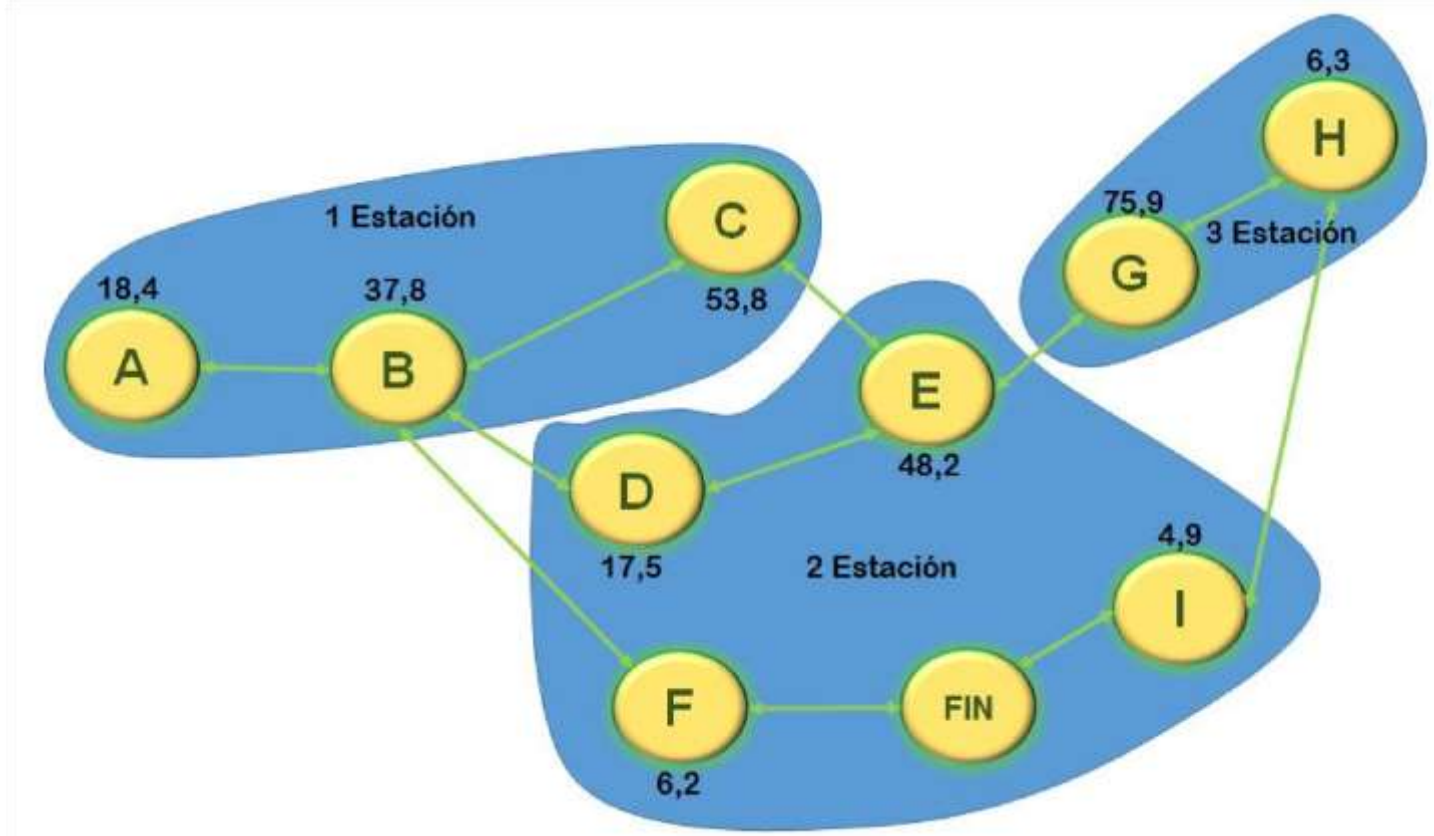
Actividad	Estaciones	To = C - Ti
A	1	93,7
B		55,9
C		2,1
D	2	94,6
E		46,3
F		40,2
I		35,3
G	3	36,2
H		29,8

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

En esta tabla que es la del proceso de comedor figuras circulares nos muestra cómo se van a quedar distribuidas las estaciones, y se comprueba haciendo la suma del tiempo mínimo de cada estación que nos suma el tiempo ocioso calculado anteriormente para la misma. Además es el resultado de cómo se minimizó el tiempo en cada proceso.

Entonces demostramos que en la estación 1 el mínimo tiempo del proceso C es de 2.1, en la estación 2 el proceso I con un tiempo de 35.3 y por último en la estación 3 con el proceso H es de 29,8, sumando estos nos da 67,2 que es el tiempo ocioso con la aproximación queda en 67

Imagen 28. Estaciones del proceso propuesto Comedor figuras circulares



Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia.

