PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR-MATRIZ

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES

TRABAJO DE TITULACIÓN DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO DE LA EMPRESA FREYSE CÍA. LTDA.

ING. CARLOS HERNÁN FREIRE FREIRE

DIRECTOR: ING. PABLO VALLEJO TEJADA, MSc.

QUITO, 2016

DIRECTOR:

Ing. Pablo Vallejo Tejada, MSc.

INFORMANTES:

Dra. Carmen Cecilia Daza Villadiego

Magister Roberto Ordoñez Guerrero

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación está dedicado a mi esposa Gladys, mi hijo Daniel y mi hija Arianna, gracias por su apoyo y comprensión, por estar siempre a mi lado brindando su aliento para seguir adelante, a mis padres Susana y Carlos, mi hermana Patty, que siempre están incondicionalmente para apoyarme en todo lo que deseo emprender. Todos ustedes son mi inspiración y mi razón de ser y actuar.

Hernán

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la valiosa oportunidad de terminar esta etapa de mi vida, a la Pontifica Universidad Católica del Ecuador a través de sus profesores, por los conocimientos impartidos en las aulas.

A mi director de tesis Ing. Pablo Vallejo, por su apoyo total en mi proyecto de investigación.

A la empresa Freyse Cía Ltda., a través de su gerente general, Ing. Hugo Freire Jiménez y su hijo Xavier, que fueron un pilar fundamental para la recolección de datos.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO ..... **x**
INTRODUCCIÓN **1**
1. MARCO TEÓRICO **3**
1.1. Calidad total 3
1.2. Método Deming 7
1.3. Control estadístico de procesos 9
1.4. Gestión del rendimiento 14
1.5. Mejoramiento continuo 15
1.6. *Just in time (JIT)* 17
1.7. Técnicas y herramientas 20
1.7.1. Recolección de datos 20
1.7.2. Diagrama de Pareto 22
1.7.3. Estratificación 25
1.7.4. Indicadores 27
2. MARCO SITUACIONAL **30**
2.1. Presentación de la empresa Freyse Cía. Ltda. 30
2.2. Ubicación geográfica de la empresa 31
2.3. Estructura de la empresa Freyse Cía. Ltda. 32
2.4. Análisis del proceso de fabricación 33
2.5. Análisis del proceso de transporte 35
2.6. Análisis del proceso de instalación 36
2.7. Análisis de los costos de calidad 38
2.7.1. Eficacia de la producción de ventanas de aluminio 38
2.7.2. Productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio. 45
2.7.3. Daños de las ventanas durante el transporte. 50
2.7.4. Eficiencia del tiempo de entrega de las ventanas de aluminio 53
2.7.5. Desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio 58
3. METODOLOGÍA **63**
3.1. Eficacia de la producción de ventanas de aluminio 63
3.2. Productividad del proceso de fabricación 65
3.3. Daños de las ventanas durante el transporte 70
3.4. Eficiencia del tiempo de entrega 75
3.5. Desperdicio del material en el proceso de corte 78
4. RESULTADOS Y PROYECCIONES **85**
4.1. Eficacia de la producción de ventanas de aluminio 85
4.2. Productividad del proceso de fabricación 92
4.3. Daños de las ventanas durante el transporte 98
4.4. Eficiencia del tiempo de entrega 104
4.5. Desperdicio del material en el proceso de corte 110

4.6. Análisis económico de las soluciones implementadas 119
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 123
5.1. Conclusiones..... 123
5.2. Recomendaciones 126
BIBLIOGRAFÍA 129
ANEXOS..... 131
ANEXO 01 – Perfiles utilizados en ventana corrediza siete perfiles 132
ANEXO 02 – Perfiles utilizados en ventana corrediza económica 133
ANEXO 03 – Perfiles utilizados en mampara serie 100 134
ANEXO 04 – Perfiles utilizados en mampara serie 200 135
ANEXO 05 – Perfiles utilizados en ventana fija 136
ANEXO 06 – Perfiles utilizados en ventana proyectable..... 137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de la calidad 6
Figura 2: Evolución de la calidad 6
Figura 3: Ciclo de Deming..... 7
Figura 4: Proceso fuera de control 12
Figura 5: Proceso controlado 12
Figura 6: Proceso con desvío permanente 13
Figura 7: Proceso controlado con datos iniciales fuera de rango 13
Figura 8: La filosofía del control y la mejora 16
Figura 9: La filosofía del Just in Time..... 19
Figura 10: Diagrama de Pareto para las causas de afectación a clientes 25
Figura 11: Ubicación de la oficina de Freyse 31
Figura 12: Ubicación de la fábrica Freyse 32
Figura 13: Organigrama de Freyse 32
Figura 14: Distribución de fabricación de elementos de aluminio y vidrio..... 38
Figura 15: Ventana fija 40
Figura 16: Ventana corrediza..... 40
Figura 17: Ventana proyectable 41
Figura 18: Ventana mixta fija - proyectable 41
Figura 19: Estratificación de ventanas fabricadas 43
Figura 20: Eficacia del proceso de producción inicial..... 44
Figura 21: Permisos otorgados por GAD's..... 46
Figura 22: Distribución de permisos 2014..... 47
Figura 23: Productividad del proceso de fabricación inicial 49
Figura 24: Producto no conforme inicial 52
Figura 25: Eficiencia del tiempo de entrega inicial 56
Figura 26: Desperdicio de aluminio inicial..... 60
Figura 27: Distribución del tiempo inicial..... 65
Figura 28: Procedimiento de fabricación e instalación de ventanas 67
Figura 29: Diagrama de Pareto de los reprocesos..... 68
Figura 30: Hoja de producción antigua..... 69
Figura 31: Procedimiento mejorado de producción de ventanas 71
Figura 32: Embalado de perfiles 72
Figura 33: Límites de velocidad 73
Figura 34: Transporte de elementos..... 74
Figura 35: Cálculo manual del corte de aluminio 79
Figura 36: Caja de recolección de desperdicios de aluminio..... 80
Figura 37: Utilización de *software* para optimizar aluminio 82
Figura 38: Eficacia del proceso de fabricación final 85

Figura 39: Distribución del tiempo inicial 88
Figura 40: Distribución del tiempo final 88
Figura 41: Control del procesos de eficacia inicial 90
Figura 42: Control de eficacia final 91
Figura 43: Productividad del proceso de fabricación final 92
Figura 44: Ejemplo hoja de producción nueva 95
Figura 45: Control de productividad inicial 97
Figura 46: Control de productividad final 97
Figura 47: Producto no conforme final 98
Figura 48: Número de daños en el transporte 101
Figura 49: Control de producto no conforme inicial 102
Figura 50: Control de producto no conforme final 103
Figura 51: Eficiencia del tiempo de entrega final 105
Figura 52: Control de eficiencia inicial 107
Figura 53: Control de eficiencia final 107
Figura 54: Desperdicio del aluminio final 110
Figura 55: Control de merma inicial 114
Figura 56: Control de merma final 114
Figura 57: Perfiles utilizados para ventana corrediza de siete perfiles 132
Figura 58: Perfiles utilizados para ventana corrediza económica 133
Figura 59: Perfiles utilizados para mampara serie 100 134
Figura 60: Perfiles utilizados para mampara serie 200 135
Figura 61: Perfiles utilizados para ventana fija 136
Figura 62: Perfiles utilizados para ventana proyectable 137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros del control estadístico de procesos 11
Tabla 2: Análisis de afectación a clientes 24
Tabla 3: Análisis de afectación a clientes con frecuencias 24
Tabla 4: Resultados de la eficacia inicial 44
Tabla 5: Número de permisos otorgados por GAD's 45
Tabla 6: Distribución de permisos de GAD's 46
Tabla 7: Resultados de la productividad inicial 49
Tabla 8: Resultados del producto no conforme inicial 52
Tabla 9: Comparativo de precio y tiempo de entrega por tipo de material 54
Tabla 10: Resultados de la eficiencia inicial 56
Tabla 11: Resultados de la merma inicial 60
Tabla 12: Inventario de perfiles completos 83
Tabla 13: Inventario de retazos de perfiles 84
Tabla 14: Resultados de la eficacia final 86
Tabla 15: Resumen de ventas del Ing. Xavier Freire 87
Tabla 16: Valor de la capacidad de la eficacia del proceso de fabricación 90
Tabla 17: Resultados de la productividad final 93
Tabla 18: Valor de la capacidad de la productividad del proceso de fabricación 96
Tabla 19: Resultados del producto no conforme final 99
Tabla 20: Valor de la capacidad del producto no conforme 101
Tabla 21: Resultados de la eficiencia final 105
Tabla 22: Valor de la capacidad de la eficiencia del tiempo de entrega 106
Tabla 23: Resultados de la merma final 111
Tabla 24: Valor de la capacidad del desperdicio de material 113
Tabla 25: Inventario final de perfiles completos 117
Tabla 26: Inventario final de retazos de perfiles 118
Tabla 27: Resumen del aporte a la utilidad bruta por cada indicador mejorado 122

