



**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE CORTE Y ENSAMBLE EN  
LA EMPRESA ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE**

**LAURA MILENA AGUILAR OLASCOAGA  
ARNALDO JOSÉ RIVAS CABEZA**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.  
AÑO 2017**



**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS PROCESOS DE CORTE Y ENSAMBLE EN  
LA EMPRESA ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE**

**LAURA MILENA AGUILAR OLASCOAGA  
ARNALDO JOSÉ RIVAS CABEZA**

**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial**

**Asesor disciplinar  
Lizzany Castillo Valdelamar**

**Asesor metodológico  
Germán Herrera Vidal**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

## ACTA DE CALIFICACION Y APROBACION

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**Director de Escuela**

---

**Director de Investigaciones**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Cartagena de Indias, 29/10/2017**

**Cartagena de Indias, 29/10/2017**

**Director**

**Rafael Linero**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad del Sinú

Cordial saludo.

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado “Propuesta de mejora en los procesos de corte y ensamble en la empresa ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE”, elaborada por los estudiantes Laura Milena Aguilar Olascoaga de cedula de ciudadanía C.C 1.143.362.912 y Arnaldo José Rivas Cabeza de cedula de ciudadanía C.C 1.047.461.009 presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

---

**Asesor del trabajo de grado**

**Cartagena de Indias, 29/10/2017**

**Director**

**Rafael Linero**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad del Sinú

Cordial saludo.

Por medio de la presente se hace entrega oficial del trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial titulado “Propuesta de mejora en los procesos de corte y ensamble en la empresa ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE” realizado por los estudiantes Laura Milena Aguilar Olascoaga de cedula de ciudadanía C.C 1.143.362.912 y Arnaldo José Rivas Cabeza de cedula de ciudadanía C.C 1.047.461.009.

---

**Laura Milena Aguilar Olascoaga**

---

**Arnaldo Jose Rivas Cabeza**

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente agradecerle a Dios por permitirnos realizar este proyecto, por ayudarnos a lo largo de toda la carrera y por qué a pesar de todos los tropiezos y dificultades estamos aquí a un paso de graduarnos.

A nuestras familias por apoyarnos durante todo el proceso, por darnos ánimos para seguir adelante con nuestro proyecto y por estar incondicionalmente para nosotros.

Gracias a nuestros tutores German Herrera asesor metodológico y a Lizzany Castillo Valdelamar asesora disciplinar por compartir todos sus conocimientos con nosotros y hacer de este proyecto una realidad.

A lo largo de esta carrera fueron muchas personas a las cuales hay que agradecerle por todo su apoyo y cooperación con nosotros, porque sin cada uno de ellos esto no fuese posible gracias infinitas a todos ellos que Dios los bendiga.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	9
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	9
1.3.1 Delimitación espacial.....	9
1.3.2 Delimitación temporal.....	9
2 JUSTIFICACIÓN.....	10
3 OBJETIVOS.....	12
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	12
4 MARCO REFERENCIAL .....	13
4.1 ANTECEDENTES.....	13
4.2 MARCO TEÓRICO .....	15
4.2.1 Ingeniería de métodos.....	15
4.2.2 Estudio de tiempos.....	17
4.2.3 Objetivos del estudio de métodos .....	18
4.2.4 Niveles del estudio de métodos .....	19
4.2.5 Medición del trabajo .....	19
4.2.6 Objetivos dela medición del trabajo.....	20
4.2.7 Estudio de tiempos.....	21
4.2.8 Metodología 5w+2h.....	22
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	22

4.3.1	Métodos y tiempo .....	22
4.3.2	Línea de producción .....	22
4.3.3	Estudio de movimientos .....	23
4.3.4	Puesto de trabajo .....	23
4.3.5	Herramienta .....	23
4.3.6	Máquina .....	23
4.3.7	Lay-out .....	23
4.3.8	Productividad .....	24
4.3.9	Optimización .....	24
4.3.10	Tiempos tipo .....	24
4.3.11	Suplementos .....	24
5	DISEÑO METODOLÓGICO .....	25
5.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	26
5.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	26
5.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	27
5.4	TÉCNICAS DE ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	27
6	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	28
6.1	CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	28
6.2	Ubicación de la empresa .....	28
6.2.1	Reseña histórica.....	29
6.2.2	Misión.....	31
6.2.3	Visión .....	31
6.2.4	Caracterización del recurso humano.....	32
6.2.5	Productos y/o servicios .....	32

6.3	DISTRIBUCIÓN Y PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN .....	34
6.3.1	Distribución de la planta .....	34
6.3.2	Proceso general de producción.....	38
7	DESARROLLO Y DISCUSION .....	39
7.1	Descripción de la situación actual.....	39
7.1.1	Análisis área de estudio .....	56
7.1.2	Factores que intervienen en la ejecución de las actividades.....	56
7.1.3	Diagrama de Pareto .....	60
7.1.4	Diagrama de Ishikawa.....	62
8	IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO MEDIANTE DIAGRAMAS MACRO Y MICROS .....	65
8.1	CORTE DE PERFILES.....	65
8.2	TROQUELADO.....	67
8.3	ARMADO EN L.....	68
8.4	EMPACADO DE HOJAS .....	69
8.5	ARMADO DE MARCO Y ENSAMBLE FINAL.....	70
8.6	DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	71
8.6.1	Diagrama de hilos según procedimiento actual.....	72
8.6.2	Diagrama de hilos según procedimiento propuesto .....	73
9	ESTUDIO DE TIEMPOS.....	75
9.1	Calculo de la muestra de los tiempos de producción en el área de corte y ensamble.....	75
9.2	CURSOGRAMA DEL MÉTODO DE TRABAJO ACTUAL.....	77
9.2.1	Asignación consideraciones de valoración de ritmo de trabajo y suplementos en las operaciones .....	79

9.2.2	Tiempo tipo .....	80
9.3	CURSOGRAMA ANALITICO DEL MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO	
	82	
9.3.1	Tiempo tipo según método propuesto .....	84
10	ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE MEJORA MEDIANTE LA HERRAMIENTA 5W+2H.....	89
11	CONCLUSIONES .....	93
12	BIBLIOGRAFIA .....	95
13	ANEXOS.....	99

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de la entrevista.....	8
Figura 2. Mapa de la ubicación exacta de Aluminios y Arquividrios del Caribe. ....	29
Figura 3. Fotografía de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe.....	29
Figura 4. Fotografía de las instalaciones de Aluminios y Arquividrios del Caribe en el mes de mayo del año 2016. ....	30
Figura 5. Fotografía de Aluminios y Arquividrios del Caribe en el mes de mayo del año 2016, construcción de nueva sede. ....	31
Figura 6. Organigrama de Aluminios y Arquividrios del Caribe.....	32
Figura 7. Fotografía de los departamentos de venta y despacho. ....	35
Figura 8. Fotografía del área de vidrieros. ....	35
Figura 9. Área de corte de perfilera. ....	36
Figura 10. Puesto de trabajo para ensamblado. ....	36
Figura 11. Bodega de perfiles. ....	37
Figura 12. Oficina del gerente general.....	37
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso general de producción. ....	38
Figura 14. Porcentaje de Cumplimiento del diagnóstico de materia prima. ....	42
Figura 15. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de la mano de obra. ....	46
Figura 16. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de la maquinaria. ....	48
Figura 17. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de métodos. ....	50
Figura 18. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de medida. ....	52
Figura 19. Porcentaje de cumplimiento de medio ambiente. ....	54
Figura 20. Resultado de la inspección del puesto de trabajo.....	58
Figura 21. Gráfico del diagrama de Pareto. ....	62
Figura 22. Diagrama de Ishikawa. ....	64
Figura 23. Diagrama de flujo de corte de perfiles. ....	66
Figura 24. Diagrama de flujo de troquelado. ....	67
Figura 25. Diagrama de flujo armado en L.....	68
Figura 26. Diagrama de flujo de empacado de hojas.....	69

Figura 27. Diagrama de flujo armado de marcos y ensamble final. ....	70
Figura 28. Distribución de planta de Aluminios y Arquividrios del Caribe. ....	71
Figura 29. Diagrama de hilos de proceso actual. ....	72
Figura 30. Diagrama de hilos de proceso propuesto. ....	74
Figura 31. Ecuación para el número de observaciones. ....	75
Figura 32. Cursograma analítico del método actual. ....	78
Figura 33. Cursograma analítico del método propuesto. ....	83

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Contribución y variación de insumos al ICCV a doce meses. ....	5
Tabla 2. Número de empresas de carpintería en aluminio según su clasificación...6	
Tabla 3. Preguntas realizadas a los trabajadores de Aluminios y Arquividrios del Caribe. ....	7
Tabla 4. Antecedentes de estudio de métodos y tiempos.....	13
Tabla 5. Referencias de ventanas. ....	33
Tabla 6. Indicaciones de Check list 6M.....	39
Tabla 7. Check list de materia prima.....	40
Tabla 8. Check list de la mano de obra.....	42
Tabla 9. Check lis de máquinas y herramientas. ....	46
Tabla 10. Check list de método.....	49
Tabla 11. Check list de medida.....	51
Tabla 12. Check list de medio ambiente. ....	53
Tabla 13. Inspección del puesto de trabajo. ....	57
Tabla 14. Diagrama de Pareto. ....	61
Tabla 15. Calculo de número de la muestra. ....	76
Tabla 16. Numero de observaciones. ....	76
Tabla 17. Simbología para diagramas. ....	77
Tabla 18. Suplementos. ....	80
Tabla 19. Tiempos tipos del proceso actual.....	81
Tabla 20. Tiempos tipos del proceso propuesto. ....	85
Tabla 21. Comparación de las actividades. ....	86
Tabla 22. Comparación de los tiempos tipos. ....	87
Tabla 23. Aplicación de la herramienta 5W+2H.....	90

## RESUMEN

El estudio del trabajo tiene como propósito permitir la estandarización de los procesos y tiempos de producción en una empresa con el objetivo fundamental de aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo.

Por esta razón, este proyecto tiene como propósito principal aplicar este método con el fin de realizar mejoras en la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe debido a que la empresa actualmente presenta falencias en los departamentos de corte y ensamble, se realiza una visita para determinar el estado actual de la empresa mediante un diagnóstico que arrojo aspectos tales como: falta de procedimientos documentados para la realización de las tareas pertenecientes a cada estación de trabajo, métodos de trabajo inadecuados, acumulación de materiales en la estación de trabajo, cuellos de botella y excesivos recorridos para obtener materiales y herramientas.

Luego se identifica de forma general el proceso de corte y ensamble mediante el análisis de diagramas macro y micros, para el establecimiento de posibles mejoras. Se desarrolla un estudio de tiempos, que permita la obtención del tiempo tipo, considerando las valoraciones del ritmo de trabajo y los suplementos en las operaciones, y por último se establece un plan de mejora, que brinde un beneficio a la solución del problema mediante la herramienta 5w+2h.

## INTRODUCCIÓN

Los factores en los que generalmente se ve afectada la producción de la mayoría de las empresas se encuentran en el ámbito operativo de las mismas. Factores como reproceso, mala administración de los recursos y malas especificaciones de los productos, que sin duda alguna llevan a tener un costo adicional dentro del proceso de producción; el análisis y completo estudio de estos factores pueden contribuir a mejorar el proceso productivo volviéndose más óptimo y eficiente, generando así la programación de todas las actividades de acuerdo con una orden de trabajo específica.

A partir de esto surge la propuesta de mejorar los procesos de corte y ensamble del área de producción en la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe la cual presenta falencias como lo son cuellos de botella, reproceso, métodos de trabajo inadecuados, acumulación de materiales en la estación de trabajo y excesivos recorridos para obtener materiales o herramientas.

Por lo tanto se desea realizar un estudio dentro de los parámetros del manejo adecuado de los métodos y determinación de los tiempos estándar, basado en las actividades del proceso productivo y en la necesidad de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe, de estandarizar sus tiempos de producción de los departamentos de corte y ensamble.

Todo estudio analítico de trabajo, que se realice de una manera sistemática va dando a descubrir uno por uno los puntos donde se desperdician tiempos y energías que son de gran utilidad en las operaciones de trabajo. Para minimizar estos desperdicios hay que determinar sus causas, que normalmente suelen ser la mala planificación y organización, control insuficiente, una formación inadecuada de los trabajadores y la falta de un buen estudio de métodos y tiempos. Para dar solución a esta problemática se utilizaron herramientas como chekc list, estudio de métodos

y tiempo, diagramas macro y micro, 5w2h herramientas que ayudaron a el cumplimiento de los objetivos planteados.

Al implementar toda esta serie de métodos se logró establecer las causas que originaban las falencias en el área de corte y ensamble, la reducción significativa de los tiempos de producción de las ventanas de referencias 744, un mejor recorrido a la hora de ejecutar una orden de producción y por último se hizo un plan de acción con la ayuda de la herramienta 5w2h.

# 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de las actividades principales del DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) es establecer estadísticas relacionadas con temas de: salud, seguridad y defensa, servicios, tecnología e innovación, servicios, transporte, industria, mercado laboral, pobreza y condiciones de vida, precios y costos, construcción, entre otros.

Para este último en lo mencionado anteriormente según el DANE el sector de la construcción experimenta ciclos de actividad mucho más acentuados que el promedio nacional y otras ramas productivas, y se constituye en uno de los principales indicadores económicos, debido a que las fluctuaciones de este sector están muy asociadas al ciclo de la economía.

La actividad de construir un determinado tipo de vivienda supone la utilización de insumos específicos del sector, cuya evolución de precios da origen a la necesidad de la elaboración de un índice de precios específico. Considerando los cambios tecnológicos que se presentan en la construcción de vivienda, el DANE emprende procesos investigativos periódicos tendientes a actualizar la información, de forma que refleje los cambios reales en los precios de los distintos grupos de costos que conforman las canastas, modernizando, depurando y homogeneizando variables, de manera tal que esté a la vanguardia de las nuevas tecnologías y procesos constructivos. Es así, como se crea el Índice de Costos de la Construcción de Vivienda (ICCV), el cual ha tenido varios ajustes de tipo metodológico, de cobertura, de grupos de costo, de tipología de vivienda, etc.

El ICCV muestra el comportamiento de los costos de los principales insumos utilizados en la construcción de vivienda y además constituye un importante punto de referencia para la actualización de presupuestos, contratos y demás aspectos relacionados con la evolución de los precios de este tipo de construcción; adicionalmente, se ha convertido en una herramienta importante para entidades, y gremios relacionados y en la base de estudios económicos emprendidos por la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), que busca analizar temas inherentes de la economía del país, hacer proyecciones y precisar las perspectivas de tan importante sector de la economía colombiana<sup>1</sup>.

De igual manera para el presente año el DANE ha establecido la nueva Clasificación de Actividades Económicas CIIU Revisión 4 adaptada para Colombia mediante la Resolución No.066 del 31 de Enero<sup>2</sup>.

En Colombia el subgrupo de la carpintería metálica para el presente año en el mes de enero representa un 0,18% así como también lo relacionado con los vidrios en un 0,05% de contribución al ICCV como así lo establece el DANE (Ver tabla 1).

---

<sup>1</sup> DANE, Boletín técnico Índice de Costos de Construcción de Vivienda, Enero de 2017, página 2.

<sup>2</sup> Cámara de Comercio de Cartagena. Actualización de código CIIU, recuperado de: <http://cccartagena.org.co>. Enero 31 de 2017.

Tabla 1. Contribución y variación de insumos al ICCV a doce meses.

ICCV. Variación y contribución doce meses, según grupos y subgrupos de costos  
Enero 2017

Grupos de costos	Subgrupos por encima del promedio		Variación (%)	Contribución*	Subgrupos por debajo del promedio		Variación (%)	Contribución*
	Total (3,49%)				Total (3,49%)			
Materiales	Aparatos sanitarios		6,64	0,14	Instalaciones especiales		2,81	0,09
	Instalaciones hidráulicas y sanitarias		6,52	0,21	Pisos y enchapes		2,43	0,13
	Materiales varios		5,70	0,07	Mampostería		1,83	0,19
	Carpintería metálica		5,53	0,18	Cimentación y estructuras		1,35	0,30
	Cubiertas		5,42	0,09				
	Pintura		5,09	0,12				
	Instalaciones eléctricas y de gas		5,08	0,25				
	Carpintería de madera		5,05	0,15				
	Cerraduras, vidrios, espejos y herrajes		4,79	0,05				
	Obras exteriores		3,64	0,03				
Mano de obra	Ayudante		4,49	0,64				
	Oficial		4,43	0,68				
	Maestro general		3,98	0,05				
Maquinaria y equipo					Maquinaria y equipo de construcción		2,98	0,11
					Equipo de transporte		2,54	0,03

Fuente: DANE - ICCV  
\* Puntos porcentuales

Fuente: DANE. Boletín Técnico de Índice de Costos de Construcción de Vivienda, enero 2017.

La tabla anterior muestra aquellos insumos y materiales requeridos para la construcción de viviendas ya sea de interés social, multifamiliar o unifamiliar. Se resalta la carpintería metálica y material en vidrio a manera de conocer la contribución de estos en la construcción de vivienda a nivel nacional.

Para el proceso estudio se eligió la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe ubicada en el barrio el Carmelo Crr71 Mz6, la cual es una empresa manufacturera dedicada a la fabricación de divisiones para baños, puertas y ventanas en aluminio como también el mantenimiento de las mismas posterior a su instalación. Es una empresa pequeña conformada por un gerente general, un jefe de producción, una persona encargada de la salud y seguridad de los trabajadores, ocho operarios de producción y por ultimo dos asesoras comerciales.

Como actividad económica esta empresa pertenece según la Cámara de Comercio de Cartagena al código CIIU 2511; Fabricación de productos metálicos para uso

estructural. Cabe resaltar que la carpintería en aluminio por ser una actividad económica en la que pocas son las empresas que están registradas de manera formal se incluye junto con la fabricación de estructuras metálicas como se mencionó anteriormente.

En Cartagena las empresas relacionadas con la actividad económica de carpintería en aluminio están representadas de la siguiente forma (Ver tabla 2).

Tabla 2. Número de empresas de carpintería en aluminio según su clasificación.

Clasificación	Número de empresas
Grandes	1
Mediana	5
Pequeña	6
Micro	130

Fuente: Pertuz Ortega Elsy Milena. Auxiliar de información comercial de la Cámara de Comercio de Cartagena.

Es muy importante tener conocimiento que en cuanto al desarrollo de esta actividad económica que la informalidad siempre está presente, por lo que en Aluminios y Arquividrios del Caribe por ser una empresa pequeña ofrece la facilidad de contar con un taller de fabricación externo para todo aquel personal que requiera del espacio para la realización de esta actividad con el fin de proporcionar en sus instalaciones la materia prima, la maquinaria y el transporte.

El proceso de producción de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe se da inicialmente en el momento en el que se genera una orden de producción a cargo del gerente general y/o jefe de producción según la magnitud del trabajo a realizar, que anteriormente han de recibir una visita de un cliente el cual requiere un producto de la empresa donde se realiza la respectiva cotización y si el cliente acepta, este dispone a cancelar el cincuenta por ciento del trabajo, ya partiendo de este instante

empieza a correr la orden de producción relacionando aspectos como la requisición de materiales a utilizar, mano de obra y sobre todo el tiempo establecido para cumplir con la orden de producción que en este caso la empresa máximo establece dos días para culminarla.