6.7. Identificar las restricciones

Según lo investigado durante esta investigación, para identificar los cuellos de botellas en la línea de producción se realizó un diagrama de causa y efecto esto con el fin de conocer las causas que afectan el proceso, un diagrama de operación con el fin de tener claro los procesos, se realizó una toma de tiempos, para conocer el tiempo real del producto por último se hizo un diagrama de PERT que determina las holguras y ruta crítica del proceso.

Se identificó que el principal cuello de botella es el área de dibujo ya que es el proceso más demorado que cuenta con un operario, además de esto los demás procesos también son cuellos de botella como se muestra en las tablas 7 y 9 que al hacer los cálculos con el método PERT la holgura arroja un resultado de cero que significa rutas críticas ósea cuellos de botellas; cabe destacar que en los dos procesos tanto como cabinas de baño y comedor figuras circulares el procedimiento de perforación no son cuellos de botellas, demostrado que en cabinas de baño la holgura es de 130,85 y en el comedor figuras circulares la holgura en el proceso de perforado es de 200,4; donde nos demuestra que hay 0,0 minutos en el restante del tiempo quiere decir que el proceso no depende de ningún otro proceso y termina su tarea a tiempo sin retrasar a otras. También se presentan otras restricciones como son:

- Restricciones logísticas: no hay una planeación y control de producción adecuada.
- Atrasos en los horarios de corte de los pedidos: No liberan los pedidos a tiempos, todo se hace a última hora.
- Errores de preparación: No coinciden las facturas con lo que se está haciendo.

La definición de como explotar estos procesos está en que se redujeron el número de operarios y se tomó el tiempo disponible para que arrojara el número de real de unidades a producir, para así determinar el tiempo de ciclo de los procesos, que se muestra en cabina de baño 66 minutos y en comedor figuras circulares es de 112 minutos, el mínimo número de estaciones en los dos procesos son de 3, según el número de estaciones que se determinaron da una eficiencia del 80% para los mismos y así se llegó a un tiempo de ocio también llamado tiempos muertos, que en el proceso de cabina de baño el tiempo ocio es de 39,9 minutos y en el comedor figuras circulares fue de 62 minutos.

Evaluando las restricciones identificadas se observó que si había más estaciones de trabajo había un 60% de eficiencia en el proceso donde no sería lo adecuado para el cumplimiento del cliente y tampoco habría ganancia para la empresa ya que sus operarios no están utilizando el mayor porcentaje de eficiencia para realizar los productos en 10 horas que es el tiempo de disposición para cada empleado desde que llega hasta que sale de su jornada laboral.

Como demostración tenemos que si se trabaja con 4 estaciones bajaría la eficiencia y el tiempo muerto u ocioso sería más tiempo como por ejemplo en cabinas de baño la eficiencia sería de 60% y un tiempo muerto de 106, 3 minutos.

Imagen 29. Formulas

$$\text{No. Min de Est. Requeridas} = \frac{159,52}{66,5} = 2,40 \approx 4$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{159,52}{265,9} = 60,0\%$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 106,3$$

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia

Para comedor figuras circulares se toma 4 estaciones la eficiencia seria 60 % y su tiempo muerto aumentaría a 179 minutos.

Imagen 30. Formulas

$$\text{No. Min de Est. Requeridas} = \frac{268,91}{112} = 2,4 \approx 4$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{268,91}{448,183} = 60\%$$

$$\text{Tiempo ocioso} = 179$$

Hernández, J. López, L. (2015). Elaboración propia

Ya así se define las TOC y cada vez que se identifican los cuellos de botella para iniciar de nuevo en los pasos anteriores que permite identificar, explotar, subordinar, elevar y estudiar los próximos cuellos de botella o nuevas restricciones para dar

resultados a la mejora continua de los procesos de sand blast en la empresa Distrividrios Antioquia.

6.8. Documentar los procesos

Para identificar las restricciones físicas TOC se realizó un diagrama de proceso de flujo donde nos muestra claramente donde esta nuestro cuello de botella y también se hizo un estudio de tempo con cronómetros. Que son técnicas que permitieron encontrar los problemas o restricciones en el proceso que es el ÁREA DE DIBUJO.

Mantener el tiempo muerto en cada estación de trabajo en un minuto.