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo fundamenta la investigación para el mejoramiento del proceso de producción de ventanas de aluminio de la empresa Freyse Cía. Ltda. Este proyecto se desarrolló en la planta de la empresa. Se tomó como base la información desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de octubre del 2015. Se detectó que no existían análisis de reprocesos y reducción de desperdicios documentados para la fabricación de ventanas de aluminio en la empresa Freyse Cía. Ltda., se tenían procesos y procedimientos rutinarios y empíricos por lo que los mismos se revisaron para mejorar el proceso de la fabricación de ventanas de aluminio, se utilizó diferentes metodologías y herramientas como el ciclo de Deming, diagrama de Pareto y control de procesos. De esta forma se logró el aumento de la eficacia de la producción de ventanas de aluminio desde 82,79% hasta 91,72%. Se aumentó la productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio desde 0,7640 m^2/h-h hasta 0,8353 m^2/h-h, se redujeron los daños de las ventanas durante el transporte, desde 12 hasta 7 daños con lo cual se obtuvo una reducción del producto no conforme desde 0,0406 daños/m^2 hasta 0,0198 daños/m^2; se mejoró el tiempo de entrega de las ventanas de aluminio, aumentando la eficiencia desde 79,17% hasta 90,91%, lo que conllevó a mejorar los tiempos de entrega al cliente de 24 días a 22 días y se minimizó el desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio de 0,1468 kg/m^2 a 0,1186 kg/m^2.

INTRODUCCIÓN

Freyse Cía. Ltda., es una empresa que opera en el sector de la construcción, dedicada a la elaboración de productos de aluminio arquitectónico y vidrio. Fue fundada el 4 de agosto de 1.983, es una empresa familiar. Brinda soluciones globales para sus clientes a través de la variedad de productos que fabrica, por ejemplo: ventanas fijas, ventanas corredizas, ventanas proyectables, puertas corredizas, mamparas, fachadas de vidrio para edificios, puertas y ventanas con vidrios de seguridad (templados, laminados, antimotines y antibalas), divisiones de oficina, etc.

A través del tiempo, la empresa se ha adaptado a los constantes cambios que los clientes demandan en cuanto a las ventanas de aluminio y vidrio se refiere, lo que le ha permitido crecer e incrementar la rentabilidad. La empresa cuenta con un gran prestigio dentro del área de la construcción, los clientes que, en su gran mayoría son constructores, tienen un nivel de satisfacción aceptable de los productos que fabrica Freyse Cía. Ltda.

Al momento se han detectado oportunidades de mejora en los procesos que al momento se siguen tanto en la fábrica, durante el transporte, así como también en la instalación, los cuales van a incidir en el tiempo de entrega de las ventanas de aluminio; por esta razón para mantener y mejorar tanto la reputación, la rentabilidad y la calidad de los productos fabricados por la empresa, así como también mejorar la satisfacción de los clientes que han depositado su confianza en Freyse Cía. Ltda. al recibir productos de calidad en el tiempo acordado. Para lo cual se han establecido, de común acuerdo, con el gerente general de la organización los siguientes objetivos:

* Aumentar la eficacia de la producción de ventanas de aluminio.

* Aumentar la productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio.

* Reducir los daños de las ventanas durante el transporte.

* Mejorar el tiempo de entrega de las ventanas de aluminio.

* Minimizar el desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio.

El presente proyecto está dividido en cinco capítulos, en el primero se mencionan los sustentos teóricos que se requieren para explicar las técnicas y términos que se utilizarán a lo largo de toda la investigación. En el capítulo segundo, se indica el marco situacional, es decir, el inicio sobre el cual se aplicarán las acciones correctivas para alcanzar los objetivos planteados. Luego en el capítulo tres se aborda la metodología, en este capítulo se indican todas las herramientas estadísticas y de control de calidad utilizadas para determinar la línea base y las mejoras logradas. Seguido, en el cuarto capítulo, se reflejan los resultados obtenidos y una explicación de los mismos. Por último en el capítulo quinto se mencionan todas las conclusiones y recomendaciones relacionadas con este proyecto.

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se van a explicar los sustentos teóricos que se requieren para explicar las técnicas y términos que se utilizarán a lo largo de toda la investigación.

1.1. Calidad total

Según la norma ISO 9000-2005, indica que la calidad es el "grado en el que un conjunto de características (rasgo diferenciador) inherentes cumple con los requisitos (necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria)". (p.8)

De acuerdo a lo indicado por Bello (2013), "entre 1700 y 1900 la calidad era sinónimo de marca y estaba relacionada directamente con el producto en sí" (p. 370). Si bien es cierto en esa época ya se tenía la idea que la calidad implicaba tener un mayor gasto en el proceso productivo y encarecía al producto o servicio, ya que se necesitaban mejores diseños, o emplear otro tipo de materiales, o establecer largos y costoso controles para evitar fallos en la línea de fabricación.

El término calidad se empieza a escuchar con mayor atención por parte de los industriales entre la primera guerra mundial y la segunda guerra mundial.

> En 1931 Walter A. Shewhart, de Bell Telephone Laboratories, dio un fundamento científico a la calidad mediante la publicación del libro Economic Control of Quality of Manufactured Product. En este texto se dieron a conocer las cartas de control y el estudio de la calidad a través de variables, las cuales es necesario estudiar. (Gutiérrez, 2010, p. 12)

En ese tiempo los países atravesaban por fuertes problemas económicos y las empresas tenían el desafío de sobrevivir, por lo cual se enfocaron en alcanzar tres objetivos claves que les ayudarían a mejorar, estos objetivos eran: reducir costos, aumentar la calidad y ser cada vez más competitivos.

En el transcurso de la segunda guerra mundial, el gobierno de Estados Unidos promovió la aplicación del control estadístico en la industria, en especial entre los proveedores de equipos y materiales bélicos. Entre los años 1943 y 1945, se imparten cursos sobre control estadístico de calidad, este curso fue preparado por el doctor W. Edwards Deming (discípulo de Shewhart) y los profesores Eugene L. Grant y Holbrook Working (Duncan, 1989).

Japón luego de la segunda guerra mundial era un país derrotado y devastado, en 1950 la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE, por sus siglas en inglés), invita al estadístico estadounidense doctor W. Edwards Deming a impartir varias conferencias a altos directivos de empresas japonesas y les planteó las ventajas del control estadístico de calidad. La calidad era un factor clave en esta época en la que se tienen muchos competidores y la demanda de productos sin fallas por parte de los clientes se ha incrementado. Por lo tanto las empresas deben centrarse en producir productos de calidad y que satisfagan las necesidades de las partes interesadas.

> Gerencia de Calidad Total (Total Quality Management, TQM), tiene como propósito central la promoción de las cualidades del producto que el consumidor considera importantes. Tales atributos van desde la ausencia de defectos hasta el servicio eficiente y la respuesta rápida a las posibles quejas del consumidor. (Webster, 2000, p. 7)

En este sentido se debe tomar muy en cuenta que la calidad total es una labor diaria y de todos los niveles de la empresa, con el fin de que una empresa u organización se asegure la continuidad en el negocio, mejore continuamente los procesos y procedimientos internos, y se tenga un mejor ambiente laboral.

Hoy en día, el tema de la competitividad está en el punto de la mira de todas las empresas u organizaciones tanto de servicios como de productos. También se sabe que se pueden aplicar técnicas sencillas o sistemas de organización que ayuden a aumentar la calidad de los productos o servicios, mejorar la productividad y la competitividad y lo más importante asegurar el futuro de la empresa en el mercado ecuatoriano, debido a que no basta con llegar a posicionarse como la mejor o una de las mejores empresas en el giro del negocio en el que se está actuando, sino mantenerse en el tiempo con el fin de brindar estabilidad a los empleados, obtener réditos económicos para los inversionistas, cumplir con las obligaciones impositivas al gobierno, ser amigables con el medio ambiente y brindar un servicio o producto de calidad a los clientes que han depositado su confianza en la empresa.

Para asegurar que la calidad total se cumpla a todo nivel, es necesario que todos y cada uno de los empleados de la empresa tengan muy claro que la tarea que a ellos se les encomienda es muy importante para la organización, debe conocer el por qué ejecuta la tarea y para qué hacerla, de esta forma tomará con mayor responsabilidad las actividades encomendadas, es muy necesario que exista una retroalimentación de la ejecución de su trabajo con el fin de mejorarlo continuamente.