Sin duda alguna el eje central de cualquier empresa es aumentar su productividad incrementando la eficiencia, así como también la reducción de costes, mejorar la calidad, acortar tiempos reduciendo los plazos de producción y entrega del producto y/o servicio, todo lo anterior con el fin de cumplir un objetivo principal para toda empresa que es la plena satisfacción de las necesidades del cliente.

Con el fin de conocer la situación problema de Aluminios y Arquividrios del Caribe se tomó una muestra de ocho operadores del área de producción para responder ciertas preguntas claves (ver tabla 3), las cuales fueron diseñadas gracias al previo conocimiento del proceso de producción, observación directa obtenida en las visitas y condiciones de trabajo presentes.

Tabla 3. Preguntas realizadas a los trabajadores de Aluminios y Arquividrios del Caribe.

ITEM	Entrevista	Sí	No
1	¿Existen procedimientos documentados en la empresa?	0	8
2	¿Está definida la capacidad de producción de la empresa?	1	7
3	¿Están los puestos de trabajo establecidos para el personal idóneo?	3	5
4	¿Las condiciones de trabajo son óptimas?	0	8
5	¿Existe control en el proceso de producción?	1	7

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la entrevista que se realizó se obtuvieron resultados poco favorables para la empresa (ver figura 1).

Figura 1. Resultados de la entrevista.



Fuente: Elaboración propia.

Es evidente que la empresa ha venido presentando ciertos tipos de falencias en el proceso de producción, para ser más exactos en el área de corte y ensamblado (eje central de la producción) a causa de aspectos tales como lo son: falta de procedimientos documentados para la realización de las tareas pertenecientes a cada estación de trabajo, métodos de trabajo inadecuados lo cual conlleva a generar acumulación de materiales en la estación de trabajo, cuellos de botella y excesivos recorridos para obtener materiales y herramientas.

Aluminios y Arquividrios del Caribe es una empresa que tiene una gran acogida en el mercado de productos relacionados con vidrios y aluminios (puertas y ventanas), siempre es necesario aplicar acciones que beneficien a la mejora continua de la empresa, en este caso se optara por realizar una propuesta de mejora para los procesos de corte y ensamble de la empresa aplicando un estudio de métodos de trabajo para garantizar la disminución de consecuencias que se presentan en el día a día de la empresa a fin de beneficiar a la misma en aspectos como: mejora de los

procesos y procedimientos, economizar el esfuerzo humano, mejorar la utilización de materiales, máquina y mano de obra, de tal modo que conlleve estandarización de sus procesos.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

A partir de lo planteado, surge el siguiente interrogante:

¿Cómo mejorar el proceso de corte y ensamble a partir de un estudio de trabajo que permita lograr una estandarización en los procesos y en los tiempos de producción?

## **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 Delimitación espacial**

El tema de investigación aborda el área de producción de la empresa ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE, ubicada en el barrio el Carmelo Crr71 Mz6.

### **1.3.2 Delimitación temporal**

El proceso de investigación tendrá un lapso de aproximadamente 4 meses que iniciarán desde el mes de julio de 2017 y terminarán en octubre de 2017.

## 2 JUSTIFICACIÓN

Hoy día aquellas empresas que se caracterizan por su flexibilidad son las que se mantienen fuertes y estables en el mercado, debido a que el mundo se encuentra en un entorno globalizado. Las empresas continuamente ven la necesidad aumentar su productividad que lógicamente es la razón de ser de ellas, la productividad de una empresa puede ser afectada por diversos factores externos, así como también por varias deficiencias en sus actividades o factores internos. La dirección de una empresa recurre frecuentemente a especialistas para que la ayuden a mejorar la productividad. Uno de los instrumentos más eficaces que se puede realizar es el estudio del trabajo.

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando (Kanawaty, G. 1996).

Aluminios y Arquividrios del Caribe es una empresa de producción dedicada a la fabricación de ventanas en aluminio así como también puertas en el mismo material y mantenimiento de los mismos en general. Se decidió presentar el presente proyecto de grado en las instalaciones de esta empresa manufacturera debido a la necesidad que actualmente se presenta en cuanto aumentar la productividad de la misma enfocándose en las dos áreas principales del proceso de producción las cuales son: corte y ensamble. En cuanto a las actividades que conforman estas dos importantes áreas se presentan falencias, entre las que se distinguen la falta de procedimientos documentados para la realización de las tareas pertenecientes a cada estación de trabajo, acumulación de la materiales en el puesto de trabajo, cuellos de botellas y excesivos recorridos para obtener los materiales, la reiteración de estos aspectos puede generar en la empresa incumplimiento de órdenes de producción por contratiempo que conllevan a la insatisfacción del cliente.

La propuesta a desarrollar para este proyecto de investigación tendrá cierta importancia debido a que al final en cuanto a lo teórico se notaran resultados muy significativos, entre los que se pueden resaltar: aumentar la producción , eliminar tiempos muertos (esperas), simplificar el trabajo, estandarizar tiempos de producción necesarios para determinar capacidad de la planta, maximizar la seguridad, la salud y el bienestar de los trabajadores, la obtención de procedimientos documentos y la minimización de costos que podrán ser tenidos en cuenta a cargo del Gerente de la empresa a la hora de tomar una decisión determinante.

También cabe resaltar que este proyecto beneficia a los estudiantes en la medida que fortalece la interpretación, análisis y argumentación dentro de una situación en el ámbito laboral aumenta el nivel crítico y analítico para la toma de decisiones y la solución de problemas.

Por último, el tema de investigación de esta propuesta contribuye al ingeniero industrial, en la medida que desarrolla sus capacidades críticas y toma de decisiones complementándolas con las aptitudes adquiridas durante el proceso académico que se llevó a cabo, con el fin de ser competentes y proactivos al momento de emplear los conocimientos y herramientas dentro del ámbito empresarial, tener conocimiento de las diferentes problemáticas y situaciones que se presentan continuamente en los diferentes ámbitos de la vida, principalmente en el laboral.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer un plan de mejora en los procesos de corte y ensamble del área de producción de la empresa ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE mediante un estudio del trabajo que permita la estandarización de sus procesos y tiempos de producción.

#### **3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Realizar una caracterización de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe con el objeto de analizar su situación actual en cuanto al desempeño sus procesos de corte y ensamble.
- Identificar en forma general el proceso de corte y ensamble mediante el análisis de diagramas macro y micros, para el establecimiento de posibles mejoras.
- Desarrollar un estudio de tiempos, que permita la obtención del tiempo tipo, considerando las valoraciones del ritmo de trabajo y los suplementos en las operaciones.
- Establecer un plan de mejora, que brinde un beneficio a la solución del problema mediante la herramienta 5w+2h.

## 4 MARCO REFERENCIAL

### 4.1 ANTECEDENTES

En la siguiente tabla se muestran distintas empresas las cuales fueron objeto de estudio con el fin de mejorar procesos a partir del estudio del trabajo.

Buscando optimizar recursos, disminución de tiempos de entrega, tiempos ocios y optimizar la producción entre otros.

A continuación se citan varios trabajos de tesis que aplicaron este método con el fin de mejorar la productividad de cada empresa, donde se busca optimizar cada uno de los recursos y aumento de la producción.

Tabla 4. Antecedentes de estudio de métodos y tiempos.

TITULO	AUTORES	PROBLEMA
Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para el proceso de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes en el cda la playa Cali (Escobar, D. 2015).	Daniel García Escobar (2015)	El propósito o finalidad de este proyecto de grado, es contribuir en la disminución de tiempo para la entrega del certificado de revisión técnico mecánica por el área administrativa del Centro de Diagnóstico Automotor la Playa utilizando el estudio del trabajo.
Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "clásico de dama" en la empresa de calzado caprichosa para definir un	Nathalia Alzate Guzmán Julián Eduardo Sánchez	Definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz y su estándar de tiempo para la línea de producción del

nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación (Alzate, N. Sanchez, J. 2013).	castaño (2013)	calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado Caprichosa.
Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de serpentines de refrigeración en la empresa confrina (Sabando, M. 2012).	Mario Israel Sabando Riofrio (2012)	El objetivo de esta propuesta es realizar por primera vez un análisis del proceso de producción de serpentines de la empresa CONFRINA, por medio de la implementación de mejoras que optimicen los métodos de trabajo y la organización de la empresa, para el incremento de la producción anual.
Optimización de la producción, en el proceso de mezclado de la línea de caucho, en la empresa de plasticaucho industrial S.A (Flores, M.2009).	Marco Flores Ortiz (2009)	Optimizar la producción, en el proceso de mezclado; de la línea de caucho; en la empresa plasticaucho industrial S.A.

<p>Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A. (Ustate, E. 2007).</p>	<p>Elkin Javier Ustate Pacheco (2007)</p>	<p>Con este trabajo, se realizó un estudio para el aprovechamiento de los recursos existentes de mano de obra, equipos, materia prima y material, partiendo de un estudio de métodos y tiempos hasta el análisis de la distribución física de la planta de la empresa C.I Metales y Derivados S.A.</p>
---	---	--

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 MARCO TEÓRICO

### 4.2.1 Ingeniería de métodos

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. En 1932, el término ingeniería de métodos fue desarrollado y utilizado por H. B. Maynard y sus asociados, quedando definido como sigue:

“Es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente (y no antes), determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un

operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por ultimo (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal”.

Desde aquel momento, el desarrollo de las técnicas de la ingeniería de métodos y simplificación del trabajo ha progresado rápidamente. Hoy en día, la ingeniería de métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto.

Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto.

Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuado durante las etapas de planeación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto (Aguilar, L. 2003).

Como bien se tiene muy claro en la actualidad toda empresa busca mantenerse dentro del mercado al cual pertenece y de esa misma manera crecer al igual que aumentar su rentabilidad, lo cual se obtiene a partir del aumento considerable de la productividad dentro de la misma.

Sin duda alguna aplicar la ingeniería de métodos o estudio del trabajo en las empresas para el aumento de la productividad es una opción viable debido a que su principal objetivo es examinar de qué manera se están realizando las actividades pertenecientes en cada proceso, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de los recursos y fijar el tiempo normal para la realización de esas actividades (Kanawaty, G. 1996).

La ingeniería de métodos se caracteriza porque su principal objetivo es el perfeccionamiento del trabajo de tal manera que las utilidades que se generen a causa de alcanzar esta prioridad aumenten de una manera muy considerable.

El estudio del trabajo comprende varias técnicas, pero las que en especial se aplican son el estudio de métodos y medición del trabajo también llamado estudio de tiempos (Kanawaty, G. 1996).

#### **4.2.2 Estudio de tiempos**

La productividad de la mano de obra se ve directamente afectada por la maquinaria, herramientas, materiales y los métodos de trabajo utilizados por los trabajadores. El objetivo principal de mejorar estos métodos, es incrementar la productividad al aumentar la capacidad de producción de las distintas operaciones. Para que este proceso sea exitoso, es importante indagar las razones por las cuales un trabajo se hace de una manera determinada y con unos componentes específicos, y como podría llegar a mejorarse (Gaither, N. Greg, F.1999).

Una de las técnicas principales para reducir la cantidad de trabajo, principalmente con la eliminación de movimientos innecesarios de material y personal, es el estudio de métodos que se define como “el registro y examen crítico y sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras” (OIT. 1998)<sup>3</sup>.

Con esto se quiere decir, que el estudio de métodos permite seleccionar aquellas actividades dentro de un proceso que están presentando falencias con el fin de analizar, estudiar y proponer propuestas de mejoras para escoger aquella que se adecue a la necesidad presente. También cabe resaltar que el estudio de métodos permite un mejoramiento continuo de las actividades de la empresa, siempre en busca de un cumplimiento más efectivo de las mismas.

---

<sup>3</sup> OIT (Oficina internacional del Trabajo). Introducción al Estudio del Trabajo. Cuarta edición revisada. Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 77.

Las etapas principales del estudio de métodos son la selección del trabajo que se va a estudiar, el registro de todos los hechos relacionados con dicho trabajo, un examen y un análisis del modo en que se está realizando dicho trabajo, establecer posibles soluciones de mejora, evaluar dichas soluciones, definir el nuevo método de realizar las actividades presentándolo clara y precisamente a las personas competentes, implantarlo y controlar su aplicación.

#### **4.2.3 Objetivos del estudio de métodos**

El estudio de métodos persigue diversos propósitos, los más importantes son (García, R. 1996).

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, taller, equipo, y lugar de trabajo.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra.
- Aumentar la seguridad.
- Crear mejores condiciones de trabajo.
- Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo.

#### **4.2.4 Niveles del estudio de métodos**

Los estudios de métodos deben ser considerados de dos niveles (Meyers, F.2000).

- Estudios de macro movimientos (vista panorámica): corresponde a los aspectos generales y las operaciones de una planta o de una línea de productos, como operaciones, inspecciones, transportes, detenciones o demoras y almacenamiento. Se manejan cuatro técnicas que ayudan a estudiar el flujo general de una planta o un producto: diagrama de flujo, hoja de operaciones, diagrama de proceso y diagrama de flujo de proceso.
- Estudios de micro movimientos: es en este en el que se invierte mayor tiempo y el más conocido, este estudio examina el segmento más pequeño de cada trabajo y efectúa modificaciones de ese nivel, con el fin de desglosar el trabajo en movimientos como alcanzar, mover, tomar, colocar y alinear, y medir los tiempos en milésimas de minuto (0.001 minutos). Se manejan algunas técnicas para el estudio de estas como diagrama de análisis de operaciones, diagrama de operador y máquina, diagrama de equipos, diagrama multimáquina, diseño de las estaciones de trabajo.

#### **4.2.5 Medición del trabajo**

La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida (García, R. 1996).

#### 4.2.6 Objetivos de la medición del trabajo

Dos son los objetivos que podemos satisfacer con la medición del trabajo (García, R. 1996).

- Incrementar la eficiencia del trabajo.
- Proporcionar estándares de tiempo que sirvan de información a otros sistemas de la empresa, como el de los costos de programación, supervisión, etcétera.

Hoy día en las empresas se observa que además de aquellos factores que conforman los costos industriales, se ha notado que además de la materia prima y los gastos de fabricación, juega un papel muy importante el costo de la mano de obra, directa o indirecta. Al mismo tiempo que sufre la influencia de la mano de obra, el supervisor siente la necesidad de saber si está empleando de manera eficiente el esfuerzo de los operadores, si cada una de las operaciones realizadas por estos es ejecutada en el tiempo correcto y si la administración se apoya en bases sólidas para elaborar los programas de producción, cimentar sistemas de incentivos, etcétera (García, R. 1996).

Para el desarrollo de la medición del trabajo se pueden emplear varias técnicas como son las siguientes:

- Por estimación de datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Por descomposición en micro movimientos de tiempos predeterminados (MTM, MODAPTS, técnica MOST).
- Métodos de las observaciones instantáneas (muestreo de trabajo).
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

#### **4.2.7 Estudio de tiempos**

La productividad de una mano de obra se verá directamente afectada por el uso inadecuado de las herramientas, maquinarias y los métodos de trabajos utilizados en un trabajo, por ello de acuerdo al contenido de trabajo se define un método determinado y estándares de tiempos para cada tarea con el fin de tener un máximo rendimiento, proporcionar una clara justificación de las demoras inevitables, descansos personales y la fatiga del trabajador (Rios, M. 1995).

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (Kanawaty, G.1996).

En una empresa de producción siempre será necesario estar continuamente en mejoramiento continuo de sus procesos con el fin de aumentar la productividad de la misma, de tal forma se requiere que las actividades que conforman su proceso o sus procesos trabajen de una manera mancomunada, por lo que es necesario que no se generen estancamientos en la línea de producción a causa de aspectos como cuellos de botella, fatiga, movimientos y actividades innecesarias, por estas razones se hace necesario en las empresa tener la posibilidad de aplicar un estudio de tiempos a fin de minimizar cada una las causas que entorpecen el proceso como tal.

Un estudio de tiempos con cronometro se lleva a cabo cuando (García, R. 1996).

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo que insume una operación.

- Surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna maquina o grupo de máquinas.

#### **4.2.8 Metodología 5w+2h**

La mejora de los procesos La 5W+H es una metodología de análisis empresarial que consiste en contestar seis preguntas básicas: qué (WHAT), por qué (WHY), cuándo (WHEN), dónde (WHERE), quién (WHO) y cómo (HOW). Esta regla creada por Lasswell (1979) puede considerarse como una lista de verificación mediante la cual es posible generar estrategias para implementar una mejora. (Trías, M. 2011).

### **4.3 MARCO CONCEPTUAL**

#### **4.3.1 Métodos y tiempo**

El estudio de los métodos de trabajo y la medición de sus tiempos es una técnica de organización básica utilizada para multitud de aplicaciones. A través de esta técnica se pueden descubrir carencias que de otra forma es difícil detectar.

#### **4.3.2 Línea de producción**

Conjunto armonizado de diversos subsistemas, todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar, materia prima en otros productos.

### **4.3.3 Estudio de movimientos**

Es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción.

### **4.3.4 Puesto de trabajo**

Es la parte del área de producción establecida a cada obrero o brigada, y dotada de los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso productivo.

### **4.3.5 Herramienta**

Es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía.

### **4.3.6 Máquina**

Conjunto de elementos móviles y fijos capaces de efectuar un trabajo o de llevar a cabo una función, ya sea dirigido por un operador, o de forma autónoma (Palacios. L. 2014).

### **4.3.7 Lay-out**

Ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa (García. F. 2008).

#### **4.3.8 Productividad**

Relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados (Figuera, P. 2000).

#### **4.3.9 Optimización**

Proceso en el que se busca la mejor manera de realizar una actividad. La optimización suele soportarse en métodos analíticos reconocidos cuando el objetivo es elegir la mejor combinación de factores de un sistema de producción.

#### **4.3.10 Tiempos tipo**

Es el tiempo en el cual un operario o trabajador necesita para realizar dicha labor a paso normal, en vista de los suplementos por fatiga, retraso y necesidades personales (Gómez, A. 2006).

#### **4.3.11 Suplementos**

Valores de referencia que se aplican a una actividad bajo unas condiciones de trabajo (Quesada, M. 2007).

## 5 DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo de este proyecto de investigación estaba basado en el método inductivo, ya que este método científico ayuda a tener ciertas conclusiones a partir de premisas particulares, y el cual se caracteriza por cuatro etapas que son; observación y registro de todos los hechos, el análisis y clasificación de los hechos, etapas que serán aplicadas una a una en el proyecto de investigación, de tal manera que se derivan hipótesis para dar solución a la situación problema de la empresa, y así poder proponer posibles soluciones.