Luego de las tablas de precedencia se realizaron unas fórmulas que determinan el número de productos requeridos, el mínimo de estaciones a determinar en el proceso para así identificar los tiempos muertos y balancear la línea con un porcentaje más alto que se venía implementando en el proceso de las cabinas de baño.

$$\text{Unds a Producir} = \frac{\text{No. Operarios} \times \text{T. Disp.}}{\text{T. Asignado}}$$

Tomar las unidades requeridas (demanda o tasa de producción) por día y dividir entre el tiempo productivo disponible por día (en minutos o segundos). Esta operación da el tiempo del ciclo, o sea, el tiempo máximo que el producto está disponible en cada estación de trabajo si debe lograrse la tasa de producción:

$$\text{Tiempo del ciclo} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible por día}}{\text{Unidades requeridas por día}}$$

Calcular el número mínimo teórico de estaciones de trabajo. Este es el tiempo total de duración de las tareas (el tiempo que lleva hacer el producto) dividido entre el

tiempo del ciclo. Las fracciones se redondean hacia arriba a siguiente número entero:

$$\text{Número mínimo de estaciones de trabajo} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo para tarea } i}{\text{Tiempo del ciclo}}$$

Balancear la línea asignando tareas de como operar en cada estación de trabajo, un lanceo eficiente permite completar el ensamble requerido, seguir la secuencia especificada y mantener el tiempo muerto en cada estación de trabajo en un mínimo.

- a. Identificar una lista maestra de tareas
- b. Eliminar las tareas que están asignadas
- c. Eliminar las tareas cuya relación de precedencia no se satisface.
- d. Eliminar las tareas para las que el tiempo disponible en la estación de trabajo es inadecuado.
- e. Usar la técnica heurística de balanceo de líneas descritas en las tablas 12 y 13. Las opciones estas divididas en: en tiempo más largo para una tarea, mayor número de tareas que le siguen, ponderación de la posición, tiempo más corto para una tarea y menor número de tareas que se le siguen. En estos resultados se ofrece mejor solución, es decir, el menor número de estaciones y mayor eficiencia, sin embargo, aun cuando las técnicas heurísticas aportan soluciones, no garantizan una solución óptima.

7. CONCLUSIONES

Al implementar y desarrollar la filosofía TOC en la línea Sand blast en la empresa DISTRIVIDRIOS se logró mejorar la eficiencia y la capacidad en los puntos de restricción del proceso productivo debido a que se ajustaron los eslabones de la cadena que se encontraban con fisura y a menudo se rompían, es decir, los cuellos de botella que no permitían alcanzar las metas globales de la empresa por este hecho podemos concluir que la aplicación de esta herramienta de ingeniería ha sido efectiva en el camino de crecimiento y mejora continua de esta empresa.

Con la aplicación de métodos y tiempos en la línea Sand blast en la empresa DISTRIVIDRIOS logramos determinar las falencias que la planeación del proceso estaba sufriendo, esto nos permitió realizar un diagnóstico y un análisis minucioso con el cual logramos concluir que el hecho de no contar con tiempos estándares puede desenfocar la empresa ya que para alcanzar las metas y cumplir los objetivos se debe tener claro lo que se planea y para ello es necesario tener y contar con la información de la capacidad real y teórica de la planta para realizar una planeación y programación asertiva.

La identificación de los cuellos de botella en el proceso intervenido en este proyecto nos permitió detectar específicamente los eslabones de la cadena que debíamos fortalecer para maximizar los recursos y de esta forma aumentar la productividad, por lo que podemos concluir que aunque en la empresa se sabía que había inconvenientes en el normal desarrollo del proceso, no lograban determinar específicamente en donde trabajar para mejorar la eficiencia, y la identificación de estos cuellos de botella nos permitió centrarnos y enfocarnos en las restricciones.

Con el balaceo de las leneas se logró ver una gran diferencia a la hora de realizar sus productos con una eficiencia del 80% y con el tiempo de realización de ella para la cabina de baños de 2,4 horas disminuyendo 30 minutos de tiempo muerto; y para comedor con figuras circulares, también cuenta con un tiempo propuesto para el de 2,4 disminuyendo así mucho tiempo muerto 2,1 estas diferencia de números nos

demuestra que las herramientas de ingeniería nos son de gran ayuda para eliminar o mejorar procesos en las empresas.

Gracias a la documentación de los procesos con los sistemas de métodos y tiempos partiendo de la filosofía TOC, logramos implementar un sistema de estandarización para los mismos con lo que a partir de ahora se podrá garantizar el buen desarrollo de las actividades de ejecución de los procedimientos en la línea de Sand blast, por lo que se concluye que todos los procesos y procedimientos de la empresa deberían ser documentados para garantizar un óptimo desarrollo.

Finalmente se concluye que la intervención de este proceso ha tenido un resultado muy positivo por lo que es necesario y muy pertinente realizar esta misma intervención en todos los procesos de la planta para eliminar las restricciones e impulsar la mejora continua dentro de toda la empresa.