En las Figura 1 y 2, se muestran los diferentes pasos que ha seguido la calidad a lo largo del tiempo, desde el control de calidad hasta el modelo de excelencia EFQM.



Figura 1: Evolución de la calidad

Fuente: Internet

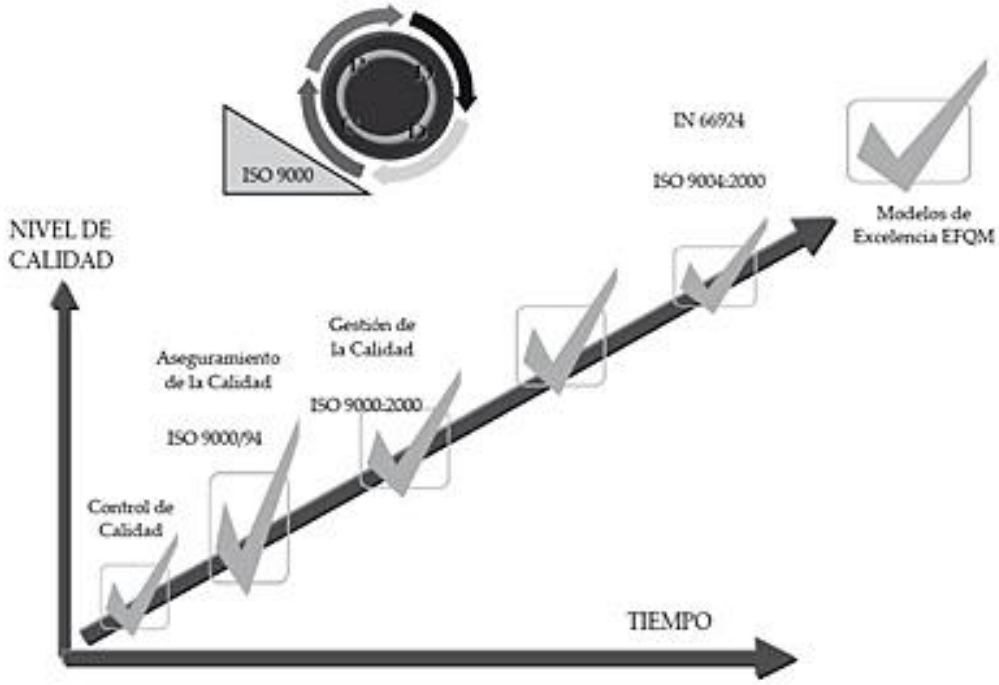


Figura 2: Evolución de la calidad

Fuente: Internet

1.2. Método Deming

El método Deming también es conocido como PHVA, por sus siglas planear, hacer, verificar y actuar, al aplicar este ciclo permite aprender a realizar mejoras a los distintos procesos que maneja la empresa, tal como consta en la Figura 3.



Figura 3: Ciclo de Deming

Fuente: Internet

Este método está orientado a buscar la mejora continua tomando en cuenta los cuatro aspectos básicos de la calidad (calidad, costos, entrega y servicio), de una manera global durante la etapa de planificación de un nuevo producto y/o servicio.

> Con la influencia de líderes japoneses como Kaoru Ishikawa, Genichi Taguchi, Shigeo Shingo, Taichi Ohono, etc., se continuó refinando el ciclo PHVA y la introducción de otras técnicas para apoyar la mejora continua enfocada en los medios (causas) y no en el producto final (los resultados). (Gutiérrez, 2010, p. 13)

Lo primero que se debe realizar es "planificar" (P), identificando y analizando los problemas, investigar y revisar posibles causas de los problemas que se han detectado y

definir la meta a conseguir, estableciendo un plan de acción sobre las causas, también se debe buscar dentro de la empresa posibles mejores prácticas con entrevistas al personal de los diferentes departamentos de la organización es decir se deben contestar las preguntas, ¿qué se debe hacer?, ¿por qué se debe hacer?, y ¿para qué se debe hacer?.

Luego viene la etapa "hacer" (H), lo que conlleva la implementación de las acciones correctivas, ejecutar el plan de acción de acuerdo a lo establecido, en esta etapa es muy usual que se identifiquen nuevas causas y nuevos problemas que se analizarán siguiendo el mismo ciclo PHVA

A continuación se tiene que "verificar" (V), es decir, comprobar o evaluar lo que se ha implementado, revisar si se logró llegar a la meta propuesta, ejecutar las pruebas necesarias para analizar los resultados siempre tomando en cuenta los objetivos planteados en la etapa de la planificación.

Por último se debe "actuar" (A), corregir si es necesario, ajustar los procesos o procedimientos en los cuales se han adoptado las acciones correctivas, registrar, crear estándares y documentar en función de la mejora lograda, se debe tomar acciones basados en lo que se aprendió en el paso anterior (verificar), si el cambio fue exitoso y se cumplió con el objetivo planteado se debe incorporar lo aprendido, en caso que no se cumple los objetivos se debe volver a la planificación y continuar con el ciclo nuevamente.

> Además articuló todo un procedimiento para la mejora, una guía que sirve lo mismo para resolver un problema que para marcar una estrategia. No basta con que el cliente esté satisfecho, la organización, todos los miembros, deben trabajar con la idea de mejorar, dar menos fallos, mejores productos, mejores costes, para obtener así ventajas que permitan a la empresa seguir ganado dinero en mercados en competencia. (Vega, 2012, p. 34)

El seguimiento de las oportunidades de mejora es muy importante para tener procesos o procedimientos idóneos. Se debe tener muy en cuenta que todo proceso o procedimiento es susceptible de mejora, lo que sirve hoy es muy probable que a futuro se deba mejorar, sea por una actualización tecnológica, o por una nueva estructura en la empresa, o una

maquinaria nueva. De esta forma se debe estar muy atento a las sugerencias enviadas por los trabajadores que se encuentran en el día a día en un proceso determinado. También nos debemos ajustar a las necesidades de nuestros clientes y a la tendencia que muestra el mercado tanto a nivel local como internacional.

1.3. Control estadístico de procesos

Utilizando técnicas estadísticas se puede lograr una mejora para el control de procesos con la reducción de la variación del proceso, asegurando su estabilidad y control. Se debe tomar muy en cuenta que la variabilidad es imposible de evitar, pero si se debe controlar, para ello es necesario registrar la variación para identificar las causas probables que la originan.

> La clave al administrar para la calidad es creer que la variabilidad excesiva se puede evitar. Cuando se encuentra que la salida de algún proceso no es confiable, no siempre cumple con los requerimientos, debemos examinar con cuidado el proceso y ver cómo se puede controlar … Sólo cuando el proceso esté bajo control, puede mejorarse la calidad rediseñando el proceso para reducir su variabilidad inherente. (Levin R., 2004: p. 406 y 407)

El control estadístico de procesos es muy utilizado para procesos de producción en línea y de forma masiva. En este tipo de fábricas, los directivos deben asumir un compromiso para introducir y apoyar todos los cambios que se deban realizar para mejorar la calidad de los productos fabricados, también cada operario deberá ser empoderado para que detecten e identifiquen los problemas que se generen en sus puestos de trabajo y propongan los cambios necesarios para superar estos problemas. Estos cambios deberán ser analizados en conjunto con los directivos de la empresa para evaluar el costo / beneficio de las mejoras planteadas.

Mediante el uso del control estadístico de procesos, se detectan las fallas en las que puede estar incurriendo las líneas de producción, de esta manera utilizando eficientemente la estadística se podrá realizar un análisis de las posibles causas para elevar la productividad y minimizar los errores detectados. El control de procesos es fundamental para controlar,

mejorar e innovar los procesos de fabricación o productivos, ya que nos permite la identificación oportuna de las tendencias y cambios importantes en los procesos de fabricación.

Con los datos históricos que se han recopilado durante un tiempo determinado, hasta una fecha específica denominada YTD por sus siglas en inglés *Year to Date* (En lo que va del año, es decir los datos hasta cierta fecha específica), los cuales deberán ser tabulados, normalizados y acumulados para evitar distorsiones de las mediciones registradas, se construirán gráficas de los procesos, para lo cual se realizarán los cálculos matemáticos de la media aritmética, desviación estándar, límite de control superior, límite de control inferior, ancho de banda, límite de control superior natural, límite de control inferior natural, control de proceso, índice de capacidad del proceso superior, índice de capacidad del proceso inferior. En la Tabla 1, se muestra cada uno de los parámetros a calcular con su correspondiente fórmula.