Para el desarrollo de la investigación se llevaron a cabo las siguientes fases:

- Se procede a realizar un diagnóstico general de la empresa, el cual inicia con varias visitas a fin de recolectar información acerca de la situación actual de la empresa en cuanto a aspectos tales como; infraestructura, recurso humano, procesos, materia prima, maquinaria y medio ambiente.
- Determinación del área como objeto de estudio, que en este caso son los departamentos de corte y ensamble pertenecientes al área de producción, y analizar la información recolectada a partir de lluvia de ideas y diagramas de causa efecto, con el fin de lograr identificar causas puntuales de la problemática que se viene generando en la fabricación de productos no conformes y demoras en los procesos.
- Por último se realiza un estudio de métodos y tiempos, cuyo fin es lograr establecer estándares de tiempo para las operaciones que se realizan en los departamentos de corte y ensamble, utilizando diagramas que ayudan al fácil análisis de los procesos, de los cuales serán aplicados los siguientes:

Diagrama de Operaciones

Diagrama de Flujo de Procesos

Diagrama de Recorridos

Cursograma Analítico de Procesos

Con base en estos diagramas se analizan como se dan los procesos en la actualidad y a partir de ahí se plantean propuestas de mejora que de una u otra manera ayudará a aumentar la productividad de la empresa mediante la aplicación de nuevos métodos de trabajo y establecer un plan de mejora para lograr aumentar la eficiencia en la empresa.

## **5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El desarrollo del proyecto de investigación está basado en el método descriptivo debido a que se evalúan características del departamento de corte y ensamble del área de producción para conocer la situación particular de los mismos, de tal modo que se puedan reunir ciertos datos relacionados con estos departamentos que nos ayuden a identificar las falencias más comunes en un proceso de producción como por ejemplo : tiempos ociosos, cuellos de botella, desperdicio de materia materiales, entre otros.

## **5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población que será estudiada en el proyecto de investigación está centrada en empresas del sector de manufactura, que de alguna u otra manera siempre tienden a la necesidad de mejorar cada día sus procesos con el fin de disminuir costos y aumentar las utilidades.

Para este proyecto de investigación se tomó como muestra la empresa ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE, ubicada en la ciudad de Cartagena para ser más exacto en el barrio el Carmelo Crr71 Mz6 Lote 9.

### **5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Fuentes Primarias: La información necesaria para el estudio de la situación problema de la empresa se obtendrá directamente de los empleados, jefe de producción y gerente general de la empresa bajo la aplicación de una lista de chequeo.

Fuentes Secundarias: Información adicional por medio de libros virtuales y publicaciones relacionadas al área de estudio.

### **5.4 TÉCNICAS DE ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

- Lista de chequeo.
- Diagrama de operaciones y de flujo.
- Diagrama de recorrido.
- Cursograma analítico.

## **6 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

### **6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA**

Aluminios y Arquividrios del Caribe es una empresa del sector manufacturero dedicada a la fabricación de productos en vidrios y aluminios (puertas y ventanas), de los cuales la mayor demanda se centra en la producción de ventanas de referencias 50-20, 744,80-25,70-39 y proyectantes.

Actualmente las ventanas de referencia 744 es el producto más demandado por los clientes debido a que es una ventana de medidas entre 1,50 metros de altura y 1,50 metros de ancho, utilizadas para fachadas principales y como divisionales.

A continuación se describen aspectos importantes de la empresa como lo son; la ubicación, historia, planeación estratégica, caracterización del recurso humano, productos a ofrecer, distribución y sus procesos, con la finalidad de conocer de lleno la empresa y así tener claridad en el objeto de estudio (área de corte y ensamble de la empresa).

### **6.2 UBICACIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe se encuentra ubicada en el barrio el Carmelo Crr71 Mz6 (Ver figura 2).

Figura 2. Mapa de la ubicación exacta de Aluminios y Arquividrios del Caribe.



Fuente: Google maps.

La empresa cuenta con unas excelentes instalaciones y se encuentra ubicada en un lugar estratégico de Cartagena (Ver figura 3).

Figura 3. Fotografía de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe.



Fuente: Google maps.

### 6.2.1 Reseña histórica

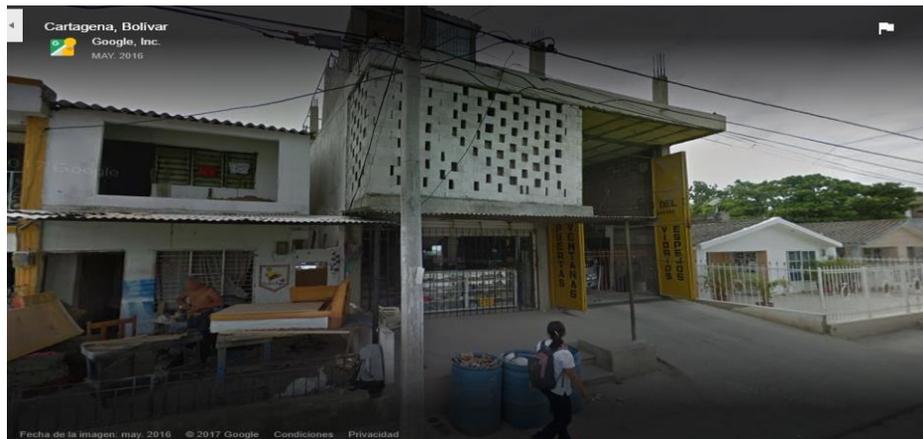
Aluminios y Arquividrios del Caribe es una empresa ubicada en la ciudad de Cartagena de Indias, que posee una trayectoria comercial con más de 10 años de experiencia en la fabricación de productos de aluminio y vidrio (puertas y ventanas), como también el mantenimiento general de las mismas. La empresa se ha

caracterizado por aplicar altos criterios de calidad, así como también contar un personal altamente caracterizado, atención personalizada y servicio ágil.

Gracias a la gran demanda que ha tenido la empresa en los últimos años, Aluminios y Arquividrios del Caribe se vio en la necesidad de aumentar su capacidad instalada por lo cual se hizo necesario en el mes de Julio de 2016, cambiar su instalación a un lugar más amplio donde pudiera suplir por completo la demanda requerida por el mercado (Ver figura 4).

A continuación, se muestra una foto de la empresa en el mes de mayo del año 2016, en la que se observa cómo eran las instalaciones en ese entonces, y por otro lado se muestra de igual manera la foto de como al paso de que la empresa estaba en funcionamiento también se iba construyendo su nueva instalación aproximadamente a dos kilómetros de distancia de la misma (Ver figura 5).

Figura 4. Fotografía de las instalaciones de Aluminios y Arquividrios del Caribe en el mes de mayo del año 2016.



Fuente: Google maps.

Figura 5. Fotografía de Aluminios y Arquividrios del Caribe en el mes de mayo del año 2016, construcción de nueva sede.



Fuente: Google maps.

### 6.2.2 Misión

Somos una compañía vanguardista líder en la fabricación, comercialización y distribución de todo tipo de vidrio y aluminio arquitectónico para la construcción y la industria, satisfaciendo las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, prestándoles nuestros servicios con altos estándares de calidad.

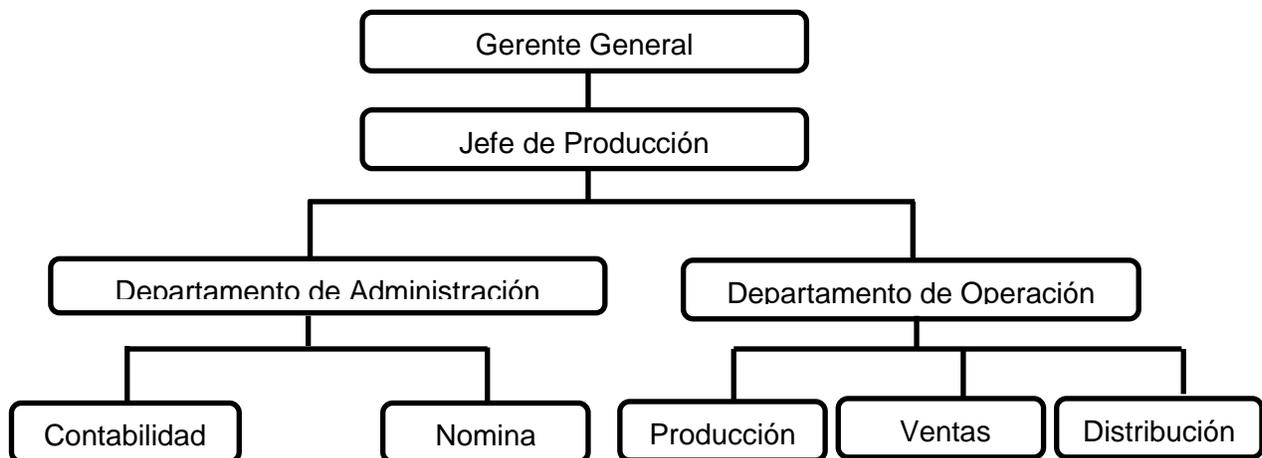
### 6.2.3 Visión

ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE será una empresa reconocida para el año 2.022, distinguida y renombrada en el mercado del vidrio y aluminio arquitectónico, poniendo en las manos de sus clientes productos y servicios diseñados a la medida de sus necesidades, la calidad, el buen servicio y el respaldo serán nuestro mayor activo.

#### 6.2.4 Caracterización del recurso humano

ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS, tiene una estructura organizacional de la siguiente forma; cuenta con un gerente general, que tiene a su cargo un jefe de producción, el cual a su vez está en cargo de las áreas de administración y operación de la empresa, claro junto con el gerente general pues debido a que la empresa no es de gran tamaño las decisiones tomadas se ejecutan partiendo de la máxima autoridad que es el gerente general, a continuación se ilustra por medio de un organigrama la estructura organizacional de la compañía (Ver figura 6).

Figura 6. Organigrama de Aluminios y Arquividrios del Caribe.



Fuente: Elaboración propia.

#### 6.2.5 Productos y/o servicios

Debido a que Aluminios y Arquividrios del Caribe es una empresa de fabricación que trabaja bajo órdenes de producción previamente establecidas, como tal no hay un portafolio de productos totalmente definido para ofrecer a los clientes, pero si existen productos como las ventanas que están referenciadas según su tamaño y utilización como se logra apreciar a continuación en la siguiente tabla (ver tabla 5):

Tabla 5. Referencias de ventanas.

REFERENCIA	CARACTERÍSTICAS
<b>50-20</b>	Son ventanas sencillas que oscilan entre 1 metro a 1,20 metros, tanto en el ancho como en la altura.
<b>744</b>	Ventanas de medidas entre 1,50 metros de altura y 1,50 metros de ancho, principalmente se usan para fachadas principales, ventanas divisionales.
<b>80-25</b>	Ventas de 1,50 de ancho máximo hasta 3 metros de ancho, y de altura hasta 2,20 metros.
<b>70-38</b>	Para fabricar ventanas de 1,50 metros de ancho hasta 5 metros de ancho, y de altura 2,50 metros.
<b>Proyectantes</b>	Son ventanas tipo apartamento de acuerdo a la fachada de la obra o la construcción. Estas ventanas no se pueden hacer muy grandes debido a que abren hacia arriba o hacia abajo, o también a los lados.

Fuente: Elaboración propia.

Y en cuanto a la fabricación de puertas no hay referencias establecidas sólo se trabaja bajo las medidas que facilita el cliente para adquirir su producto.

Es muy importante resaltar que la empresa también tiene la facilidad de prestar servicios de mantenimiento de puertas y ventanas obviamente fabricadas en material de aluminio.

## 6.3 DISTRIBUCIÓN Y PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN

### 6.3.1 Distribución de la planta

Antes de definir cada uno de los pasos necesarios en el proceso de producción en la empresa ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE, se debe tener presente la distribución de la empresa la cual está compuesta por dos pisos:

- **Características del Primer Piso**

En el primer piso de la empresa se encuentra ubicado:

- **Departamento de ventas y centro de despacho:** En esta área de la empresa se maneja todo lo relacionado con la venta a clientes externos de materiales necesarios para la fabricación de puertas y ventanas en aluminio, como también funciona como una bodega que suministra materiales de igual manera a los clientes internos de la empresa para cumplir con las ordenes de producción. Muy cercano al departamento de ventas, al lado se encuentra el centro de despacho donde después de ya haber cumplido con alguna orden de producción se transportan los productos a sitios destinados por los clientes para su posterior instalación ya sea de puertas o ventanas en material de aluminio (Ver figura 7).

Figura 7. Fotografía de los departamentos de venta y despacho.



Fuente: Elaboración propia.

- **Área de vidrieros:** Lugar donde se da el proceso de corte de vidrio y espejos que sean necesarios para x orden de producción que en el momento este corriendo. Es el área más grande de la empresa, ya que ocupa casi todo el espacio del primer piso debido al tamaño de los vidrios como se nota al fondo de la imagen, la mesa donde son cortados los vidrios tiene una medida de 3 metros de ancho por 4 de largo y esta forrada por una tela especial para el proceso de corte de vidrios. Son dos mesas como la que se presencia en la imagen con las que cuenta la empresa, ambas poseen las mismas medidas y en cada mesa se encuentra un operador de corte al que se le es llamado vidriero (Ver figura 8).

Figura 8. Fotografía del área de vidrieros.



Fuente: Elaboración propia.

- **Corte:** en esta área se da todo lo relacionado con los pequeños cortes de los marcos y hojas necesarias para el ensamblado de ventanas o puertas. Se cuenta con una acolilladora que es la maquina principal y la única disponible para el proceso de corte (Ver figura 9).

Figura 9. Área de corte de perfilería.



Fuente: Elaboración propia.

- **Ensamble:** Inmediatamente se cortan todas aquellas piezas necesarias para la producción de x producto se procede a transportar el material a esta pequeña área donde comienza el proceso de ensamble (Ver figura 10).

Figura 10. Puesto de trabajo para ensamblado.



Fuente: Elaboración propia.

- **Características del segundo piso**

En el segundo piso de la empresa se encuentra ubicado:

- **Almacén de materia prima (Perfiles):** En esta parte de la empresa se encuentra almacenado lo siguiente: marco superior e inferior, marco lateral, hoja lateral, hoja central, hoja superior y hoja inferior. Cabe decir que la utilización de este tipo de materiales depende de las referencias del tipo de ventanas que se determinan por la altura y el ancho (Ver figura 11).

Figura 11. Bodega de perfiles.



Fuente: Elaboración propia.

- **Oficina de Gerencia:** Oficina que está ubicada a mano derecha subiendo las escaleras a mano derecha como lo muestra la fotografía, es la oficina del gerente general de la empresa, donde también comparte espacio con el jefe de producción y el SISO (Ver figura 12).

Figura 12. Oficina del gerente general.

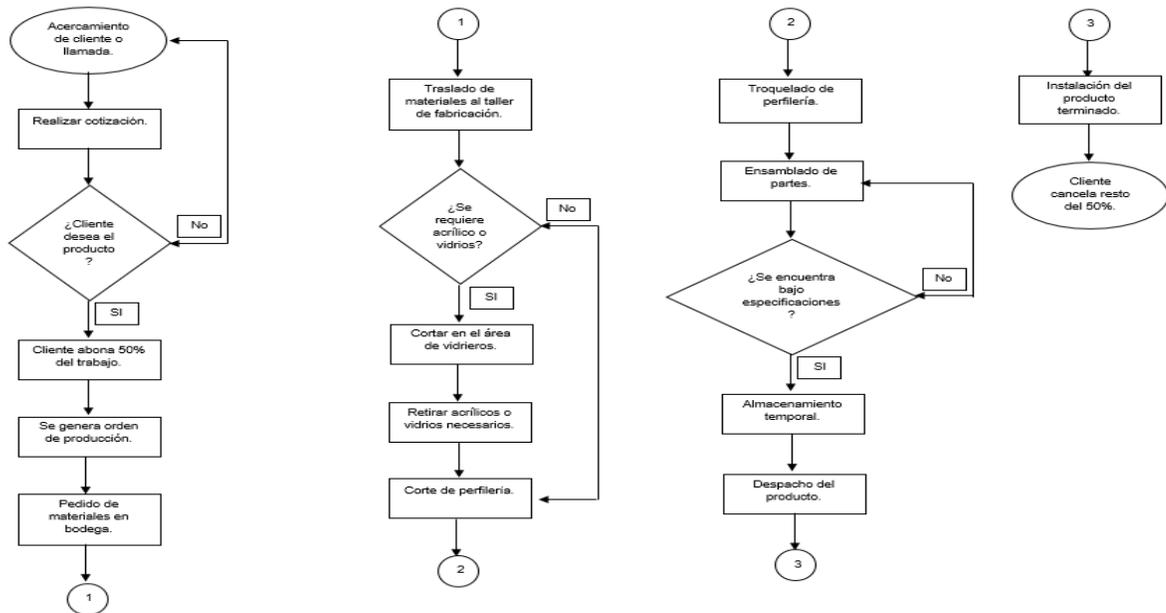


Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.2 Proceso general de producción

A continuación, se describe un breve paso a paso del proceso de producción que se da en la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe pero de manera general, debido a que los productos que la empresa ofrece son a la necesidad requerida por el cliente por lo cual no existe un estándar de procesos para productos en específico (Ver figura 13).

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso general de producción.



Fuente: Elaboración propia.

## 7 DESARROLLO Y DISCUSION

### 7.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para conocer la situación actual de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe fue necesario realizar un diagnóstico general de la empresa a partir de una lista de chequeo que nos permitió evidenciar las fortalezas y debilidades de la empresa en cuanto a los procesos que se dan dentro de las instalaciones, punto inicial para definir y priorizar acciones de mejoramiento.

La lista de chequeo que muestra a continuación, fue diseñada bajo la metodología 6M (materiales, mano de obra, medida, método, maquinaria y medio ambiente). Esta lista se utiliza como herramienta práctica para realizar el diagnóstico de los procesos de la empresa. En la lista de chequeo aparecen varias columnas, de las principales se tiene en cuenta una donde se describen los procesos, seguida de ella una con la letra C que indica que cumple, la siguiente las letras NC que indica no cumple y por última una que indica las observaciones pertinentes si el proceso no cumple. Las columnas con la letra C y NC se marcan con una X dependiendo a las consideraciones observadas durante los procesos (Ver tabla 6).

Tabla 6. Indicaciones de Check list 6M.

CHECK LIST	
GUÍA 6M MANUFACTURA	
Empresa:	Aluminios y Arquividrios del Caribe
Dirección:	Barrio el Carmelo Crr 71 Mz6 lote
Realizado por:	Laura Milena Aguilar Olascoaga
	Arnaldo José Rivas Cabeza
Fecha de evaluación:	4 de septiembre 2017
C	Cumple
NC	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

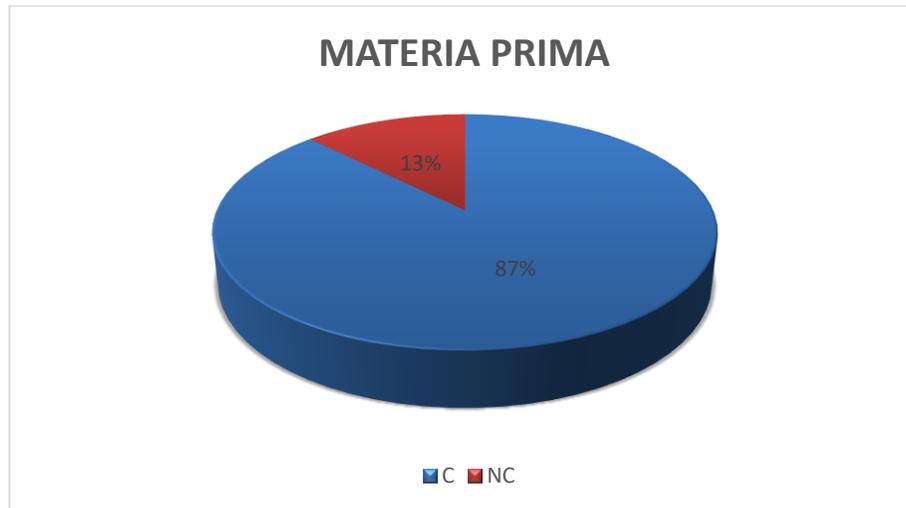
Tabla 7. Check list de materia prima.