8. RECOMENDACIONES

- ❖ Una vez que se haya finalizado con la implementación de las mejoras planteadas obteniendo resultados esperados, se debería continuar con las mejoras en la disminución del proceso entregando a justo tiempo al cliente.
- ❖ Implementar y favorecer en la empresa el método de mejoramiento continuo, para que no confiarse en los resultados alcanzados, dejando a las mejoras logradas de forma permanente y sin mejoras en el futuro.
- ❖ Realizar un muestreo de trabajo tomando observaciones de las actividades realizadas para la elaboración de cada uno de los productos ya que este caso se

le realizo el muestreo a dos de los productos elaborados en la empresa, esto con el fin para conocer la capacidad de producción real de la máquina por cada uno de los artículos y realizar un programa de producción exacto.

- ❖ Realizar un cronograma de actividades para el mantenimiento preventivo de las maquinas ya que es uno de los factores que influyen en la no entrega de los clientes

- ❖ Se debe capacitar continuamente al personal operativo en cuanto a las condiciones de operación de la máquina y de esta manera puedan conocer profundamente el funcionamiento para la toma de decisiones y acciones correctivas en cualquier falta presente en la línea de producción.

- ❖ Capacitar el personal en otras técnicas de producción esbelta además de las propuestas planteadas en el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

Arango, L. A. (2002). *Herramientas Estadísticas Basicas Para El Mejoramiento De La Calidad*. Guatemala: Norma.

Bernardez, M. L. (2007). *Diseño Produccion E Implementacion de E-Leaning*. Estados Unidos: House.

Bertoglio, O. J. (2004). *Anatomia De La Empresa, Una Teoria General De Las Empresas*. Colombia: Limusa S.A.

Birrell, M. (2004). *Simplicidad Inherente, Fundamentos de las TOC*. Libros en Red.

Caso Neira, A. (S.F.). *Tecnicas De Medicion Del Trabajo*. España: Fundacion Confemental Segunda Edicion.

- Castrillon Cifuentes, J. (2010). *Costos Para Gerenciar Servicios De Salud*. Barranquilla: Uninorte Tercera Edicion.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificacion Y Control De La Produccion*. Mexico: Pearson.
- Date, C. J. (S.F.). *Introduccion A Los Sistemas De Bases De Datos*. Mexico: Pearson.
- Escalona, I. (2006). *Planificacion y control de la produccion*. Mexico: UPLLCSA-IPN.
- Fernandez Rios, M. (1995). *Analisis Y Descripcion Del Puesto De Trabajo*. Madrid: Diaz De Santos S.A.
- Garcia Meza, C. J. (S.F.). *Principio De La Administracion De Operaciones*. Mexico: Pearson.
- Goldratt , E. M. (1984). *La Meta*. Mexico: Granica S.A.
- Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de la Manufactura Moderna*. Mexico: Pearson.
- Horton Muñoz, H. (2009). *Administracion De Operaciones Y Cadena De Suministro*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Ishikawa, K. (1943). *Administracion De La Calidad Total*. Mexico: Pax Mexico.
- Jones H, J. (S.F.). *Principio De Administracion De Operaciones*. Guatemala: Pearson Quinta Edicion.
- Kenneth, E. K. (2005). *Analisis y Diseños De Sistemas*. Mexico: Pearson.
- Kofman, F. (2003). *Metamanagement*. Brasil: Granica.
- Krajawski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administracion De Operaciones, Estrategia Y Analisis*. Mexico: Pearson Quinta Edicion.
- Mcleod , R. J. (2000). *Sistemas de Informacion Gerencial*. España: Pearson Educacion.
- Mejia Avila, H. (2014). *Diseño De Una Metodologia De Optimizacion Basada En Costos* . España: Academia Española.
- Meyers, F. E. (S.F.). *Diseño De Instalaciones De Manufactura Y Manejo De materiales*. Guatemala: Pearson Tercera Edicion.
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (S.F.). *Diseño De Instalaciones De Manufactura Y Manejo De Materiales*. Mexico: Pearson Tercera Edicion.

Meyers, F. (S.F.). *Estudio De Tiempos Y Movimientos Para La Manufactura Agil* . Costa Rica: Person
Segunda Edicion.

Morales Nieto, E. (1989). *Gerencia del Futuro y Los Estilos de Planeacion Estrategica*. Mexico:
Tercer Mundo.

Puente Garcia, j., & Fernandez Quesada, I. (S.F.). *Diseño y Medicion De Trabjaos*. España:
Universidad De Oviedo Servicios de Publicaciones.

Quesada, M. D., & Villegas Arenas, W. (2007). *Estudio De Trabajos, Notas En Clase*. Medellin: ITM.

Vaughn, R. C. (1988). *Introduccion A La Ingenieria Industrial*. Barcelona: Reverte S.A.

Vilar Barrio, J. F. (1997). *Como Implementar Y Gestionar La Caildad*. Costa Rica: Fundacion
Confental.