Se entiende por proceso capaz, al proceso que se mantendrá estable a lo largo del tiempo, es decir que su variación natural siempre será menor que la variación tolerada. Para verificar que un proceso sea estable, el valor de la capacidad del proceso (Cp) deberá ser mayor o igual que uno. La capacidad real del proceso (Cpk) nos indica la capacidad potencial que tiene el proceso de cumplir las especificaciones deseadas para el producto a fabricar.

En la Figura 4, se muestra un gráfico de un proceso fuera de especificaciones, ya que los valores correspondientes a noviembre del 2014 se encuentran fuera del límite superior, y el de marzo del 2015 se encuentran fuera del límite inferior. En la Figura 5, se muestra un proceso controlado, ya que todos los valores se encuentran entre los límites superior e inferior.

Tabla 1:
Parámetros del control estadístico de procesos

Parámetro	Siglas	Fórmula
Fecha que se quiere analizar	YTD	dd-mmm-aaaa
Límite de Control Superior	LCS	LCS = M2DS
Límite de Control Inferior	LCI	LCS = M2DI
Punto de Ajuste	PA	El mejor valor
Brecha (Ancho de Banda)	BA	BA = LCS - LCI
Media del Indicador	$\bar{X}$	$\bar{X} = \frac{\sum_{t=1}^{n} X_{t-1}}{N}$
Desviación Estándar	σ	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{N}}$
Capacidad del Proceso	Cp	$Cp = \frac{LCS - LCI}{6\sigma}$
Capacidad potencial de cumplir con especificaciones superior	Cpks	$Cpks = \frac{LCS - \bar{X}}{3\sigma}$
Capacidad potencial de cumplir con especificaciones inferior	Cpki	$Cpki = \frac{\bar{X} - LCI}{3\sigma}$
Límite de Control Natural Superior	LCSN	LCSN = M2DS
Límite de Control Natural Inferior	LCIN	LCIN = M2DI
Límite Superior con 3 σ	M3DS	$M3DS = \bar{X} + 3\sigma$
Límite Superior con 2 σ	M2DS	$M2DS = \bar{X} + 2\sigma$
Límite Superior con 1 σ	M1DS	$M1DS = \bar{X} + 1\sigma$
Límite Inferior con 3 σ	M3DI	$M3DI = 3\sigma - \bar{X}$
Límite Inferior con 2 σ	M2DI	$M2DI = 2\sigma - \bar{X}$
Límite Inferior con 1 σ	M1DI	$M1DI = 1\sigma - \bar{X}$