I	PROCESOS - MATERIA PRIMA	C	NC	OBSERVACIONES
1	¿Existen mecanismos previstos para los procesos de compra (Existe un jefe de compras)?, ¿Se realiza orden de compra basada en los pedidos que hace el Jefe de producción?	X		
2	¿Existe una base de datos de proveedores?	X		
3	¿A cómo se compra?, ¿Se buscan descuentos por volumen, pronto pago, etcétera?	X		
4	¿Existe un Jefe de Almacén que reciba los materiales?	X		
5	¿Cómo recibe los materiales?, ¿Se revisa que el pedido concuerde con la orden de compra en cuanto a cantidades, precios, calidad y entrega oportuna?	X		
6	¿Lleva registro de los materiales?, ¿Existe un Kardéx manual o en computador?	X		
7	¿Existe algún sistema o proceso que registra la llegada de los materiales? (Estándar, Uep's, Pep's, promedio ponderado, entre otros).	X		
8	¿Se hace registro de la llegada de los materiales?	X		

9	¿Existen políticas de control de inventarios?, ¿Se mencionan fechas de cada cuánto hacen inventario físico?		X	No se tienen establecidas fechas durante el año para realizar un inventario físico general de la empresa.
10	¿Cómo se controlan los materiales? Se verifica si los materiales están correctamente almacenados y si de igual forma hay orden en el almacén.	X		
11	¿Cómo almacenan los materiales? ¿Existen estibas, estantes, dispositivos para el almacenamiento adecuado de los materiales?	X		
12	¿El sitio de almacenamiento es adecuado al tipo de material?	X		
13	¿Los materiales están dispuestos en sitios con fácil acceso?	X		
14	¿Se cuenta con medios para movilizar los materiales pesados?	X		
15	¿Existen políticas para la entrega de materiales?	X		
16	¿Existen procesos que muestra a quién se reporta la entrega de materiales?		X	Los materiales que son requeridos por cada orden de producción son recibidos por cualquier operador, de manera que no se lleva ningún control del recibido.

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Porcentaje de Cumplimiento del diagnóstico de materia prima.



. Fuente: Elaboración propia.

Está claramente evidenciado según el check list de materia prima y arrojando por consiguiente el anterior resultado de acuerdo a los porcentajes obtenidos se logra determinar que la empresa en cuanto a materia prima solo está presentando falencias en la realización de inventarios programados para tener realmente claro que el material físico concuerde Kardex, debido a que cuando corre una orden de producción no existe un proceso para reportar quién se le entrega los materiales necesarios para el trabajo.

Tabla 8. Check list de la mano de obra.

II	PROCESOS - MANO DE OBRA	C	NC	OBSERVACIONES
1	¿Existen mecanismos para reclutar personal?	X		
2	¿Se informa periódicamente sobre los procesos de reclutamiento?		X	En la empresa no existen informes donde se establezcan las contrataciones que se van a realizar.

3	¿Existen políticas de reclutamiento?		X	Las políticas de contratación que se debe llevar en esta empresa deben ir enfocada a las capacidades y experiencia que tenga el personal, ya que lo hacen por recomendaciones lo cual no debe ser de esa manera.
4	¿Existe una lista de candidatos?		X	La empresa debería definir las características del puesto de trabajo, y así de esa manera establecer una lista de candidatos que cumplan con dichos requerimientos.
5	¿Existe una instancia encargada de la selección de personal? (Sino existe un departamento de recursos humanos, ¿Está estipulado quién lo hace?).		X	
6	¿Existen procesos previstos para hacer la selección de personal?		X	El área debe manejar una categorización de cargos a la hora de escoger personal.
7	¿Se llevan registro de las actividades de la selección?		X	Desde el primer momento en que ingrese personal nuevo a la planta debe quedar evidencia de las entrevistas y capacitaciones realizadas por la empresa.

8	¿Existen mecanismos para reportar los procesos de selección de personal?		X	Para la selección de personal se deben llevar una serie de procedimientos que debe cumplir el grupo escogido a la hora de ingresar a la empresa.
9	¿Existe una escala de salarios definida y clara?		X	Los salarios que se manejan en la empresa se dan de acuerdo al desempeño de la persona y no según el cargo que tienen.
10	¿Están determinados los tipos de contratos que se utilizan para la contratación del personal?	X		
11	¿Existen procesos determinados para la inducción del nuevo personal?	X		
12	¿Se realizan capacitaciones de manera periódica en la empresa, y existen mecanismos para hacerlas?		X	Deberían programar capacitaciones en la empresa, tanto para el personal antiguo como el que ingresa, en cuanto a los procesos que se dan dentro de sus instalaciones, para que de esta manera el personal de trabajo conozca en lo más mínimo la empresa.
13	¿Existe un control de la salida y llegada tanto del personal operativo como el administrativo?	X		

14	¿Existe una plena asignación del personal operativo a los distintos trabajos?		X	No existe una asignación de los puestos de trabajo y no están completamente definidos, por lo que los operarios cumplen varias funciones, y no se especifican en las que realmente les toca.
15	¿Existen políticas de control de personal en el área administrativa y/o operativa?	X		
16	¿Se hace control del personal operativo en cuanto a las tareas por ejecutar?	X		
17	¿Existe un departamento de nómina?	X		
18	¿Existen mecanismos de control para realizar la liquidación de la mano de obra?	X		
19	¿Se lleva registro de los pagos en forma individual?	X		
20	¿Se cumple con los requisitos legales en cuanto a las provisiones para las prestaciones sociales?	X		
21	¿Existen políticas sobre salarios, prestaciones sociales, bonificaciones, etc...?	X		
22	¿Existen políticas para la distribución de la mano de obra entre administración y producción?		X	En este caso el Gerente General debería asignar a cada puesto de trabajo la persona idónea para ese cargo, de tal manera que cumpla con requisitos que exige el puesto.

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de la mano de obra.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la mano de obra el porcentaje arrojado por el check list aplicado se evidencia sin duda alguna que la empresa presenta resultados no muy favorables a raíz de que principalmente no se cuenta con un área de recursos humanos bien definida que pueda dar manejo constante a las actividades relacionadas con el recurso humano de la empresa.

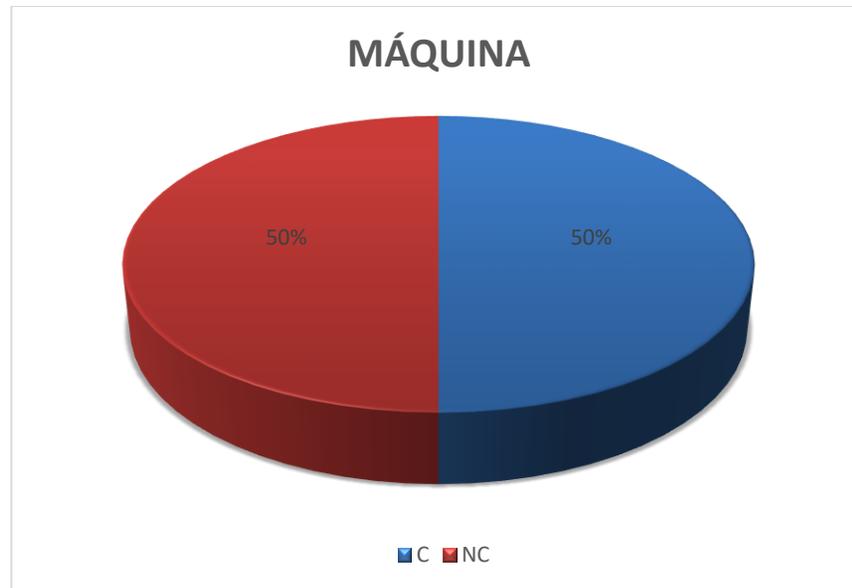
Tabla 9. Check lis de máquinas y herramientas.

III	PROCESOS – MÁQUINA	C	NC	OBSERVACIONES
1	¿La distribución de la planta se hizo con previos estudios detallados?	X		
2	¿La ubicación de la maquinaria está de acuerdo al proceso productivo empleado por la empresa (por pedido, por línea de producción, por proceso, por proyecto)?	X		

3	¿La maquinaria tiene espacios suficientes para su funcionamiento y para la ubicación de la materia prima?		X	Sólo el área de los vidrieros cuenta con espacios suficientes para el desarrollo de sus funciones (corte).
4	¿La maquinaria cuenta con espacios adecuados para ubicar el producto en proceso?		X	El espacio para los productos en proceso no es suficiente, por lo cual en momentos se generan cuellos de botella que entorpecen el proceso de producción.
5	¿La maquinaria cuenta con elementos de protección que eviten accidentes al operario?	X		
6	¿El sitio donde está la maquinaria cuenta con ventilación e iluminación suficiente?		X	En cuanto al taller de fabricación, no se cuenta con la suficiente ventilación.
7	¿Existen programas de mantenimiento para la maquinaria?		X	No se maneja ningún tipo de mantenimiento para la maquinaria, sólo lo hacen los operarios al momento que se presentan fallas, se da un mantenimiento correctivo.
8	¿Qué tipo de programa es? (correctivo, preventivo o predictivo).	X		
9	¿Se cuenta con repuestos adecuados y a tiempo?		X	El jefe de producción debe dotar a las respectivas áreas de trabajo con las herramientas y repuestos de las máquinas utilizadas.
10	¿Se cuenta con personal capacitado para el mantenimiento?	X		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de la maquinaria.



Fuente: Elaboración propia.

En lo que concierne a la maquinaria de la empresa debido a que Aluminios y Arquividrios del Caribe es una empresa manufacturera dedicada a la fabricación de ventanas y puertas en material de aluminios, la maquinaria utilizada no implica grandes mantenimientos o espacios amplios a utilizar, son máquinas pequeñas como por ejemplo en el taller de producción donde se dan las actividades de corte y ensamble se cuenta con una acolilladora, el problema radica en que los espacios de trabajo que son pequeños y por esta causa se acumulan productos en proceso en ocasiones, y las herramientas que se utilizan a simple vista no tienen definidos un lugar fijo para su fácil obtención a la hora de empezar una actividad.

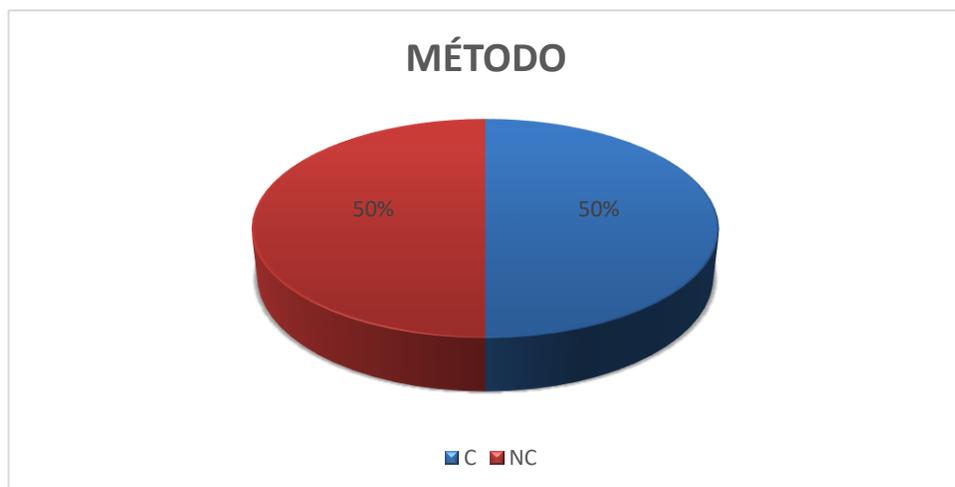
Tabla 10. Check list de método.

IV	PROCESOS - MÉTODO	C	NC	OBSERVACIONES
1	¿El proceso productivo está diseñado y diagramado?		X	No existen ningún tipo de procedimientos documentados para los de producción que se dan en la empresa.
2	¿Existe un documento u orden de producción que permite dar inicio al proceso productivo?	X		
3	¿Existen supervisores de producción?	X		
4	¿Se lleva un control de la producción por jornada de trabajo?		X	No hay control debido a que el operador durante una jornada de trabajo no alcanza a cumplir con las tareas establecidas por tanto tiempo de ocioso que maneja, aun teniendo la obligación de cumplir con un plan de producción.
5	¿El proceso productivo está dividido en operaciones identificables?		X	Las operaciones no están claramente identificables, las actividades se realizan dependiendo como considere el operador.
6	¿Las operaciones del proceso productivo siguen una secuencia lógica? Es decir, no presentan reprocesos.		X	En ocasiones los cortes que se realizan por parte de los vidrieros, o personal que corta los perfiles no son acorde a lo establecido por lo que se generan reproceso y por ende desperdicio de materia prima.

7	¿Los métodos de trabajo están estandarizados?		X	Los trabajos a ejecutar se realizan de acuerdo al conocimiento a posteriori de los operarios.
8	¿Se lleva un control de cada una de las operaciones del proceso productivo?		X	El jefe de producción no está cien por ciento al tanto de las operaciones que se realizan a lo largo del proceso de producción.
9	¿Se realiza un control total de la calidad en el proceso productivo?	X		
10	¿La programación de la producción se hace en base a pedidos reales?	X		
11	¿La producción se programa a corto o largo plazo?	X		
12	¿La programación de la producción sirve para programar las necesidades de material y mano de obra?	X		

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de métodos.



Fuente: Elaboración propia.

Aquí solo cabe resaltar que la empresa no posee ningún tipo de procedimientos establecidos para la ejecución de los trabajos, no se encuentran documentados, los métodos de trabajo no están estandarizados por lo que sencillamente es difícil programar la producción de ciertos productos a raíz de lo anteriormente mencionado. También es necesario mencionar que los operadores no se dedican al cien por ciento a la ejecución de sus tareas en el tiempo establecido para poder cumplir con lo acordado debido a los tiempos ociosos que manejan.

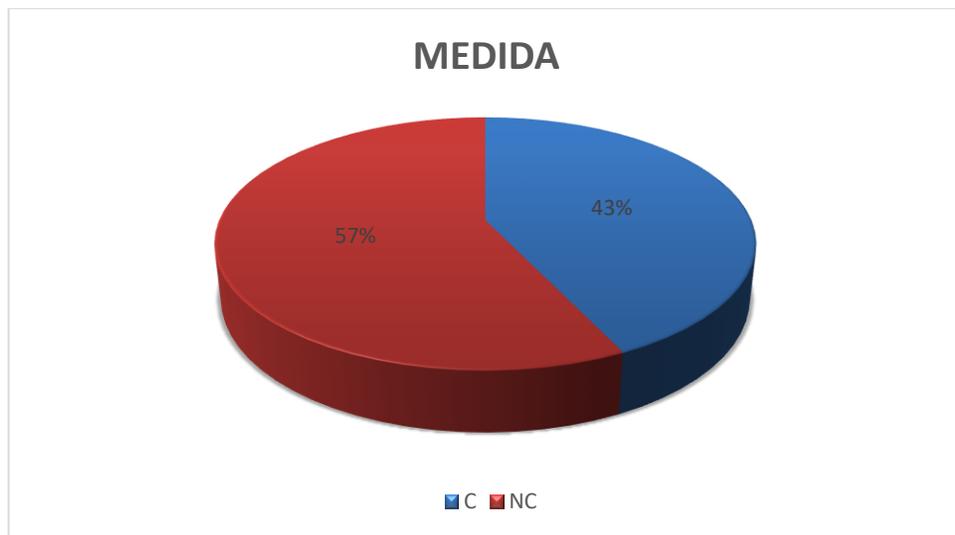
Tabla 11. Check list de medida.

V	PROCESOS – MÉDIDA	C	NC	OBSERVACIONES
1	¿Se utilizan instrumentos de medición en el proceso productivo?	X		
2	¿Los instrumentos de medición reciben continua calibración?	X		
3	¿Se controlan las mediciones o especificaciones?	X		
4	¿Existen manuales de funcionamiento para todos los equipos?		X	No hay manuales para el uso de la máquina como la acolilladora, solo se usan de acuerdo a la experiencia del operario.
5	¿Qué tipo de planeación se utiliza (estratégica, del producto, de la producción)?		X	La planeación se realiza de acuerdo a los pedidos recibidos por los clientes.
6	¿La empresa maneja un plan de producción?		X	Los programas de producción se realizan de acuerdo a la demanda exigida por el cliente (producción por pedidos).

7	¿Se cuenta con políticas que definan la forma de medir la productividad de la empresa?	X	El Jefe de Producción no tiene en cuenta este aspecto, sólo se basa en cumplir de una u otra manera las ordenes de producción.
---	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico de medida.



Fuente: Elaboración propia.

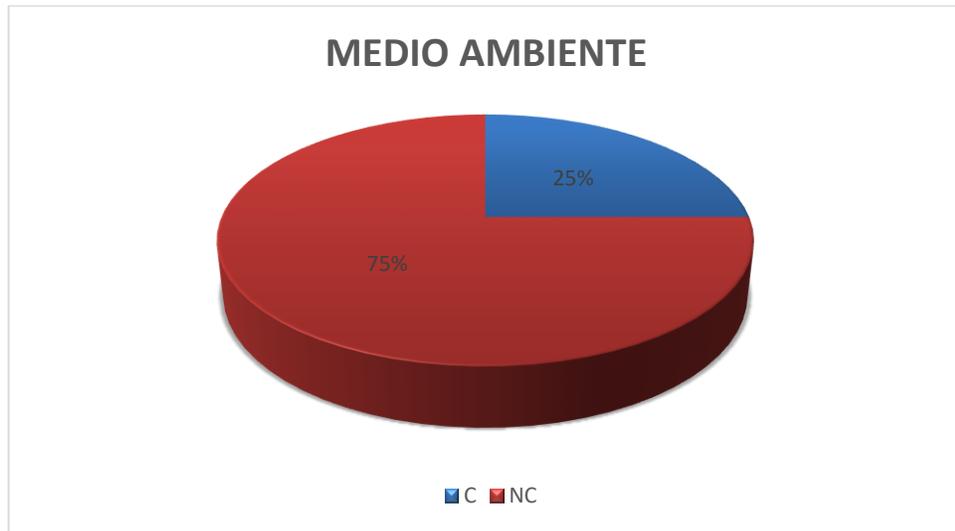
En la empresa por parte del gerente general y jefe de producción no existen indicadores que muestren la medición de la productividad, como también el lead time. Aluminios y Arquividrios del Caribe tiene la necesidad de documentar cada uno de sus procesos, definir métodos de trabajo y de esta manera estandarizarlos a fin de esta manera procurar medir el cumplimiento de la empresa de acuerdo a órdenes de producción pactadas entre proveedor-cliente, y que ya no sea de la manera tradicional que simplemente es acordar un lead time al parecer del jefe de producción, sino que ya tengan bases para así poder determinarlo.

Tabla 12. Check list de medio ambiente.