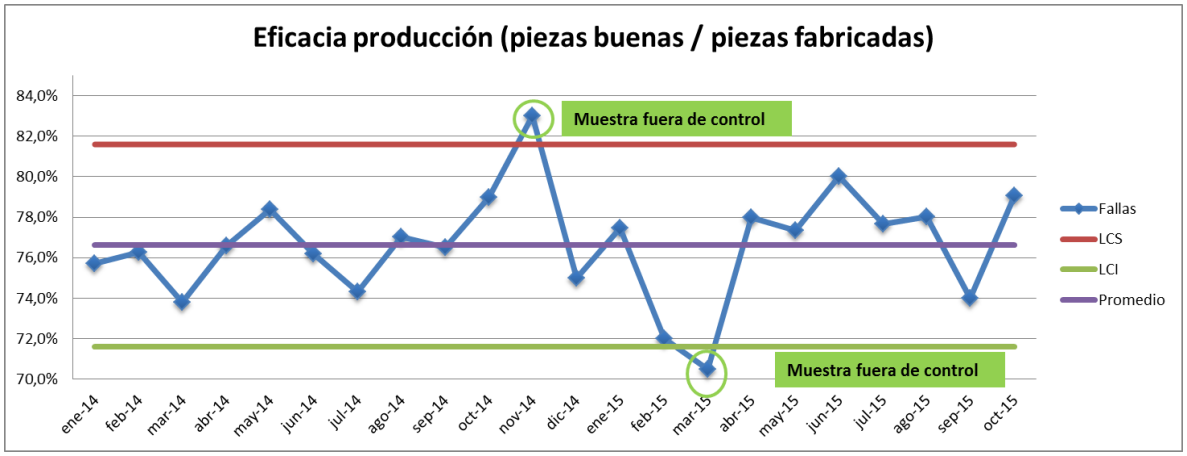


Figura 4: Proceso fuera de control

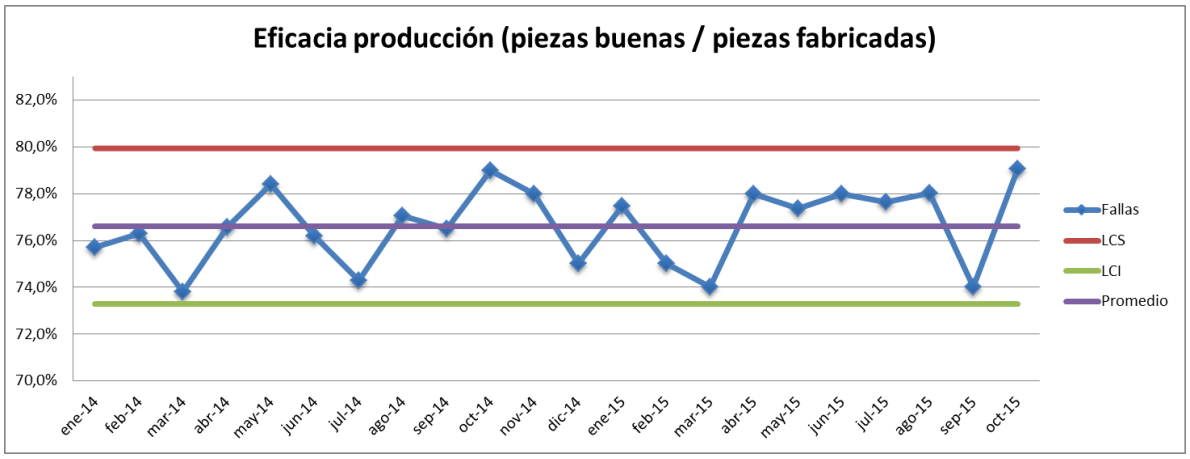


Figura 5: Proceso controlado

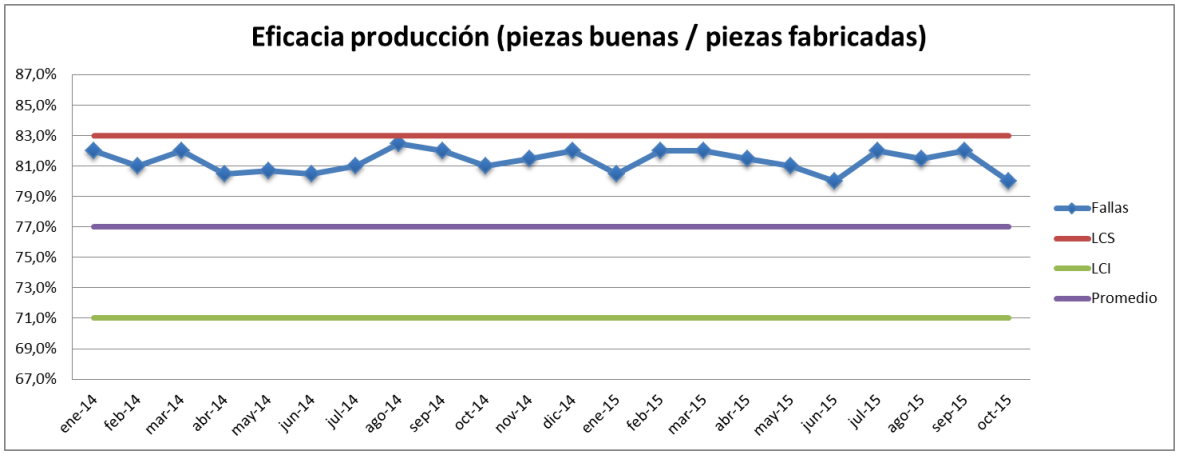


Figura 6: Proceso con desvío permanente

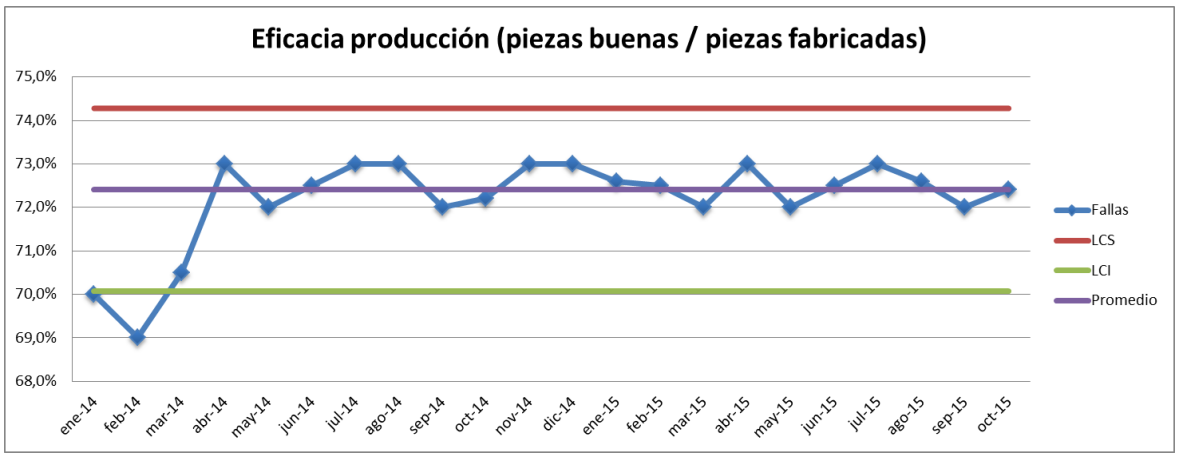


Figura 7: Proceso controlado con datos iniciales fuera de rango

En la Figura 6, se muestra la gráfica de un proceso con desviación permanente (*offset*), a pesar de estar dentro de los límites, tiene una tendencia hacia el límite superior y no tiene simetría con la media. En la Figura 7, se indica la curva de un proceso controlado con datos fuera de rango al inicio, los problemas al inicio no deben preocupar ya que para eso se toman las opciones de mejora para estabilizar el proceso a lo largo del tiempo. Cuando un proceso no está estable, si la variable no está normalizada. Si luego de normalizar la variable el proceso sigue inestable, se debe acumular los datos, ya que existe estacionalidad en los datos.

1.4. Gestión del rendimiento

Para Bacal (2009) "Gestionar el rendimiento es crear relaciones y asegurar la comunicación efectiva. Es concentrarse en aquello que empresas, directivos y empleados necesitan para prosperar" (p. 5). Esto quiere decir que se deben establecer metas y objetivos claros que sean debidamente comunicados a los empleados de la organización para que todos se enfoquen en alcanzarlos para el beneficio personal y de la empresa en general.

La gestión del rendimiento también es conocida como la gestión del desempeño en varias organizaciones, y consiste en garantizar la mejora continua asegurando tanto el logro de los objetivos de la empresa como el logro de los objetivos de cada empleado de la empresa. Se busca estimular el buen rendimiento, es decir que los empleados den su mejor esfuerzo, y mejorar el compromiso que el colaborador tiene para con la empresa.

Con el uso de esta herramienta también se logra identificar el aporte que cada uno de los colaboradores ha realizado para cumplir las metas propuestas de la empresa, y también logra verificar las diferentes necesidades que los empleados requieren para mejorar su aporte en la organización, las necesidades más comunes en las organizaciones es la capacitación a los empleados.

A través de esta herramienta se puede conocer el clima organizacional que se tiene en una empresa, el nivel de satisfacción de los empleados y el empoderamiento que existe en los colaboradores de la organización, así como también el esfuerzo realizado en equipo orientado a la mejora de los procesos para fabricar productos de calidad que se ofrecen a los clientes, y también enfocándose en el cumplimiento de las fechas de entrega en tiempo y forma.

Uno de los pilares fundamentales es incentivar la comunicación efectiva entre el gerente general y sus empleados, esto es algo muy importante ya que ayuda para mejorar la productividad, si los empleados no tienen claras las metas trazadas es muy difícil que se

puedan lograr avances significativos para la consecución de esas metas. Se debe evaluar el pasado, para obtener las oportunidades de mejora que vamos a emprender en el presente y futuro, desarrollando las ventajas competitivas identificadas, la organización deberá ser reorganizada y rediseñada en función de los objetivos a alcanzar.

Por lo tanto se deberá evaluar de forma continua a los colaboradores, esta evaluación se la deberá realizar por lo menos dos veces al año, luego de la evaluación, el jefe deberá realizar una retroalimentación al subordinado y se establecerán compromisos de mejora entre el jefe y el colaborador, se establecerá una fecha límite para el cumplimiento de estos compromisos y el jefe deberá realizar una supervisión continua que asegure este cumplimiento.

1.5. Mejoramiento continuo

El mejoramiento continuo es una herramienta poderosa que todas las organizaciones deberían utilizar en todos sus procesos y en todas sus áreas. Sin contar con un mejoramiento continuo, la empresa y por ende sus empleados corren un gran riesgo que es caer en el estado de confort, es decir creer que se ha llegado a su límite y se ha conseguido todo, tal como se muestra en la Figura 8. Sin verificar que siempre se van a tener cosas por hacer y mejorar aunque sea mínima la mejora.

> ¿Qué es el mejoramiento? El mejoramiento puede dividirse en KAIZEN e innovación. KAIZEN significa mejoras pequeñas realizadas en el *statu quo* como resultado de los esfuerzos progresivos. La innovación implica una mejora drástica en el *statu quo* como resultado de una inversión más grande en nueva tecnología y/o equipo. (Imai, 2001, p. 42 y 43)

La filosofía Kaizen es genérica por lo que se puede utilizar en cualquier aspecto de la vida, ya que se basa en el mejoramiento continuo, este mejoramiento puede ser en las personas, en la educación, en la salud, en el lugar de trabajo, en el hogar, en el colegio, en las escuelas o en las universidades. En Japón esta filosofía ha tenido una alta incidencia en la fabricación de productos de calidad, es en lo que se enfocan los altos directivos de las

empresas de éxito como por ejemplo Toyota, Nissan, Sony, entre otras; y esta misma filosofía es lo que se ha replicado en varias empresas del hemisferio occidental.

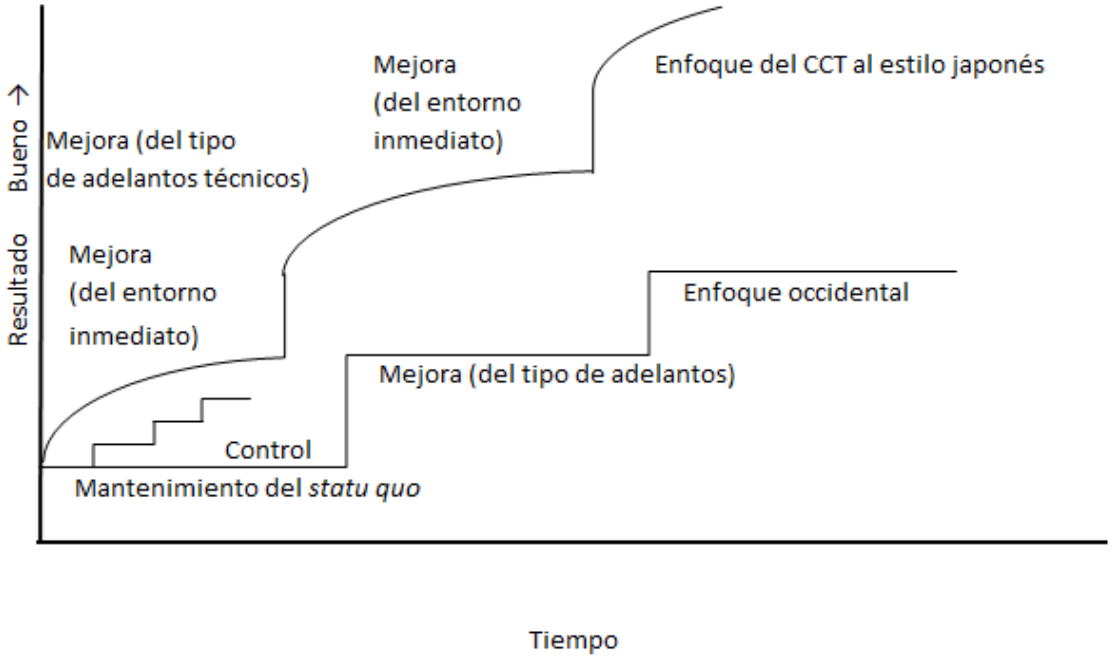


Figura 8: La filosofía del control y la mejora
Fuente: (Ishikawa, 1989, pág. 77)

Al aplicar la mejora continua siempre se busca hacer las cosas mejor cada día, la mejora se la debe realizar paso a paso, es decir de forma escalonada. La metodología más aplicada a la mejora continua es el *Kaizen* que es una derivación de dos ideogramas japonesas que significan: *KAI* = Cambio, *ZEN* = Bueno (para mejorar) que es un término que nace a raíz de la segunda guerra mundial cuando Japón pasó a ser de un país agrícola a un país industrial con productos de calidad. Es una toda una filosofía milenaria enfocada en un mejoramiento integral, todos los días, en todo lugar y en todo momento, es decir es toda una filosofía de vida.