VI	PROCESOS - MEDIO AMBIENTE	C	NC	OBSERVACIONES
1	¿El ambiente de trabajo de cada una de las áreas del proceso de producción cuenta con condiciones óptimas?		X	Las condiciones en las que se encuentran los puestos de trabajo en ocasiones impiden el desarrollo continuo de las operaciones debido al desorden que se presenta.
2	¿Los trabajadores cuentan con protección adecuada para la realización de sus labores en el área de trabajo?	X		
3	¿Se cuenta con puntos de almacenamiento de residuos sólidos?		X	Los puntos de almacenamiento son improvisados por los operadores, más no tienen puntos establecidos para los distintos tipos de residuos generados a lo largo del proceso de producción.
4	¿Se lleva algún control sobre la materia prima desperdiciada en el proceso de producción?		X	No hay ningún control en la empresa en lo que respecta a la generación de todos los residuos sólidos.

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Porcentaje de cumplimiento de medio ambiente.



Fuente: Elaboración propia.

La mayor problemática en Aluminios y Arquividrios del Caribe se presenta en las instalaciones de la misma ya que hay mucho desorden en cada una de las áreas donde se ejecutan las actividades que conforman el proceso de producción, el manejo de los residuos sólidos no es el adecuado de igual manera. No tener un ambiente de trabajo sano y en óptimas condiciones en ocasiones casusa accidentes o incidentes laborales, también retrasa las actividades y por consiguiente el incumplimiento de trabajos.

### **Análisis general:**

Mediante la lista de chequeo anteriormente realizada la cual fue diseñada bajo la metodología 6M, se concluye que en cuanto a la situación actual de la empresa que en lo relacionado a la materia prima existe un control sobresaliente de los inventarios, los únicos aspectos a mejorar es que la empresa no cuenta con fechas estipuladas durante el año para realizar un inventario físico (inventario de control) de todo el almacén a fin de conocer y llevar control cobre los materiales con que cuenta la compañía.

En lo referente a la mano de obra, se obtuvieron ciertos resultados que no son muy favorables para la empresa empezando con que no se cuenta con un departamento de recursos humanos definido, no existen políticas de reclutamiento de personal, no existen procesos previstos para la selección del personal idóneo de acuerdo a las vacantes que pueden llegarse a presentar en la planta, no existe una escala de salario por lo cual la remuneración se hace dependiendo del desempeño del trabajador y no por el perfil que maneja y por ultimo no existe una asignación clara para cada uno de los operadores de la empresa.

En cuanto a la maquinaria se notó que por lo menos en los procesos donde se lleva a cabo las operaciones de corte y ensamble no se cuenta con espacio suficiente para almacenar el producto en proceso, así como también no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas que en el proceso se utilizan.

En Aluminios y Arquividrios del Caribe el proceso de producción que se da para la fabricación de los diferentes productos que ofrecen no está diagramado, lo cual conlleva a que los métodos utilizados para cumplir con la finalidad de toda empresa que es el aumento de la productividad no estén estandarizados. Por otro lado, el Jefe de Producción no se encuentra cien por ciento al tanto de todas y cada una de las operaciones que se dan durante el proceso de producción, generando así que en algunas ocasiones los operarios no estén comprometidos con el desarrollo de las órdenes de producción.

Debido a que la empresa no cuenta con la estandarización sus procesos se han venido presentando falencias en el cumplimiento de órdenes de producción en cuanto a tiempo, ya que proveedor-cliente pactan una fecha de entrega para ciertos productos requeridos, pero el proveedor que en este caso es la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe determina el tiempo de respuesta a esa necesidad sin pensar en la capacidad de producción de la planta.

Y por último las condiciones de cada uno de los puestos de trabajo no son óptimas, debido a que se presenta mucho desorden en las áreas donde se desarrollan las operaciones, como tampoco se cuenta con puntos para almacenamiento de residuos sólidos.

### **7.1.1 Análisis área de estudio**

Para el análisis a realizar y posterior tabulación al área a estudiar se debe tener en cuenta aquellos factores y condiciones de trabajo que influyen en la ejecución de las actividades pertenecientes al proceso de producción, pero en este caso más exactamente a las tareas relacionadas con el área de corte y ensamble de la empresa.

También se hace necesario tener conocimiento de las principales causas que intervienen en la demora de entrega de productos terminados por parte del área de corte y ensamble, para esto se realiza un diagrama de Ishikawa (espina de pescado) y de igual manera un diagrama de Pareto, con el fin de empezar a tener presente cuáles serán las posibles soluciones para la problemática que se está evidenciando en la empresa.

### **7.1.2 Factores que intervienen en la ejecución de las actividades**

Las condiciones de trabajo son un factor muy importante en los procesos productivos debido que de ellos depende gran parte del rendimiento de los trabajadores en el desarrollo de dicha actividad o trabajo, se analizaran aspectos importantes que afectan el proceso (Fernandez, D. 2006).

- Iluminación.
- Acceso.
- Las condiciones atmosféricas.

- Las posturas de trabajo.
- El uso de energía muscular.
- Presión laboral.

Para tener conocimiento de la situación actual de las condiciones de trabajo en el área de corte y ensamble se hizo necesario aplicar un check list, del cual se obtuvieron los siguientes resultados a continuación (Ver tabla 13):

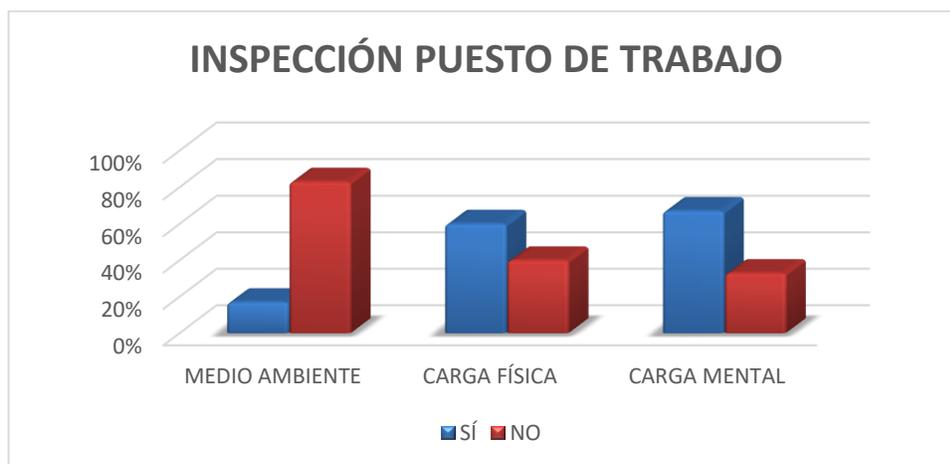
Tabla 13. Inspección del puesto de trabajo.

INSPECCIÓN PUESTO DE TRABAJO			
<b>CIUDAD Y FECHA:</b>	Cartagena de Indias - 07 de septiembre de 2017		
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b>	Aluminios y Arquividrios del Caribe		
<b>ÁREA DE INSPECCIÓN:</b>	Taller de Fabricación (corte y ensamble)		
<b>EVALUADO POR:</b>	Arnaldo José Rivas Cabeza		
<b>Se debe marcar con una X la respuesta a las preguntas que se realizan a continuación de acuerdo a los aspectos relacionados en el documento.</b>			
No.	ASPECTO A EVALUAR MEDIO AMBIENTE	SÍ	NO
1	¿Las herramientas de iluminación del área como lámparas, reflectores, bombillos se encuentran limpios y funcionando?	X	
2	¿Existen deslumbramientos en el área por exceso de luz?		X
3	¿Las herramientas, equipos y materiales innecesarios son removidas del área de trabajo?		X
4	¿Los pisos y pasillos están libres de productos innecesarios?		X
5	¿Están claramente identificados puntos de acopio para residuos sólidos?		X
6	¿El área de trabajo cuenta con la ventilación necesaria?		X
	<b>ASPECTO A EVALUAR CARGA FISICA DEL TRABAJO</b>		

7	¿El trabajador mantiene una postura prolongada durante el 75% o más de la jornada laboral sin alternarla (de pie o sentado)?	X	
8	¿Hay rotaciones de la espalda o tronco por la ubicación de elementos de trabajo o del puesto de trabajo?	X	
9	¿Existen movimientos forzados de la espalda y miembros superiores por la ubicación de los elementos de trabajo?		X
10	¿Hay repetitividad de movimientos idénticos o similares efectuados cada poco segundo en los miembros superiores?	X	
11	¿La tarea involucra movimientos rápidos, fuertes o repentinos de los miembros superiores, en posiciones forzadas, especialmente a nivel de manos?		X
	<b>ASPECTO A EVALUAR CARGA MENTAL</b>		
12	¿El trabajo exige simultáneamente varias tareas?	X	
13	¿Se requiere velocidad en el proceso para la realización del trabajo?		X
14	¿Las tareas requieren una elevada concentración?	X	

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Resultado de la inspección del puesto de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

- Iluminación

La iluminación en el puesto de trabajo del área de corte y ensamble es natural, pero de igual manera se cuenta con bombillos que se encuentran limpios y en óptimas condiciones para suministrar la luz suficiente para el desarrollo de las labores en la jornada de trabajo.

- Acceso.

El acceso al puesto de trabajo se encuentra en condiciones poco aceptables debido a que en los pisos hay residuos sólidos regados, es difícil acceder a materiales y herramientas de trabajo porque se acumulan muchos productos en el área.

- Las condiciones atmosféricas.

El puesto de trabajo no cuenta con ningún tipo de ventilación, ya sea por extractores o sistema de ventiladores lo cual genera la fatiga permanente del operario y lo obliga en momentos a realizar un paro en la ejecución de las tareas para tomar un receso a las a fueras del área de trabajo.

- Las posturas de trabajo.

En cuanto a las posturas de trabajo el operador en el mayor tiempo de la jornada laboral trabaja de pie, desde que se inicia recibiendo la orden de producción hasta que entrega el producto terminado al jefe de producción, cabe resaltar que ya se implementan las pausas activas en la empresa beneficiando así la salud de los trabajadores.

- El uso de energía muscular.

No se requiere mayor esfuerzo físico de los operarios en el área de corte y ensamble, porque por lo general solo proceden a realizar levantamiento de perfiles, vidrios y acrílicos que con anterioridad son cortados en el área de los vidrios y bodega de perfiles respectivamente.

- Presión laboral.

La presión que se ejerce por parte del gerente general o jefe de producción de la empresa como tal no es estable, la consecución de los trabajos se da por iniciativas de órdenes de producción así que los operadores desde el primer momento en el que corre la orden ya tienen claro el lead time requerido, obligándolos así a cumplir de una u otra manera con los pedidos.

### **7.1.3 Diagrama de Pareto**

Un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, basándose en el principio de Pareto.

Hay consenso en admitir que en numerosas situaciones que se plantean en las organizaciones, los problemas tienen una importancia desigual, fenómeno que no está limitado a cuestiones relativas a la calidad.

En estos casos se da el principio de «los pocos vitales y los muchos triviales» que se conoce como principio de Pareto. Dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un 20% para los “pocos vitales” y de un 80% para los “muchos triviales”. Este 20% es el responsable de la mayor parte del efecto que se produce.

Esta denominación se debe a Juran, quien a fines de la década de los 40 comprendió que se trata de un principio de carácter universal.

Utilizando las curvas acumulativas de M.O. Lorenz se puede desarrollar un análisis de Pareto de fundamental interés en relación con la temática de la calidad.

A modo de conocer aquellos factores o causas determinantes de retraso en los procesos de corte y ensamble de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe, se optó por realizar un diagrama de Pareto con el fin de determinar los porcentajes pertenecientes a cada una de las causas de los retrasos para su posterior análisis y lograr así identificar el principio 80-20 (Ver tabla 14).

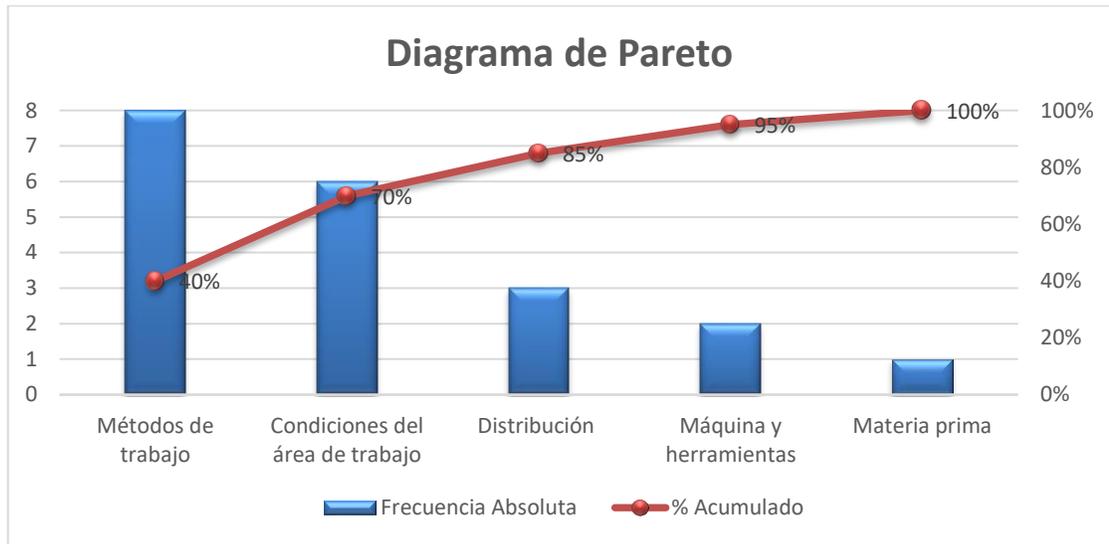
Tabla 14. Diagrama de Pareto.

ITEM	CAUSAS DE RETRASO EN EL ÁREA DE CORTE Y ENSAMBLE	Frecuencia Absoluta	% Acumulado	
1	Métodos de trabajo	8	40%	8
2	Condiciones del área de trabajo	6	70%	14
3	Distribución	3	85%	17
4	Máquina y herramientas	2	95%	19
5	Materia prima	1	100%	20
Total		20		

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber analizado el tabla anterior podemos definir que el elemento más frecuente que genera retrasos en el área de corte y ensamble son los métodos de trabajo que se utilizan por no ser los adecuados a la hora de la elaboración del producto así como también las condiciones de trabajo existentes.

Figura 21. Grafico del diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia.

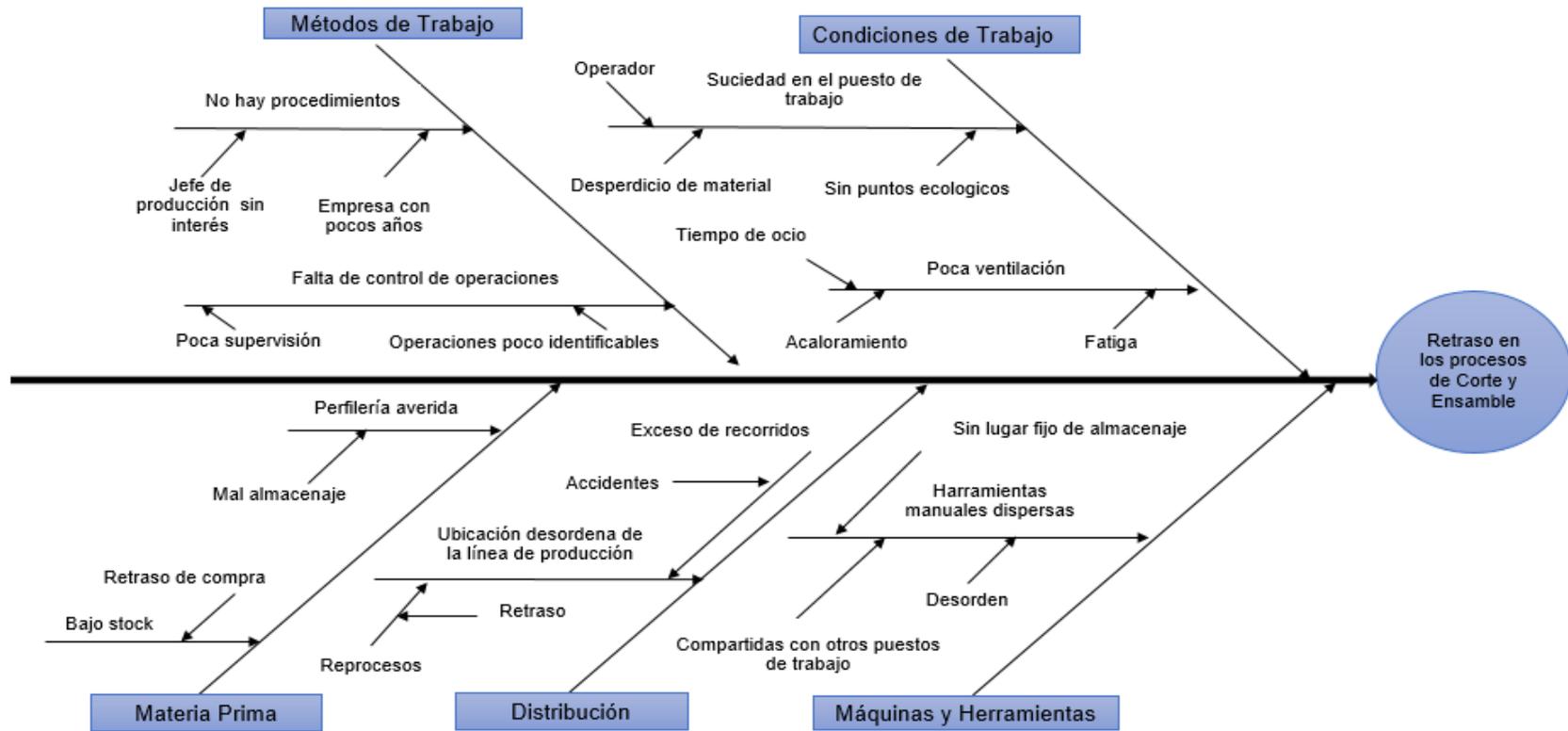
En el diagrama se puede identificar que el 70% está concentrado en las dos primeras causas. Esta distribución es suficiente para dirigir los esfuerzos en dar solución a los inconvenientes presentados en el área de corte y ensamble. Sin duda alguna los métodos de trabajo utilizados por el trabajador de corte y ensamblado no son los adecuados de tal manera que repercute de una u otra manera en la demora del proceso así como también es necesario resaltar que las condiciones de trabajo en las que se encuentra el trabajador no son óptimas.

#### 7.1.4 Diagrama de Ishikawa

Con el fin de conocer los problemas que se generan en el proceso de producción bajo la aplicación de la metodología las 6M (métodos, maquinaria, materia prima, medida, medio ambiente y mano de obra), se hizo necesario establecer el problema raíz en la empresa para dar posibles soluciones en la aplicación del estudio de métodos y tiempos a partir del conocimiento de las problemáticas que se dan en cada una de las M.

A continuación se muestra el diagrama de Ishikawa también conocido como espina de pescado que permite obtener una visión global de la problemática presentada en la empresa (Ver figura 22).

Figura 22. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia.

## **8 IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO MEDIANTE DIAGRAMAS MACRO Y MICROS**

Identificar las operaciones o actividades que hacen parte de un proceso para el estudio de métodos es importante ya que por medio de estas se conocen los movimientos, procedimientos, diseño y desarrollo de la empresa cuyo objetivo es la optimización de la producción, materia prima, costos y mano de obra.