Cualquier cambio o cualquier mejora se debe primero interiorizar, es decir hacerlo desde adentro hacia afuera para lograr el impacto deseado. En una empresa se debe contar con el apoyo decidido de la alta dirección, se debe innovar para mejorar constantemente lo que estamos haciendo, en ese sentido el recurso humano es el mejor para la innovación.

Siempre se debe mejorar nuestra propia marca personal, entender que la competencia es con uno mismo o con la misma organización, se tendrá una competencia sana, para lo cual se debe cumplir nuestras promesas personales y los compromisos adquiridos con los grupos de interés de la empresa.

Para lograr una mejora continua eficiente, se debe tener un equipo de trabajo lo suficientemente motivado y debe existir una excelente comunicación entre todos los departamentos de la organización, con excelente líderes que colaboren con la guía del equipo de trabajo para aplicar la innovación requerida para ajustarse al entorno, ya que la variación del entorno no lo podemos controlar, por eso es tan importante contar con una mejora continua.

La transformación para generar un cambio es labor de todos los integrantes de la empresa, y se debe tener muy en cuenta lo expresado por Jim Rhon: "Para que las cosas cambien, tú tienes que cambiar. Para que las cosas mejoren, tú tienes que mejorar". Esto equivale a decir que si se quiere tener resultados diferentes, se deberán modificar los procesos o procedimientos y gestionar el cambio con el personal.

1.6. *Just in time (JIT)*

Las empresas se enfrentan con frecuencia a diferentes tipos de problemas, antes se planteaban soluciones a estos problemas de una manera superficial, lo que conllevaba a que los problemas se vuelvan a presentar, estas soluciones superficiales eran entre otras, rehacer las piezas defectuosas, acumulando existencias de seguridad (inventario) e implementando demasiados controles e inspecciones. Si bien se solucionaban los problemas y se mantenía la producción, también encarecía el producto, lo cual hacía a las empresas no competitivas en mercados cada vez más exigentes.

> *Just in Time* es una filosofía, es una manera de pensar, es la forma de hacer las cosas sencillas y simples en el menor tiempo, es pensar en aquellas actividades que no le agregan valor al producto y la forma de eliminarlas, es decir disminuir el desperdicio (tiempo – costo). (Bello, 2013, p. 374)

Ante estas soluciones tradicionales y superficiales de remediar los problemas, sin atacar la causa raíz, *Just in Time* propone un enfoque diferente de los problemas, primero se debe identificar y evidenciar los problemas, no ocultarlos, luego se deben eliminar los desperdicios (que es todo lo que no agrega valor al producto), simplificar los procesos y procedimientos productivos y por último centrarse en la demanda de los clientes.

Los inventarios de reserva ocultan los problemas y las ineficiencias de los procedimientos productivos, encarecen el producto y el fabricante se siente tranquilo porque tiene productos para cumplir con los clientes, sin darse cuenta que no se ha eliminado la causa raíz del problema y más bien ha encarecido su producto. Al analizar los problemas se llega a la simplificación de la producción, promoviendo el uso de lo estrictamente necesario, en el último momento posible para la obtención de productos de calidad y a precios competitivos, esto se puede apreciar en la Figura 9. Para la obtención de estos propósitos, se busca realizar las cosas bien a la primera y así evitar los reprocesos que complican el flujo normal de la producción.

Aplicando la técnica *Just In Time*, una empresa busca que los procesos internos sean más eficientes, simples y sencillos, la idea es evitar la burocracia interna, propia de los procesos caducos o empíricos, en los cuales se malgasta tiempo y recursos tanto humanos como materiales. También se busca involucrar a las personas que están inmersas en los procesos productivos, ya que ellos generan ideas más prácticas, se debe tener mucho cuidado en no caer en actividades estratégicas sin control.



Figura 9: La filosofía del Just in Time
Fuente: Internet

En las organizaciones se debe buscar la optimización de sus recursos, en todas sus áreas, como por ejemplo en compras, al realizar la adquisición de materiales de buena calidad y no sólo fijarse en el precio, según Kaplan (2004) explica "Los mejores proveedores son los de bajo costo, no sólo del bajo precio. El precio de compra es sólo un componente del costo total de adquirir materiales" (p. 98). También se debe revisar la distribución de los productos, buscando las rutas más eficientes para evitar pasar dos veces por un mismo sector; en la fabricación de los productos, evitando el desperdicio de materiales y tiempo, en el almacenamiento de los materiales e insumos para no demorar el proceso de fabricación, inclusive se deberá verificar la disposición física de las diferentes áreas de la organización para que los procesos sean fluidos. De esta forma se estará incrementando la utilidad de la empresa, lo cual redundará también en beneficios a los empleados y a todo el grupo de interés de la empresa.

Al implementar *Just in Time*, el resultado neto es un aumento de la calidad, un suministro de un producto al más bajo costo, entrega del producto al cliente en tiempo y forma, logrando brindar seguridad tanto al proveedor como al cliente final. En este cambio es muy necesaria la participación activa del personal de la empresa en todas las actividades de mejora que es lo que va a soportar la implementación y aplicación de esta filosofía dentro de la organización.

Los mayores desperdicios que existen en una organización son: los desperdicios por sobreproducción, los desperdicios por exceso de inventario, los desperdicios de procesamiento, los desperdicios por transporte, los desperdicios por movimiento, los desperdicios por tiempos de espera, los desperdicios por fallas y reparaciones. Detectar cada una de estos desperdicios es la labor fundamental de directivos y personal de apoyo para incrementar la productividad de la empresa.

1.7. Técnicas y herramientas

1.7.1. Recolección de datos

La recolección de datos es una herramienta básica para cualquier proyecto de investigación, ya que es la base para conocer desde donde vamos a partir y hacia donde queremos llegar. Sin una adecuada recolección de datos, el proyecto puede carecer de veracidad y los objetivos no se podrán cumplir, o el proyecto se enfocará en metas diferentes a las que realmente necesita una empresa.

Según lo explicado por Levin (2004), “Los datos pueden provenir de observaciones reales o de registros elaborados con otros propósitos. Por ejemplo con fines de facturación e informes médicos. Esta información puede organizarse para producir datos que los especialistas en estadística pueden describir e interpretar” (p. 8).

Existen varias técnicas para la recolección de datos, estas técnicas son un grupo de procedimientos que permite establecer una relación entre la persona a cargo de la investigación y el objeto o persona a investigar. La persona que va a llevar a cabo la

investigación, también se va a apoyar en diferentes instrumentos que son los mecanismos que utilizará para recolectar y registrar de una forma óptima los datos para luego ser analizados.

Se debe tomar muy en cuenta que los datos son hechos referentes a una persona o cosa, para que los datos tengan importancia se debe dar un significado a esos datos, de esta forma se obtiene la información. La información es un mensaje que puede ser entregado de diversas formas, puede ser un documento, una comunicación audible, o una comunicación visible, se debe tomar muy en cuenta que la información siempre tendrá una relevancia y un propósito.

La información que va a servir para un determinado proyecto podrán recolectarse de diferentes maneras y de diversas fuentes, entre las principales constan las siguientes:

- Entrevistas con directivos y responsables de proyectos.
- Entrevistas con personal de apoyo.
- Investigación de archivos de la organización.
- Revisión de balances generales.
- Revisión de declaraciones de impuestos.
- Revisión de los estados financieros de la empresa.
- Seguimiento de tiempos y movimientos en las diferentes etapas del proceso.
- Inspección de las áreas de la empresa involucradas.
- Observación detenida y no participante de los procesos involucrados.
- Encuesta a una selección de empleados y clientes de la organización.

Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado al recolectar los datos más precisos que se requieren para tener éxito en la investigación. Se deben evitar los datos basados en la experiencia de los directivos o datos inexactos que pueden conllevar a un gran error en el resultado de los análisis. Siempre es necesario contrastar los datos obtenidos con el fin de

evitar cualquier distorsión que se pueda tener a lo largo del proyecto en curso. Se debe tomar muy en cuenta los datos estadísticos de seguimiento que la alta dirección registra para el seguimiento de la productividad de la empresa.