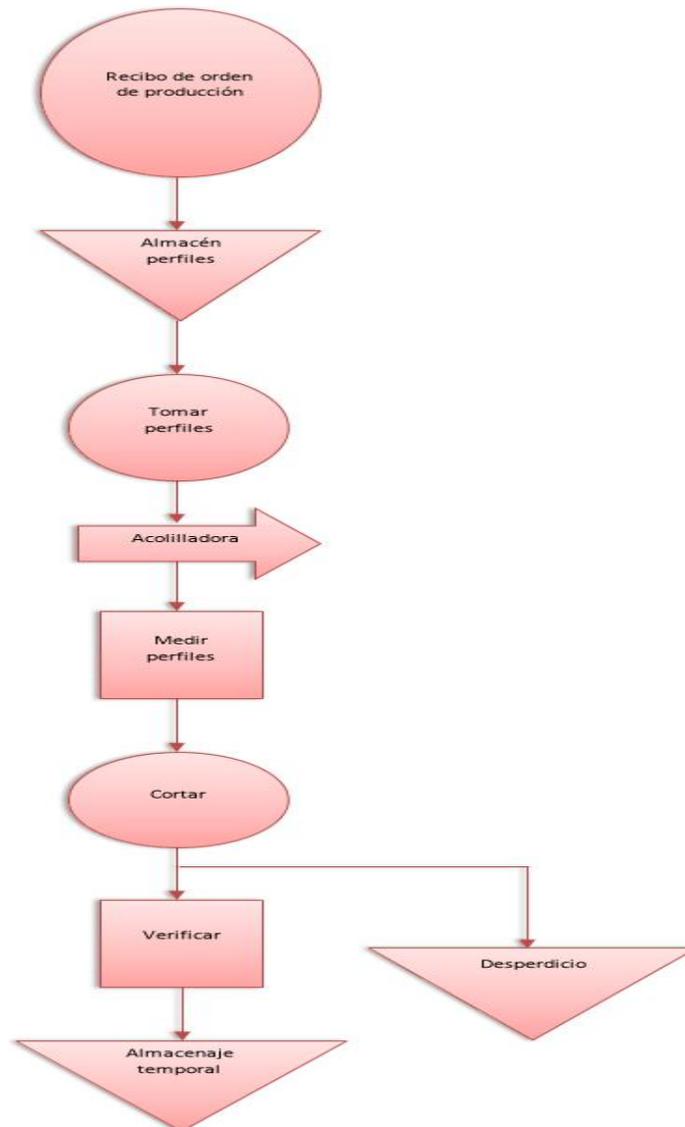
En Aluminios y Arquividrios del Caribe el área de corte y ensamble (taller de fabricación) está conformado por cinco operaciones básicas:

- Corte de perfiles
- Troquelado
- Armado en L
- Empacado de Hojas
- Armado de marco y ensamble final

### **8.1 CORTE DE PERFILES**

Tarea para producir cantidades de perfiles de aluminio cortados a ciertas longitudes, se requiere de una maquina acolilladora que debe ser posicionada de forma precisa desde una cierta velocidad a fin de asegurar la conformidad en la longitud del perfil (Ver figura 23).

Figura 23. Diagrama de flujo de corte de perfiles.



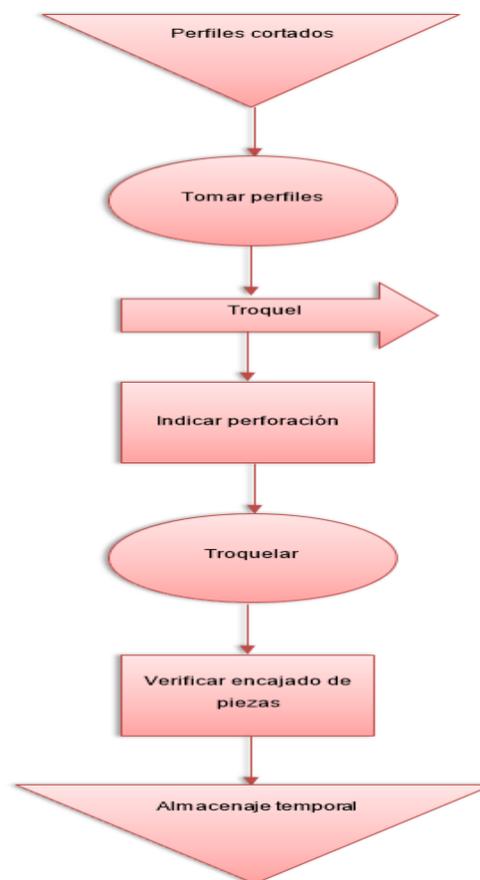
Fuente: Elaboración propia.

Como observa en el anterior diagrama se denotan cada uno de los pasos u operaciones que se necesitan para cortar los perfiles de aluminio para la elaboración de una ventana, se recibe la orden de producción esta pasa a almacén, se toman los perfiles pasa a la maquina Acolilladora, se miden los perfiles se cortan e inmediatamente se verifican y por último se da un almacenaje temporal.

## 8.2 TROQUELADO

Se denomina troquelado a la operación mecánica que se utiliza para la realizar agujeros en los perfiles. Para realizar esta tarea, se utilizan desde simples mecanismos de accionamiento manual hasta sofisticadas prensas mecánicas de gran potencia (Ver figura 24).

Figura 24. Diagrama de flujo de troquelado.



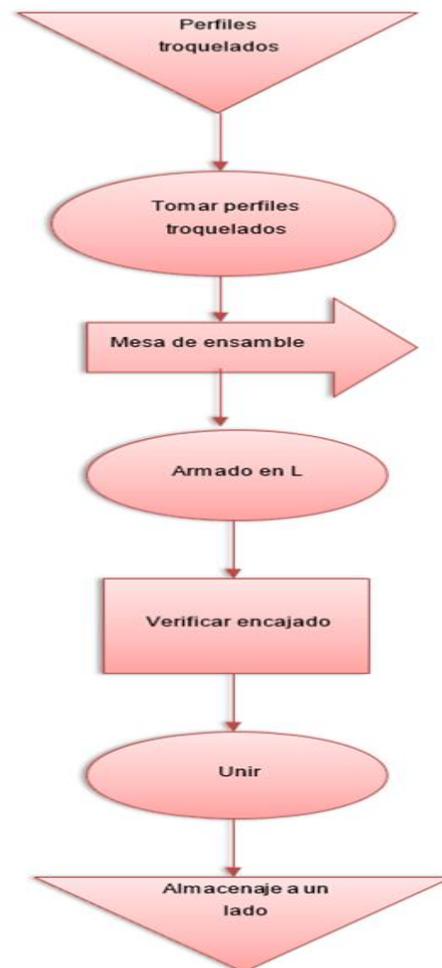
Fuente: Elaboración propia.

Se toman los perfiles ya cortados se pasan por el troquel indicando donde se va a perforar, el perfil de aluminio se troquela y se verifica que las piezas encajen para su almacenaje temporal.

### 8.3 ARMADO EN L

En este proceso se toman los perfiles para ensamblar en forma de L para seguir con el siguiente proceso (Ver figura 25).

Figura 25. Digrama de flujo armado en L.



Fuente: Elaboración propia.

Se toman los perfiles troquelados se lleva a la mesa de ensamble para proceder armarlo en L se verifica de que encaje y se procede a unir, luego es almacenado a un lado.

## 8.4 EMPACADO DE HOJAS

En este proceso se procede al empaqueo de hojas que son los vidrios ya ensamblados para cada cara de la ventana (Ver figura 26).

Figura 26. Diagrama de flujo de empaqueo de hojas.



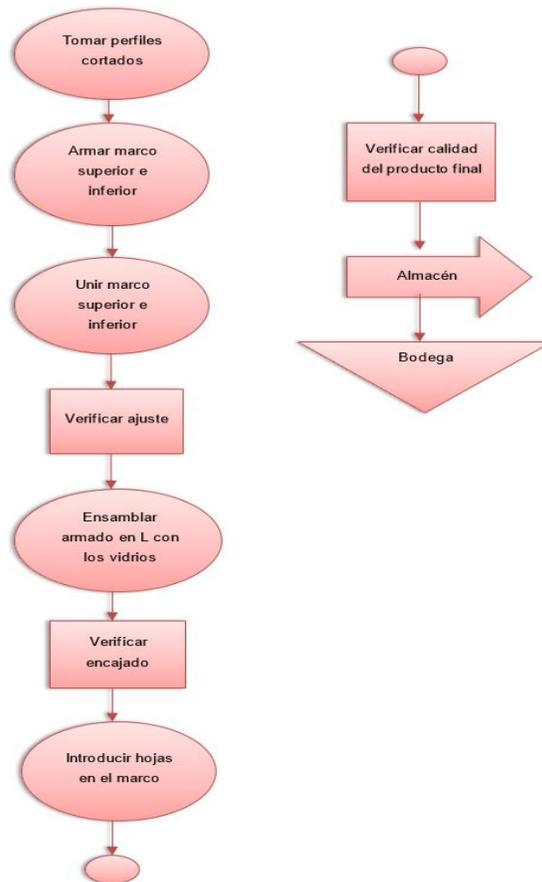
Fuente: Elaboración propia.

Se reciben los vidrios se verifican las medidas se toman los vidrios cortados luego se lleva a la mesa de ensamble para proceder a colocar los empaques a los vidrios y se almacena a un lado.

## 8.5 ARMADO DE MARCO Y ENSAMBLE FINAL

Se reciben los vidrios se verifican las medidas se toman los vidrios cortados luego se lleva a la mesa de ensamble para proceder a colocar los empaques a los vidrios y se almacena a un lado (Ver figura 27).

Figura 27. Diagrama de flujo armado de marcos y ensamble final.



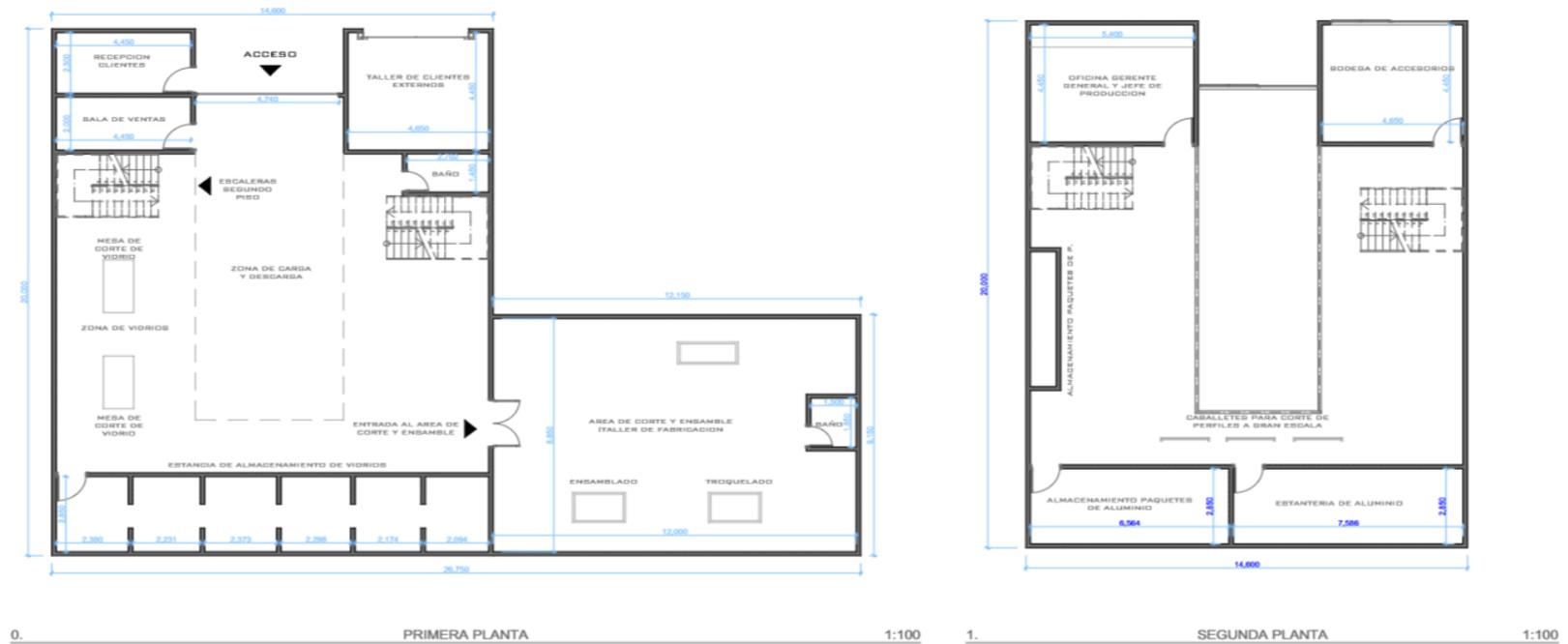
Fuente: Elaboración propia.

Se toman los perfiles cortados se arma el marco superior e inferior, los unen y se verifica su ajuste se procede a ensamblar los armados en L con los vidrios, se verifica que encajen se introducen las hojas al marco se verifica la calidad del producto final para almacenarlo y por último es llevado a la bodega.

## 8.6 DIAGRAMA DE RECORRIDO

Con el fin de conocer la trayectoria detallada del operador para la ejecución de las actividades pertenecientes al área de corte y ensamble se realiza un plano a escala (Ver figura 28), que permite identificar en forma general el proceso para establecer posibles mejoras dentro del área de estudio seleccionada.

Figura 28. Distribución de planta de Aluminios y Arquividrios del Caribe.

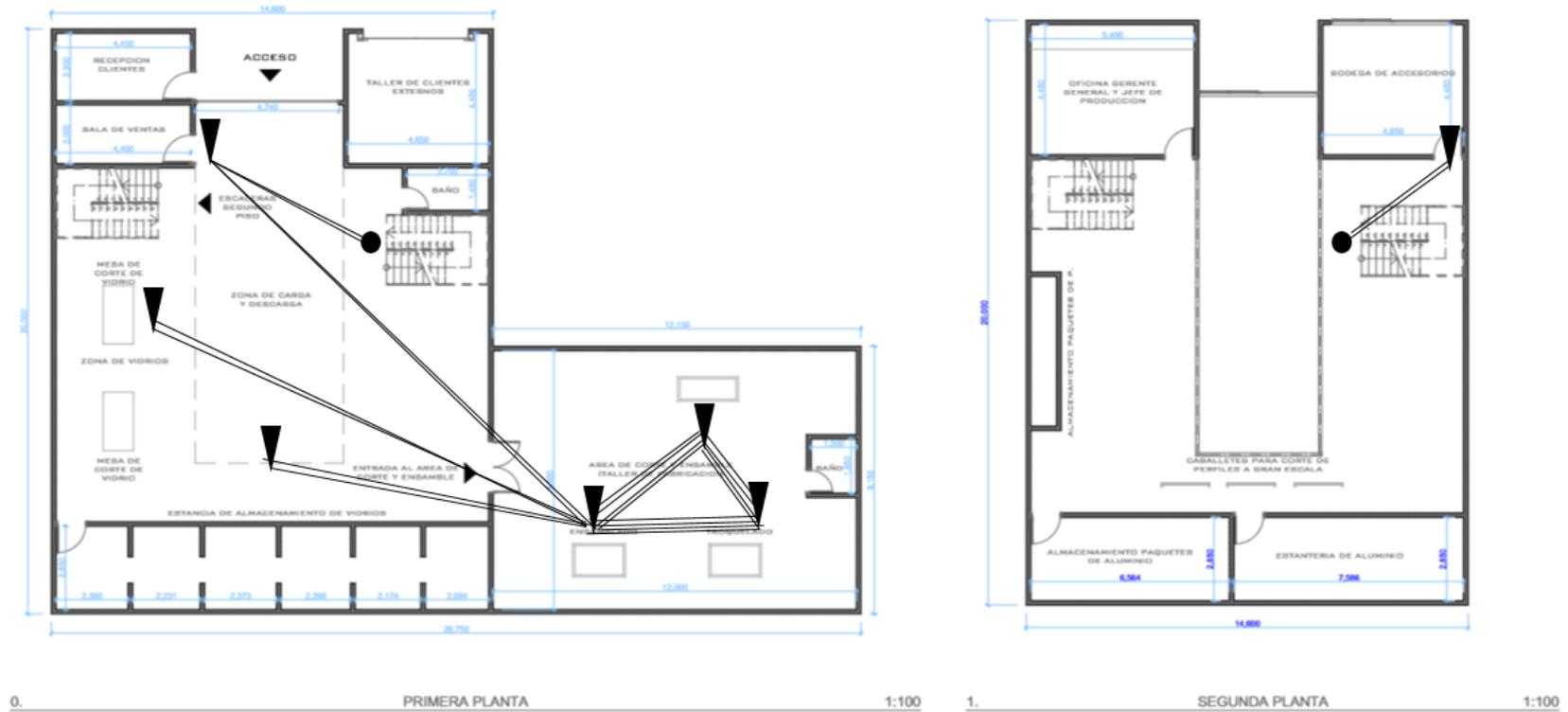


Fuente: Elaboración propia

### 8.6.1 Diagrama de hilos según procedimiento actual

A continuación se muestran las trayectorias del operador que fueron registradas gracias a la observación directa de hechos en el área de estudio (Ver figura 29).

Figura 29. Diagrama de hilos de proceso actual.



Fuente: Elaboración propia.

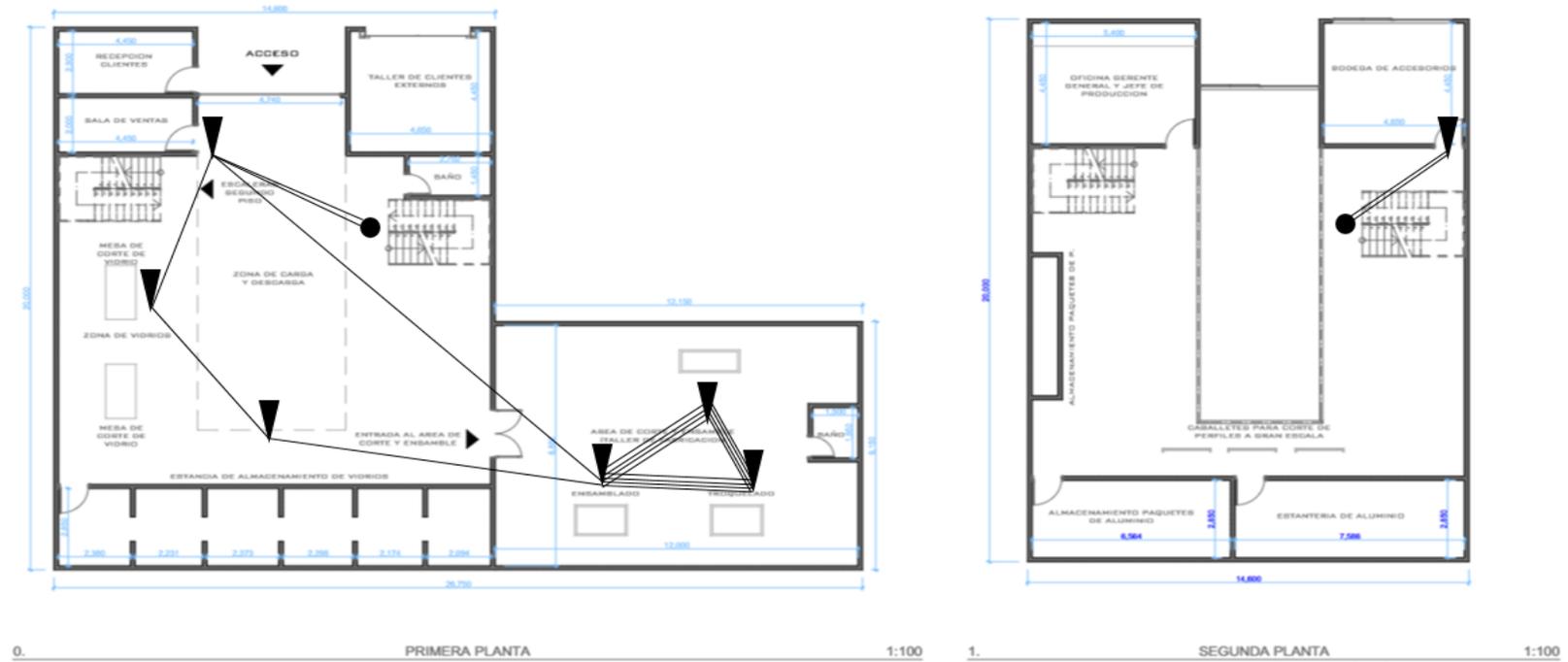
Según la trayectoria del hilo para las escalas a partir del plano un operador recorre aproximadamente 112 metros para la ejecución de sus actividades con el fin de cumplir con la orden de producción impartida por el jefe inmediato. Los recorridos más comunes se dan dentro del área de corte y ensamble (taller de fabricación), no obstante se evidencia los largos recorridos que el operador debe realizar para obtener los materiales e insumos necesarios para la producción.