Una vez recolectados los datos, estos deben ser procesados y agrupados para ser estudiados y analizados detenidamente para sacar una conclusión de los mismos. Luego del análisis se procede a establecer estrategias para verificar la causa raíz de los problemas detectados y las estrategias que se van a seguir para evitarlos o minimizarlos.

1.7.2. Diagrama de Pareto

Se denomina diagrama de Pareto en reconocimiento al economista italiano Vilfredo Pareto. De acuerdo a lo indicado por Webster (2000) "Los diagramas de Pareto con frecuencia expresan la regla 80/20: el 80% de todos los problemas se debe al 20% de las causas" (p. 8).

> Es el instrumento que utilizamos para definir las cosas más importantes, en las que centraremos la atención, aplicando lo que llamaremos la ley universal de las prioridades. Esa ley nos proporciona una orientación fundamental para la resolución de cualquier problema: en cualquier situación, en cualquier problema, existen siempre poquísimos factores importantes y muchísimos factores de escasa importancia. (Galgano, 1995, p. 96)

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el diagrama de Pareto es muy utilizado para detectar las causas de las fallas o problemas que se evidencian en un proceso productivo, diferenciando los problemas que más afectan al proceso de los que afectan en menor grado, este principio es también llamado el de los pocos vitales, muchos triviales, debido a que por lo general dos o tres causas son las que más problemas generan frente a varias causas que producen problemas pequeños.

La manera de obtener la gráfica es la siguiente: primero se debe establecer las causas que se van a analizar, luego estas causas deben tener la misma unidad de medida para que se

puedan comparar adecuadamente. Se debe determinar el período de tiempo en el cual se va a realizar el análisis de los datos recopilados. Se debe aclarar que el diagrama de Pareto, es un gráfico en dos ejes (bidimensional), en el eje vertical o de las ordenadas (Y), se escribirá la escala de frecuencias, en el eje horizontal o de las abscisas (X), se colocará las causas ordenadas en forma descendente. Luego se dibujará una barra para cada una de las causas con una altura correspondiente a la frecuencia que se presenta esta causa. Si existen causas con mínima frecuencia, se pueden agrupar. Enseguida se tiene dibujar una línea de la frecuencia acumulada sobre el mismo gráfico pero con un eje vertical secundario, en el cual se fijará la escala de porcentaje de la frecuencia acumulada. A continuación se trazará una línea horizontal desde el 80% que cortará a la línea de frecuencia acumulada desde el corte se trazará una vertical hacia el eje horizontal de esta forma se dividirán las causas. Las causas que quedan a la derecha son las que más problemas causan y las que se deben atacar, las causas que quedan a la izquierda son las que menos problemas generan y que deberán ser analizadas a futuro.

Al analizar con detenimiento la gráfica resultante se puede programar la ejecución de las correcciones de los problemas más graves de una forma prioritaria dentro de una empresa, para mejorar los procesos productivos. Esta es la principal ventaja de esta herramienta que representa el impacto de las causas de una manera visual, rápida y muy intuitiva para las personas encargadas de tomar los correctivos. Debido a que no es posible atacar a todas las causas se debe priorizar con las de mayor impacto.

Un ejemplo práctico de esta herramienta, es el siguiente, en una empresa proveedor de servicios de telecomunicaciones se han registrado varios reclamos de clientes por no contar con el servicio contratado. El departamento técnico ha realizado un seguimiento a las llamadas de los clientes durante un mes y ha analizado los informes técnicos de las visitas a los clientes para verificar las causas. En la Tabla 2 se muestran los datos tabulados. Una vez que se tienen los datos tabulados se debe obtener la frecuencia con la que ha incidido cada causa, también se deberá obtener la frecuencia acumulada de cada una de ella, tal como se muestra en la Tabla 3. Por último se grafica tanto las causas como la frecuencia acumulada, como se puede apreciar en la Figura 10.

Tabla 2:
Análisis de afectación a clientes

Causas de afectación a clientes	Número de llamadas
Acometidas inducen ruido	143
Falla de equipo pasivo	93
Falla de equipo activo	32
Corte de cables	22
Falla en conectores	18
Robo de equipos	9
Total	317

Tabla 3:
Análisis de afectación a clientes con frecuencias

Causas de afectación a clientes	Número de llamadas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Acometidas inducen ruido	143	45,11%	45,11%
Falla de equipo pasivo	93	29,34%	74,45%
Falla de equipo activo	32	10,09%	84,54%
Corte de cables	22	6,94%	91,48%
Falla en conectores	18	5,68%	97,16%
Robo de equipos	9	2,84%	100,00%
Total	317	100,00%	

Como se puede apreciar en la Figura 10, las principales causas que afectan en mayor medida al servicio del cliente son: las acometidas que inducen ruido y las fallas de los equipos pasivos, de esta forma las cuadrillas que se encargan de ejecutar los mantenimientos correctivos y/o preventivos deberán enfocarse en minimizar los efectos de estas causas en la afectación de los servicios contratados por los clientes de la empresa. Como una muestra de mejora continua, se podría evaluar nuevamente en un periodo de tiempo que considere prudente la alta gerencia para generar un nuevo diagrama de Pareto con las nuevas causas que sean detectadas en su momento.

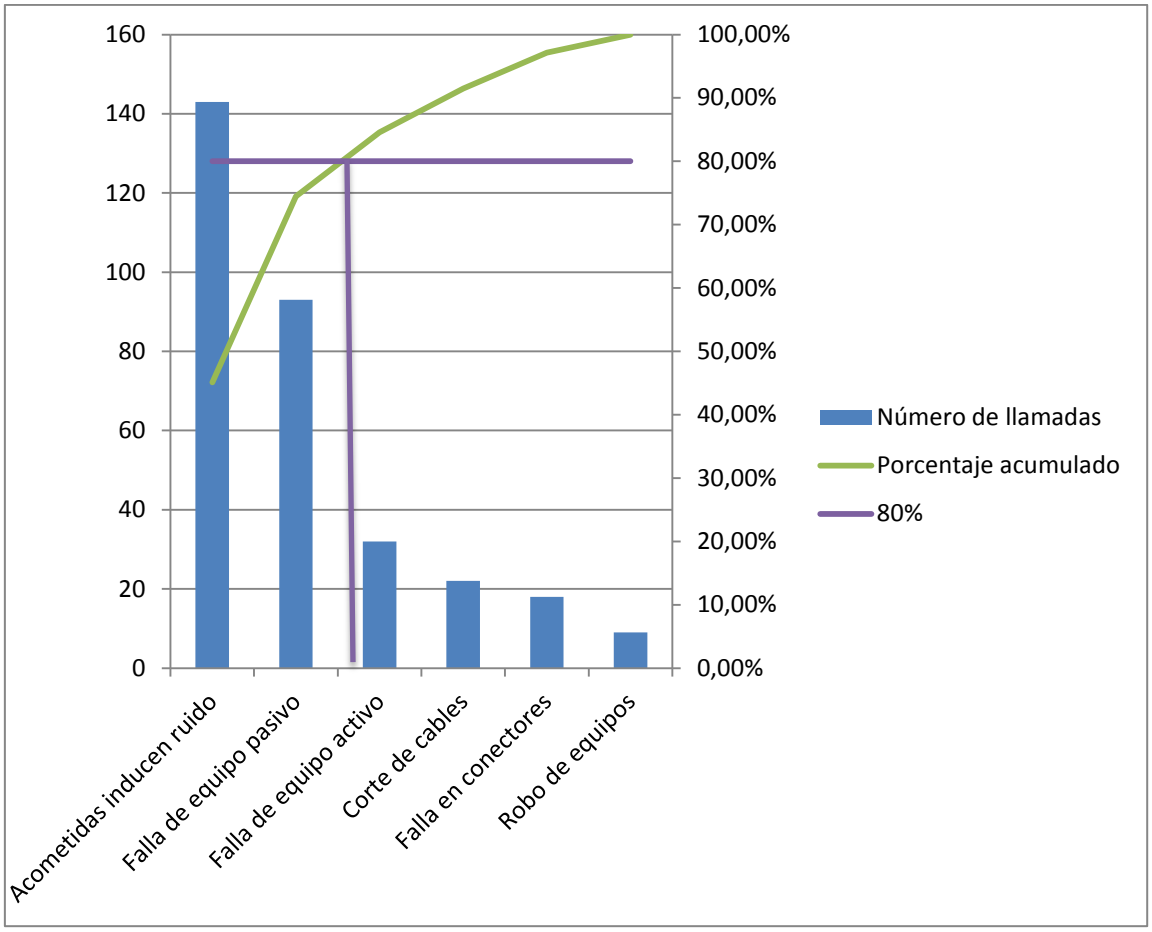


Figura 10: Diagrama de Pareto para las causas de afectación a clientes

1.7.3. Estratificación

De acuerdo a lo explicado por Gutiérrez (2010) "La estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de tal forma que se puedan localizar las fuentes de la variabilidad" (p. 178).