### **8.6.2 Diagrama de hilos según procedimiento propuesto**

Como propuesta de mejora para los recorridos excesivos que realiza el operador, se recomienda llevar una secuencia lógica para el proceso de producción, de tal manera que desde el inicio de la orden establecida por el jefe de producción las áreas de vidrieros, corte de perfiles y almacén tengan previo conocimiento de lo requerido para el cumplimiento de la misma con el fin de que el operador realice pocos recorridos para la obtención de materiales e insumos necesarios y no se vea en la obligación de establecer pausas a lo largo del desarrollo de las operaciones para ir a las distintas áreas de trabajo para buscar lo necesario en el momento.

A partir del anterior análisis se realizó una propuesta de mejora para los recorridos que el operador realiza en las instalaciones de la empresa para el cumplimiento de la orden de producción corrida (Ver figura 30).

Figura 30. Diagrama de hilos de proceso propuesto.



Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de los recorridos realizados por el operador en el diagrama de hilos actual que fue de 112 metros aproximadamente, para el método de trabajo propuesto la distancia recorrida según las recomendaciones impartidas es aproximadamente de 88 metros, una diferencia en el hilo de 24 metros que es igual a un 22% de eliminación de recorridos innecesarios.

## 9 ESTUDIO DE TIEMPOS

Debido a la naturaleza de la empresa que se caracteriza por que sus productos a ofrecer dependen de las necesidades del cliente, para lograr establecer estándares de tiempo y métodos de trabajo eficientes en el desarrollo de las operaciones pertenecientes a los procesos de corte y ensamble se hizo necesario tomar como punto de partida la selección del producto con más acogida en el mercado.

Para realizar el estudio de tiempos se optó por tomar como referencia un producto que tiene gran demanda en la empresa según el jefe de producción, que son las ventanas de aluminio de medidas 1,50 metros de ancho por 1,50 metros de alto Referencia 744, las cuales son ventanas para fachadas principales o ventanas divisional.

### 9.1 CALCULO DE LA MUESTRA DE LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE CORTE Y ENSAMBLE

Para el desarrollo del estudio de tiempos se hace necesario obtener una muestra en cuanto al proceso de estudio, de tal manera que se recolectaron 5 datos sobre la producción de ventanas de referencia 744 y se utilizó el método estadístico, formulado así (Ver figura 31):

Figura 31. Ecuación para el número de observaciones.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45% Y  
UN MÁRGEN DE ERROR DE ± 5%

siendo:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$  = Suma de los valores

$x$  = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Fuente: [www.ingnieriaindustrialonline.com](http://www.ingnieriaindustrialonline.com) Con la anterior ecuación se logró obtener los siguientes resultados (Ver tabla 15):

Tabla 15. Calculo de número de la muestra.

<b>CALCULO DE NUMERO DE OBSERVACIONES PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA VENTANA 744 (ÁREA DE CORTE Y ENSAMBLE)</b>										
<b>N'</b>	<b>CORTE DE PERFILES</b>		<b>TROQUELADO</b>		<b>ARMADO EN L</b>		<b>EMPACADO DE HOJAS</b>		<b>ARMADO DE MARCO Y ENSAMBLE FINAL</b>	
	<b>T (min)</b>	<b>T<sup>2</sup></b>	<b>T (min)</b>	<b>T<sup>2</sup></b>	<b>T (min)</b>	<b>T<sup>2</sup></b>	<b>T (min)</b>	<b>T<sup>2</sup></b>	<b>T (min)</b>	<b>T<sup>2</sup></b>
<b>1</b>	19,24	370,18	5,24	27,46	7,09	50,27	20,12	404,81	28,02	785,12
<b>2</b>	20,16	406,43	5,39	29,05	6,34	40,20	20,05	402,00	28,09	789,05
<b>3</b>	20,15	406,02	5,23	27,35	7,25	52,56	20,15	406,02	28,11	790,17
<b>4</b>	19,56	382,59	5,31	28,20	7,15	51,12	19,56	382,59	27,56	759,55
<b>5</b>	20,21	408,44	5,32	28,30	6,59	43,43	20,13	405,22	27,59	761,21
<b>Σ (x)</b>	99,32	1973,66	26,49	140,36	34,42	237,58	100,01	2000,65	139,37	3885,1
<b>n</b>	0,62		0,52		4,27		0,19		0,31	

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra el número de observaciones que pueden ser necesarias para el desarrollo del estudio de tiempo (Ver tabla 16).

Tabla 16. Numero de observaciones.

<b>OPERACIÓN</b>	<b># DE OBSERVACIONES</b>
Corte de perfiles	1
Troquelado	1
Armado en L	4
Empacado de Hojas	1
Armado de marco y ensamble final	1

Fuente: Elaboración propia

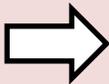
Dado que el número de observaciones preliminares (5) es menor a cada una de las que se obtuvieron en las distintas actividades del área de corte y ensamble el nivel de confianza para la aplicación del estudio de tiempo es de 95,45%.

## 9.2 CURSOGRAMA DEL MÉTODO DE TRABAJO ACTUAL

En el siguiente cursograma se describe el proceso de producción actual enfocado a las áreas de corte y ensamble para la fabricación de ventanas de referencia 744 como producto bandera para el estudio de tiempos con el fin de conocer aquellas falencias que se están presentando en el proceso y así proponer mejoras muy significativas.

Los símbolos necesarios para la aplicación del diagrama se muestran a continuación (Ver tabla 17).

Tabla 17. Simbología para diagramas.

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso, agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la cantidad y/o cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	DEMORA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia de un almacén.

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de conocer más a fondo las actividades relacionadas con el proceso de corte y ensamble se realiza el siguiente cursograma analítico (Ver figura 32).

Figura 32. Cursograma analítico del método actual.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario / Material / Equipo				
Diagrama Nº 1		Hoja: 1	de	1	Resumen				
Producto:					Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Ventana de aluminio con medidas 1.50m x 1.50m. Referencia-744					Operación	23			
					Inspección	1			
Actividad:					Espera	2			
Cortar, troquelar, armado en L, empaçado de hojas, armado de marcos y ensamble final					Transporte	6			
					Almacenamiento	1			
Método: Actual					Distancia (mts)	77			
Lugar: Aluminios y Arquividrios del Caribe					Tiempo (min - hom)	76,33			
Operario (s): Frank de Arco		Fecha: 16/08/2017			Costo				
Compuesto por: Arnaldo Rivas		Fecha: 16/08/2017			Mano de obra				
Aprobado por: Danny Carvajal		Fecha: 16/08/2017			Material				
					TOTAL				
DESCRIPCIÓN		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Actividad			OBSERVACIONES	
					○	□	D	⇨	▽
CORTE DE PERFILES	Retiro de perfiles de 6m cortados del segundo piso			5,23					
	Llevar materia prima al puesto de trabajo (perfilería)		18	3,36					La distancia recorrida en metros es de ida y vuelta.
	Cortar marco superior a 1.50	1		0,46					
	Cortar marco inferior a 1.50	1		0,42					
	Cortar marco lateral a 1.48.8	2		2,25					
	Cortar hoja lateral a 1.47.8	2		2,12					
	Cortar hoja central a 1.47.8	2		2,32					
	Cortar hoja superior a 0.75	2		2,27					
Cortar hoja inferior a 0.74.8	2		2,48						
TROQUELADO	Llevar marco superior e inferior al troquel			0,31					
	Troquelar marco superior e inferior	2		2,43					El troquelado debe ser preciso para que al momento de armar las piezas encajen.
	Llevar hojas laterales y centrales al troquel			0,29					
ARMADO EN L	Troquelar hojas laterales y centrales	2		2,36					
	Tomar hoja central y hoja inferior e introducir rodaja (Ref-744)			1,24					
	Unir en L con tornillo de 1" #8			2,53					
EMPAÇADO DE HOJAS	Tomar hoja superior y hoja lateral ,armar con su guía superior			0,54					
	Unir con tornillo de 1" #8			2,48					
	Esperar corte de vidrios en el área de vidrieros.			12,34					
ARMADO DE MARCOS Y ENSAMBLE FINAL	Tomar orden de producción y retirar los vidrios cortados según especificaciones			0,28					
	Llevar vidrios al puesto de trabajo para el empaque de hojas (4mm de 1.40.8 x 0.69.5)	2	34	3,29					Los vidrios son cortados en el área de los vidrieros.
	Colocar empaques los vidrios			4,09					
ARMADO DE MARCOS Y ENSAMBLE FINAL	Ensamblar hoja central con inferior, con 4 tornillos de 1" #8			4,25					Se utiliza el martillo de goma.
	Ensamblar hoja lateral con hoja superior, con sus guías y tornillos ( 8 tornillos de 1" #8).			4,36					
	Unir marco inferior con marco lateral			1,54					El marco lateral debe tener la caja izquierda hacia afuera.
	Tomar marco lateral			0,36					El marco lateral debe tener la caja la derecha y hacia afuera
	Tomar marco superior y se ajusta en los laterales con 2 tornillos de 1" #8			4,03					
	Retirar caracoles o seguro en bodega de insumo		20	3,58					
	Tomar una hoja armada y colocar macho del seguro (caracol) con 2 tornillos 1" #8	1		3,25					Seguro se coloca en la parte central de la hoja.
	Tomar una hoja armada y colocar hembra del seguro (caracol) con 2 remaches(Ref-4-4)	1		3,06					Seguro se coloca en la parte central de la hoja.
	Introducir hojas ya armadas con vidrios dentro del marco.			2,43					
	Verificar calidad del producto			0,46					
Transportar producto final	1	5	1,15						
Bodega									
<b>TOTAL</b>			77	76,33	23	1	2	6	1

Fuente: Elaboración propia.

En el cursograma actual del proceso de producción de ventanas de aluminio referencia 744 se especifica cada una de las actividades que conforman dicho proceso, a modo de estudio de tiempo se ha decidido escoger este producto como se ha establecido con anterioridad por la alta demanda que genera a la empresa con el fin de analizar las etapas del proceso productivo como tal y así lograr identificar las falencias que se presentan en el área de corte y ensamble (taller de fabricación).

Según lo plasmado en el cursograma analítico del proceso actual se están presentando demoras en el retiro de los materiales necesarios para ejecutar las labores a causa de mal manejo de la orden de producción a trabajar, como también se evidencia el exceso de transporte del operador de un área a otra para tener en su puesto de trabajo los materiales y herramientas requeridas para el desarrollo de sus actividades, de esta manera se obtuvo que el tiempo normal de trabajo es de 76 minutos con 33 segundos aproximadamente 77 minutos.

### **9.2.1 Asignación consideraciones de valoración de ritmo de trabajo y suplementos en las operaciones**

En cuanto a la observación realizada y registro de los datos del proceso de producción de las ventanas se identificó factores que influyen en el desarrollo de operaciones como fatiga y trabajar el 90% del turno de pie.

Para la asignación de la valoración de ritmo de trabajo del trabajador se tuvo presente las muestras las observaciones realizadas en el proceso productivo (Ver tabla 15). Determinando con un ritmo de trabajo al operador de un 95%( Ritmo de trabajo normal).

Posteriormente para la asignación de suplementos en las operaciones se establece lo siguiente (Ver anexo 1):

- Suplementos constantes, necesidades personales un 5% y base por fatiga un 4%.
- Suplementos por trabajar de pie un 2%
- Uso de fuerza/energía muscular un 1%

Tabla 18. Suplementos.

SUPLEMENTOS	%
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	
Necesidades personales	5
Base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	
Trabajar de pie	2
Uso de fuerza/energía muscular	1
<b>TOTAL</b>	
	12%

Fuente: Elaboración propia

### 9.2.2 Tiempo tipo

La obtención del tiempo tipo o tiempo estándar es el objetivo fundamental de este estudio de trabajo, gracias a la consecución de etapa se puede determinar el tiempo requerido para que un operario desarrolle las actividades pertenecientes al área de corte y ensamble (taller de fabricación) bajo unas consideraciones de la valoración de ritmo de trabajo más los suplementos establecidos por la OIT.

Entonces, el tiempo tipo se definirá como; el tiempo normal observado por la valoración de ritmo de trabajo más el porcentaje de suplemento establecido para las operaciones resumiéndose de la siguiente manera:

$$Te = (Tn * VI) * (1 + Sp)$$

Donde:

Te= Tiempo estándar o tiempo tipo

Tn= Tiempo normal

VI= valoración del ritmo de trabajo

Sp= Suplemento

Tabla 19. Tiempos tipos del proceso actual.

<b>TIEMPO TIPOS PARA EL ÁREA DE CORTE Y ENSAMBLE PROCESO ACTUAL</b>						
N	Operación	Tiempo Observado	Tiempo Normal	Valoración	Suplementos	Tiempo Tipo
		Minutos	Minutos	95%	12%	Minutos
1	Corte de perfiles	19,86	20,91	0,95	0,12	22,25
2	Troquelado	5,29	5,39	0,95	0,12	5,73
3	Armado en L	6,88	6,79	0,95	0,12	7,22
4	Empacado de Hojas	20	20	0,95	0,12	21,28
5	Armado de marcos y ensamble final	27,87	28,04	0,95	0,12	29,83
<b>TIEMPO TOTAL</b>						<b>86,32</b>

Fuente: Elaboración propia

Según con los datos obtenidos el tiempo estándar para la producción de ventanas equivale a 86 minutos con 32 segundos. A manera de lograr determinar la capacidad de producción se requiere trabajar con datos exactos para la estandarización las operaciones pertenecientes al área de corte y ensamble, por tal razón se considera que el tiempo tipo para este proceso es de 86 minutos.

Es un tiempo realmente poco normal para el área de corte y ensamble, pero esto se debe a la existencia de múltiples recorridos, esperas, cuellos de botella y sobre todo debido a que un solo operador es el encargado de ambas áreas de la empresa.

### **9.3 CURSOGRAMA ANALITICO DEL MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO**

El siguiente cursograma analítico tiene como finalidad optimizar los tiempos de las actividades del proceso actual que se lleva a cabo en la empresa para las áreas de corte y ensamble, así como también establecer un tiempo tipo eficiente para cumplir con las ordenes de producción y establecer plazos de entrega de acuerdo al procedimiento ya documentado mas no al punto de vista del jefe de producción y/operador del área.

A continuación se establece el método de trabajo propuesto a partir de la identificación de aquellas falencias que intervienen en el proceso actual (Ver figura 33).

Figura 33. Cursograma analítico del método propuesto.

CURSOGRAMA ANALÍTICO					Operario / Material / Equipo						
Diagrama № 2		Hoja: 1	de	1	Resumen						
Producto:					Actividad	Actual	Propuesto	Economía			
Ventana de aluminio con medidas 1.50m x 1.50m. Referencia-744					Operación ○	23	22	1			
					Inspección □	1	1	0			
Actividad:					Espera D	2	0	2			
Cortar, troquelar, armado en L, empacado de hojas, armado de marcos y ensamble final					Transporte ⇨	6	4	2			
					Almacenamiento ▽	1	1	0			
Método: propuesto					Distancia (mts)	77	59	18			
Lugar: Aluminios y Arquividrios del Caribe					Tiempo (min - hom)	76,33	54,94	21,39			
Operario (s): Frank de Arco		Ficha № 0036415			Costo						
Compuesto por: Arnaldo Rivas		Fecha: 18/08/2017			Mano de obra						
Aprobado por: Danny Carvajal		Fecha: 18/08/2017			Material						
					TOTAL						
DESCRIPCIÓN		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Actividad			OBSERVACIONES			
CORTE DE PERFILES	Retirar materia prima e insumos y llevar al puesto de trabajo.		54	4,36	○	□	D	⇨	▽	●	Buscar perflería, caracoles y vidrios con previa autorización de retiro antes de empezar orden de producción
	Cortar marco superior a 1.50	1		0,43	●						
	Cortar marco inferior a 1.50	1		0,47	●						
	Cortar marco lateral a 1.48.8	2		2,21	●						
	Cortar hoja lateral a 1.47.8	2		2,15	●						
	Cortar hoja central a 1.47.8	2		2,29	●						
	Cortar hoja superior a 0.75	2		2,31	●						
Cortar hoja inferior a 0.74.8	2		2,39	●							
TROQUELADO	Llevar marco superior e inferior al troquel			0,32	●					●	
	Troquelar marco superior e inferior	2		2,4	●					●	El troquelado debe ser preciso para que al momento de armar las piezas encajen.
	Llevar hojas laterales y centrales al troquel			0,26	●					●	
Troquelar hojas laterales y centrales	2		2,31	●							
ARMADO EN L	Tomar hoja central y hoja inferior e introducir rodaja (Ref-744)			1,19	●						
	Unir en L con tornillo de 1"#8			2,48	●						
	Tomar hoja superior y hoja lateral ,armar con su guía superior			0,56	●						
Unir con tornillo de 1"#8			2,45	●							
EMPAcado DE HOJAS	Tomar vidrios y colocar empaques	2		3,58	●						Los vidrios ya tuvieron que haber sido retirados con anterioridad antes de empezar el proceso de producción.
	Ensamblar hoja central con inferior, con 4 tornillos de 1"#8			4,22	●						Se utiliza el martillo de goma.
ARMADO DE MARCOS Y ENSAMBLE FINAL	Ensamblar hoja lateral con hoja superior, con sus guías y tornillos ( 8 tornillos de 1"#8).			4,15	●						
	Unir marco inferior con marco lateral			1,47	●						El marco lateral debe tener la caja izquierda hacia afuera.
	Tomar marco lateral			0,34	●						El marco lateral debe tener la caja a la derecha y hacia afuera
	Tomar marco superior y se ajustar en los laterales con 2 tornillos de 1"#8			4,01	●						
	Tomar una hoja armada y colocar macho del seguro (caracol) con 2 tornillos 1"#8	1		2,55	●						Seguro se coloca en la parte central de la hoja.
	Tomar una hoja armada y colocar hembra del seguro (caracol) con 2 remaches(Ref-4-4)	1		3	●						Seguro se coloca en la parte central de la hoja.
	Introducir hojas ya armadas con vidrios dentro del marco.			2,17	●						
	Verificar calidad del producto			0,42	●						
	Transportar producto final	1	5	0,45	●					●	Se establece un lugar de almacenaje temporal
	Bodega					●					
TOTAL			59	54,94	22	1	0	4	1		

Fuente: Elaboración propia.

En la propuesta de los métodos de trabajo para el proceso actual se establece que al iniciar las actividades el operador debe retirar todos los materiales y accesorios necesarios en las respectivas áreas, teniendo en cuenta que el jefe de producción apenas inicie el orden de producción debe ordenar el corte en el área de vidrieros, retiro de accesorios en la bodega y corte de perfilaría a gran escala en el segundo piso, esto con el fin de que el operador no haga pausas en el transcurso de sus actividades para transportarse a retirar materiales uno a uno sino llevar lo necesario al puesto de trabajo y ejecutar sus procedimientos de manera continua sin interrupciones y demoras en el proceso.

Gracias a estas recomendaciones se determina un tiempo normal mucho menor que el obtenido en el método de trabajo actual, ya que en el actual el tiempo estándar equivale a 77 minutos sin tener en cuenta las valoraciones de ritmo de trabajo y suplementos, a diferencia del propuesto el tiempo equivale 54 minutos con 94 segundos aproximadamente 55 minutos.

### **9.3.1 Tiempo tipo según método propuesto**

A partir de la observación que se tuvo en el proceso de estudio la asignación para el ritmo de trabajo del operador es de un 95% y así como también los suplementos se establecen de acuerdo a las condiciones de trabajo, (Ver anexo 1).

De esta manera el tiempo tipo para cada una de las operaciones de las áreas del estudio al igual que el total queda determinado de la siguiente forma (Ver tabla 20):

Tabla 20. Tiempos tipos del proceso propuesto.

<b>TIEMPO TIPOS PARA EL ÁREA DE CORTE Y ENSAMBLE PROCESO PROPUESTO</b>						
N	Operación	Tiempo Observado	Tiempo Normal	Valoración	Suplementos	Tiempo Tipo
		Minutos	Minutos	95%	12%	Minutos
1	Corte de perfiles	19,86	16,61	0,95	0,12	17,67
2	Troquelado	5,29	5,29	0,95	0,12	5,63
3	Armado en L	6,88	6,68	0,95	0,12	7,11
4	Empacado de Hojas	20	3,58	0,95	0,12	3,81
5	Armado de marcos y ensamble final	27,87	22,78	0,95	0,12	24,24
<b>TIEMPO TOTAL</b>						<b>58,46</b>

Fuente: Elaboración propia

En la propuesta se reduce significativamente el tiempo de las operaciones de empacado de hoja, armado de marcos y ensamble final debido a la reducción de los transportes de materiales y esperas que se generan en el método actual de trabajo. El tiempo estándar obtenido a partir de la propuesta es de 58 minutos con 46 segundos, se aproxima a 58 minutos para trabajar con datos exactos en cuanto al tiempo.

En comparación del método de trabajo actual con el propuesto gracias al estudio de tiempo se obtienen los siguientes resultados (Ver tabla 21).

Tabla 21.Comparación de las actividades.

Resumen del método	Método actual	Método propuesto	Diferencia	Porcentaje %
○	23	22	1	4%
□	1	1	0	0%
D	2	0	2	100%
➔	6	4	2	33%
▽	1	1	0	0%
Distancia recorrida(metros)	77	59	18	23%
Tiempo (minutos)	76,33	54,94	21,39	28%

Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis realizado para cada una de las operaciones que pertenecen al área de corte y ensamblado de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe por medio de la utilización de cursogramas analíticos, a manera de proponer una metodología de trabajo diferente a la que normalmente desempeñan los trabajadores en esta área se obtiene una disminución bastante significativa en cuanto a:

- Se reduce el porcentaje de operaciones en un 4%.
- No se presentan demoras en el proceso de producción, por lo que se eliminan en su totalidad.
- El transporte de materiales y recorridos innecesarios del operador disminuyen en un 33% debido a que el proceso de producción llevara una secuencia lógica, evitando de esta manera reprocesos y fatiga del operador.

Todo lo mencionado con anterioridad conlleva a la reducción del tiempo normal de un trabajador para fabricar una pieza (ventana de referencia 744) a un 28% obviamente sin tener presente valoración de ritmo de trabajo y suplementos.

Gracias a la realización del cursograma analítico actual tanto como el propuesto se logró determinar las mejoras en el proceso para cada una de las actividades que pertenecen al área de corte y ensamble (Ver tabla 22):

Tabla 22. Comparación de los tiempos tipos.

<b>Operaciones</b>	<b>Tiempo actual (minutos)</b>	<b>Tiempo propuesto (minutos)</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Porcentaje %</b>
Corte de perfiles	22,25	17,67	4,58	21%
Troquelado	5,73	5,63	0,11	2%
Armado en L	7,22	7,11	0,12	2%
Empacado de Hojas	21,28	3,81	17,47	82%
Armado de marcos y ensamble final	29,83	24,24	5,60	19%
<b>Total tiempo tipo</b>	<b>86,32</b>	<b>58,46</b>	<b>27,87</b>	<b>32%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados a partir del método de trabajo propuesto para la fabricación de ventas (referencia 744) se demuestra que las actividades con mayor disminución sobre el tiempo estándar de producción son el empacado de hojas en un 82% , corte de perfiles a un 21% y armado de marcos junto al ensamble final en un 19% a causa de proponer tanto al jefe de producción como al trabajador encargado del área que los materiales e insumos deben ser trasladados de manera conjunta hacia el taller de fabricación por motivo de no parar el proceso en ciertos instantes que conllevan a pérdida de tiempo realizando recorridos innecesarios y esperas requeridas en las demás áreas.

Sin duda alguna proponer esta metodología de trabajo repercute positivamente en la capacidad de producción de la empresa por lo siguiente:

El trabajador encargado del área de corte y ensamble a diario solo está en la capacidad de producir cinco ventanas de la referencia con más demanda en la empresa bajo los métodos de trabajo que actualmente realiza en sus operaciones, debido a que su tiempo tipo de producción por unidad es aproximadamente de ochenta y seis minutos.

Se debe tener en cuenta que para la estimación esta producción diaria la variable tiempo debe estar expresada en minutos tanto para las horas laboradas por día como para el tiempo tipo.

- Producción por día = Horas laborales ÷ tiempo tipo

$$\text{Producción por día} = 480 \div 86 = 5,58$$

Se toma la cantidad entera del resultado por lo que se define ciertamente que la capacidad de producción por día del trabajador es de cinco ventanas de referencia 744.

En cambio con el método de trabajo propuesto el trabajador está en la capacidad de producir ocho ventanas de la misma referencia teniendo en cuenta que el tiempo tipo es de cincuenta y ocho minutos.

- Producción por día = Horas laborales ÷ tiempo tipo

$$\text{Producción por día} = 480 \div 58 = 8,27$$

Igualmente se toma la parte entera del resultado y se determina así que la producción de ventanas aumenta en un 60%, de esta manera el aumento de este porcentaje de capacidad de producción puede estar reflejado también para los distintos productos que proporciona la empresa a sus clientes siempre y cuando se aplique los métodos de trabajo que se establecieron anteriormente.

## **10 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE MEJORA MEDIANTE LA HERRAMIENTA 5W+2H.**

Para el establecimiento de un plan de acción que contribuya a la mejora de los procesos de corte y ensamble de la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe, se toma como herramienta fundamental las 5W+2H, ya que es una herramienta completa que determina todos los aspectos a tener en cuenta para un plan de acción exitoso.

Con base a este esquema de trabajo se establece un plan de acción encaminado a plantear y solucionar fallas dentro del proceso de corte y ensamblado en la empresa Aluminios y Arquividrios del Caribe.

Con base en los análisis realizados a través la observación directa, entrevistas, lista de chequeo, diagramas de proceso y cursogramas de los métodos de trabajo actual, se determinaron las siguientes fallas:

- Falta de procedimientos documentados para el área de estudio.
- Malas condiciones de trabajo.
- Desconocimiento de capacidad de producción.

Las cuales generan consecuencias en la empresa como:

- Excesivos recorridos.
- Cuellos de botella.
- Reprocesos.
- Incumplimiento de orden de producción.

Tabla 23. Aplicación de la herramienta 5W+2H.

Deficiencia	¿Qué?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Cuánto?	¿Por qué?
Métodos de trabajos inadecuados	Estandarizar los procesos para que los operadores sepan cómo se deben relizar las operaciones con el fin de ser eficientes.	El personal sea capacitado y se establezcan los métodos a utilizar.	En el área de producción de la empresa aluminios y arquividrios del caribe.	Operarios encargado s de la elaboración del producto.	Mediante procedimientos documentados para la realización de las tareas pertenecientes a cada estación de trabajo.		Estandariza los procesos y ayuda a los operadores a tener claridad de lo que se va hacer.
Excesivos recorridos para obtener materiales y herramientas	Evitar recorridos innecesarios para acortar el tiempo ocioso	Cuando se aplique la medición del trabajo.	En el área de producción de la empresa aluminios y	Persona encargada de medir los tiempos	Por medio de seguimient os a los puestos de		Incrementar la eficiencia del trabajo y Proporcionar estándares

	en cada proceso.		arquividrios del caribe.		trabajo de cada operador.		de tiempo que sirvan de información a otros sistemas de la empresa
Cuellos de botella entre los departamentos de corte y ensamble por no fijarse bien en la orden de producción.	Verificar las medidas de cada orden que entra para no tener reproceso y cuellos de botellas.	Cuando llegue cada orden de producción inspeccionar si el operario miro las medidas requeridas	En el área de corte y ensamble de la empresa aluminios y arquividrios del caribe	Operarios encargados del área de corte y ensamble	Cada vez que llegue una orden de producción verificar si el operario la tiene conocimiento de ella.		Ayuda a entregar los productos a tiempo y con el estándar de calidad requerido
Los materiales que son requeridos por	Realizar seguimiento en cada orden de producción y	Capacitar al personal para que tengan conocimiento	En el área de materiales de la empresa	Los trabajadores del área	Cada vez que se vaya a entregar		Evita el desperdicio de materiales y

<p>cada orden de producción son recibidos por cualquier operador, de manera que no se lleva ningún control del recibido.</p>	<p>verificar que se firme el recibido al operador que se le está entregando el material.</p>	<p>de que cada orden debe ir firmada con el recibido de cada operador</p>	<p>aluminios y arquividrios del caribe.</p>	<p>de producción.</p>	<p>material se firma en la orden el recibido de materiales</p>	<p>ayuda a tener el inventario cuadrado</p>
<p>Desconocimiento de capacidad de producción de la empresa.</p>	<p>Capacitar al personal involucrado en el proceso de producción.</p>	<p>El gerente asigne a la persona idónea para capacitar al personal.</p>	<p>En la empresa aluminios y arquividrios del caribe</p>	<p>Personal idóneo que cuente con las capacidades para desempeñar esta labor</p>	<p>Por medio de capacitaciones programadas para el personal del área de producción</p>	<p>Que los trabajadores estén al tanto de la capacidad que tiene la empresa y cuanto se puede producir.</p>

Fuente: Elaboración propia

## 11 CONCLUSIONES

El objetivo general del presente trabajo es establecer un plan de mejora en los procesos de corte y ensamble del área de producción de la empresa ALUMINIOS Y ARQUIVIDRIOS DEL CARIBE mediante un estudio del trabajo que permita la estandarización de sus procesos y tiempos de producción. El cual se fue desarrollando en base a unos objetivos específicos que pudieran dar solución a todos los inconvenientes que se venían presentando en dicha empresa, para lo cual fue necesario establecer un plan de acción y generar una serie de pasos para su realización como lo son:

Se realizaron visitas a la empresa con el fin de hacer un diagnóstico general de esta y saber su estado actual. Por medio de los diagramas macro y micro se logró identificar las operaciones que hacen parte del área de corte y ensamble el cual se le aplico el estudio de métodos y tiempos.

En el diagrama de recorrido pudimos observar la trayectoria detallada del operador para la ejecución de las actividades pertenecientes al área de corte y ensamble se realizó un plano a escala que permitiera identificar en forma general el proceso para establecer posibles mejoras dentro del área de estudio seleccionada. En cuanto al diagrama de hilos se pudo observar que cada operador se desplazaba 112 metros aproximadamente, para el método de trabajo propuesto la distancia recorrida según las recomendaciones impartidas es aproximadamente de 88 metros, una diferencia en el hilo de 24 metros que es igual a un 22% de eliminación de recorridos innecesarios.

El aumento de la capacidad de producción gracias a la realización de un estudio de tiempo se ve reflejado en un 60% para las ventanas de referencia 744 las cuales fueron el objeto de estudio debido a la alta demanda en el mercado, cabe resaltar que si el método de trabajo propuesto se lleva a cabo para distintas

referencias de ventas como también en la producción de puertas y divisiones para baño el aumento de la eficiencia en los procesos será significativo.

Y por último se implementó la herramienta 5w+2h con el fin de establecer un plan de acción que contribuya a la solución de fallas identificadas tanto en el estudio de métodos como en el de tiempos para el proceso de corte y ensamble (taller de fabricación). Al aplicar este método pudimos observar fallas que causaban retrasos en el proceso de producción tales como excesivos recorridos, cuellos de botella, reprocesos, incumplimiento de orden de producción entre otros, los cuales se buscan solucionar por medio de capacitaciones al personal, estandarización de los procesos con el fin de ser más eficientes, hacer seguimiento para verificar que se esté cumpliendo lo que está estipulado en la orden de producción y por ultimo evitar excesivos recorridos en busca de materiales y herramienta mediante el diagrama de hilos.

## 12 BIBLIOGRAFIA

1. DANE, Boletín técnico Índice de Costos de Construcción de Vivienda, Enero de 2017, página 2.
2. Cámara de Comercio de Cartagena. Actualización de código CIIU, recuperado de: <http://cccartagena.org.co>. Enero 31 de 2017.
3. GEORGE, KANAWATY, Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición 1996. Capítulo 2. Pág. 9.
4. Daniel García Escobar (2015). Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para el proceso de revisión técnico mecánica y de emisiones contaminantes en el cda la playa Cali.
5. Nathalia Alzate Guzmán Julián Eduardo Sánchez castaño (2013). Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de calzado caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación.
6. Mario Israel Sabando Riofrio (2012). Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de serpentines de refrigeración en la empresa confrina.
7. Marco Flores Ortiz (2009). Optimización de la producción, en el proceso de mezclado de la línea de caucho, en la empresa de plasticaucho industrial S.A.
8. Elkin Javier Ustate Pacheco (2007). Estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales y Derivados S. A.
9. LÓPEZ, AGUILAR, Juan José Universidad de Guanajuato. Gestión y Administración: Gestión de procesos de manufactura (...Ingeniería de métodos,

tiempos y movimientos...). Universidad de Guanajuato, Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica, Departamento de Ingeniería Mecánica. 2003.

10. GEORGE, KANAWATY, Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición 1996. Capítulo 2. Pág. 9.

11. GEORGE, KANAWATY, Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición 1996. Capítulo 2. Pág. 19.

12. NORMAN, Gaither; y FRAZIER, Greg. Administración de producción y operaciones. Cuarta edición. Thompson editores. 1999. Pág. 594.

13. OIT (Oficina internacional del Trabajo). Introducción al Estudio del Trabajo. Cuarta edición revisada. Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 77.

14. GARCIA CRIOLLO, ROBERTO. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda edición 1996. Capítulo 4. Pág. 35.

15. MEYERS, Fred E. Tiempos y movimiento para manufactura. España. Pearson. 2000. Pág. 7-8.

16. GARCIA CRIOLLO, ROBERTO. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda edición 1996. Capítulo 10. Pág. 177.

17. GARCIA CRIOLLO, ROBERTO. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda edición 1996. Capítulo 10. Pág. 178.

18. GARCIA CRIOLLO, ROBERTO. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda edición 1996. Capítulo 10. Pág. 178.

19. RIOS, Manuel Fernández. Análisis y descripción de puestos de trabajo. España. Díaz de Santo S.A. 1995. Pág. 311.
20. GEORGE, KANAWATY, Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición 1996. Capítulo 20. Pág. 273.
21. GARCIA CRIOLLO, ROBERTO. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda edición. Capítulo 11. Pág.185.
22. MONICA TRÍAS, PATRICIA GONZALEZ, SIMONE FAJARDO, LAURA FLOREZ. Las 5W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos. Laboratorio tecnológico del Uruguay. 2011. Pagina. 22.
23. PALACIOS ACERO, LUIS CARLOS. Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. Eco ediciones 2014. Primera edición.
24. FUENTE GARCIA, David; PARREÑO FERNANDEZ, José; PINO DIEZ, Raúl. Ingeniería de organización en la empresa: dirección de operaciones. Oviedo. Universidad de Oviedo. 2008. Pág. 176.
25. HEIZER, Jay. Principios de administración de operaciones (quinta edición) 2004. Monterrey. Pearson. Pág. 13.
26. FIGUERA, Pau. Optimización de productos y procesos industriales. Barcelona. Edición Gestión 2000. 2016. Pág. 31
27. GOMEZ, Alberto; PUENTE, Javier; DE LA FUENTE, David; GARCIA, Nazario. Organización de la producción en ingenierías. Oviedo. Universidad de Oviedo. 2006. Pág. 246.

28. QUESADA CASTRO, Maria; ARENAS VILLA, William. Estudio del trabajo: Notas de clase. Medellín. Instituto tecnológico Metropolitano. 2007. Pág. 150-151
29. DE LA FUENTE, David; FERNANDEZ, Isabel; GARCIA, Nazario. Administración de empresas en ingeniería. Oviedo. Universidad de Oviedo. 2006. Pág. 43.
30. Herramientas para la Mejora de la Calidad (impresión 2009). UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Pág.28.

## 13 ANEXOS

Anexo 1. Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los tiempos básicos según la OIT.

### 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4

### 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4		4	45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	<b>F. Concentración intensa</b>		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b> (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			<b>G. Ruido</b>		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	<b>H. Tensión mental</b>		
<b>D. Mala iluminación</b>			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	<b>I. Monotonía</b>		
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	<b>J. Tedio</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

<sup>1</sup> Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT. Ejemplo sin valor normativo

## 14. RECOMENDACIONES

- Diseñar indicadores de productividad con base en los tiempos estándar, de tal forma que se puedan evaluar los resultados obtenidos.
- Que la empresa continúe con la labor de tener actualizados los procesos y los tiempos estándar, con el fin de asegurar de que los procesos se realicen efectivamente como fueron definidos.
- Implementar las 9s para el mejoramiento de los puestos de trabajo evitando así accidentes laborales, pérdidas de tiempo para buscar herramientas, una mayor calidad del producto y disminución de los desperdicios generados.
- Desarrollar fichas técnicas para el proceso de producción de ventanas y puertas, para la efectiva toma de decisiones.
- Capacitar al personal con el fin de que estén plenamente familiarizado con las capacidades y los indicadores de la empresa.