> La estratificación consiste en dividir los datos recogidos en grupos homogéneos para facilitar una mejor comprensión del fenómeno estudiado. A cada grupo homogéneo se lo denomina estrato. Esta técnica permite investigar los aspectos más significativos o las áreas más importantes donde es necesario centrar la atención". (Camisón, 2006, p. 1244)

En resumen, en función de la explicación dada por los dos autores antes citados, mediante el uso de la herramienta de la estratificación se busca ordenar y organizar los datos que se obtienen mediante la observación de un proceso, o los datos existentes a lo largo de la historia de una empresa. Con esta herramienta se busca obtener una mejor visión de los posibles problemas que afectan a una empresa, de esta forma se puede también evaluar las posibles causas que generan dichos problemas.

Para construir un adecuado gráfico de las variables que se van a estratificar, se deben seguir los siguientes pasos: primero se debe establecer lo que se va a analizar, luego se deberán recabar los datos inherentes a la característica o fenómeno que va a ser estudiado, a continuación se seleccionan los diferentes estratos (es el grupo homogéneo en el que se van a dividir los datos recopilados de una investigación) en los que se van a agrupar los datos recopilados, los datos podrán ser clasificados en función del tiempo (segundos, minutos, horas, días, semanas, quincenas, meses, trimestres, semestres, años, etc). También podrían ser clasificados en relación a los empleados de una línea de producción (antigüedad, sexo, horas laboradas, experiencia, nivel de capacitación, etc.). Otra de la clasificación más utilizada es por la clase de materiales que se van a utilizar (proveedor, fecha de caducidad, fecha de fabricación, lote, composición, etc.). Se deberán utilizar la clasificación más acertada para realizar un análisis más exacto. El paso siguiente es clasificar los datos en los grupos homogéneos en relación a los factores de estratificación que se van a utilizar. Después se realizará la representación gráfica de cada grupo homogéneo de los datos que se van a analizar, para realizar este análisis, se pueden utilizar varias herramientas estadísticas, ente las más conocidas están los histogramas o el diagrama de Pareto que ya lo explicamos en el apartado anterior. Por último se deben comparar los diferentes estratos en los que se agruparon los datos, para asegurarse que la estratificación va a servir para la interpretación correcta de los datos, se deberá observar grandes diferencias.

Como se ilustró en la Figura 10, se muestra un ejemplo de la estratificación para las causas de afectación a los clientes, en el cual se muestran los diferentes estratos que se tomaron en cuenta para construir la gráfica.

1.7.4. Indicadores

Un indicador puede ser una relación o no, puede ser la expresión cualitativa o cuantitativa de una variable que permite observar el comportamiento de una persona, un sistema, un proceso o simplemente de una actividad específica. Los indicadores podrán ser de control o de apoyo para la toma de decisiones, en función de las características que midan.

Los indicadores son la base fundamental de una investigación, ya que transforman los datos en información útil, agregan valor para la toma de decisiones, que permitirán mostrar los avances o los logros alcanzados en función de los objetivos planteados. Con los resultados obtenidos en los indicadores, permite establecer objetivamente planes de acción para llegar a una meta común de la empresa, tomando las decisiones de una forma más acertada, con una evidencia cuantitativa.

Las características principales que deben tener los indicadores son que deben ser exactos, es decir deben mostrar la realidad de la medición efectuada, se debe indicar la situación tal como se presenta en su debido momento. Pueden ser mostrados de diferentes maneras, cuantitativa, cualitativa, gráfica, impresa, detallada, todo esto en función de la necesidad que se tenga de registrar la medición.

Se debe tener una frecuencia de recolección definida, se debe establecer claramente una cobertura específica en función de la variable a la cual se va a aplicar la medición. Existen indicadores tanto externos como internos a la organización, pero siempre se deberá tener una alta confiabilidad de la fuente de la cual se extraen los datos. Los indicadores internos de la organización por lo general se refieren a los indicadores de desempeño que son los que muestran la dirección que está tomando una determinada empresa, y el cumplimiento de los objetivos planteados a través de una estrategia predeterminada.

> Los indicadores críticos de desempeño representan el valor de éxito o fracaso de un objetivo estratégico; mientras que las metas son los compromisos. Asimismo, los indicadores son impulsores o inductores del desempeño de la organización. En tanto, los planes o iniciativas de acción son las actividades clave (medios) para hacer realidad las metas. (Gutiérrez, 2010, p. 136)

Existen varios tipos de clasificación de los indicadores, si se clasifican por su uso podrán ser de seguimiento y de desempeño; si se clasifican por el modelo podrán ser numéricos y cualitativos; si se clasifican por su forma de recopilación podrán ser con dispositivo o sin dispositivo.

También se pueden clasificar los indicadores de acuerdo al cuadro de mando integral, y pueden ser de: aprendizaje y conocimiento, procesos internos, partes interesadas y económicos.

Si a los indicadores se los clasifica de acuerdo al análisis, existen indicadores de tendencia e indicadores puntuales.

Según lo que midan los indicadores (dimensiones del desempeño), pueden ser: eficacia, calidad, eficiencia o economía y según la etapa del proceso productivo, pueden ser: insumos, procesos, productos (bienes o servicios), resultados (intermedios o finales).

El indicador es un dato que suele ser utilizado para comparar desempeños en distintos periodos o entre dos personas que ocupan un mismo puesto dentro de una organización, o para evidenciar un avance o un retroceso en un determinado proceso productivo. En base a los indicadores, los directivos de una empresa pueden tomar decisiones más acertadas para el bien de la empresa.

En términos generales los indicadores deben ser sencillos de obtener, de una manera fácil y rápida. Tampoco se deben utilizar mayores recursos tanto personales como materiales, es decir deben ser económicos, los indicadores tienen que brindar una respuesta inmediata, es decir, brindar una señal positiva o negativa. Deben brindar un significado del desempeño dar un resultado. Además para realizar un correcto análisis de los indicadores, se tienen que normalizar sus valores siempre que sea posible, y obviamente dependerá del tipo de indicador, si el indicador es puro no será necesario normalizarlo.

Se debe tener mucho cuidado al trabajar con los indicadores, ya que podemos tener una mala interpretación de los mismos debido a la variabilidad de los resultados, no se debe confiar en los indicadores si al graficar los datos obtenidos existe mucha variación, tampoco si existe estacionalidad, la solución para evitar la estacionalidad es acumular los datos. Al graficar los datos de los indicadores diferenciales se los debe realizar con una barra y los datos de los indicadores acumulados se graficarán con una línea continua. Los datos acumulados nos indican la tendencia y la tendencia de un proceso es una herramienta válida para orientar los objetivos de la organización. Para analizar un proceso siempre se deben analizar tanto los valores diferenciales como los valores acumulados (tendencia).

En conclusión, los indicadores en un proceso productivo servirán a la alta directiva para tomar decisiones, corregir, mantener y mejorar, en una organización determinada, en función de los resultados obtenidos.

2. MARCO SITUACIONAL

En este capítulo se va a explicar: la presentación de la empresa, su ubicación geográfica, la estructura que mantiene Freyse Cía. Ltda., las funciones de los distintos departamentos, y los datos de inicio o también denominado línea base (es el valor que tiene un indicador antes de iniciar las acciones de mejora) de la presente investigación, de cada uno de los objetivos planteados.

2.1. Presentación de la empresa Freyse Cía. Ltda.

Freyse Cía. Ltda., fue constituida el 4 de agosto de 1983, y el 16 de octubre del año 2001 se hizo el aumento de capital, es una empresa familiar, que está conformada por los hermanos Freire Jiménez. La empresa está dirigida desde sus inicios por el Ing. Hugo Enrique Freire Jiménez, que ocupa la gerencia general.

Es una empresa dedicada a la fabricación de elementos en aluminio arquitectónico y vidrio, para satisfacer las necesidades de los clientes en las diferentes etapas de la construcción de los diversos tipos de edificaciones que sus clientes construyen a lo largo de la geografía ecuatoriana continental.

A lo largo de estos años, la empresa se ha adaptado a los constantes cambios que sus clientes demandan en cuanto a los productos en aluminio y vidrio se refiere, lo que le ha permitido crecer e incrementar su rentabilidad. Los clientes más grandes que tiene la empresa Freyse Cía. Ltda., son los constructores de edificios, urbanizaciones y conjuntos cerrados así como también los arquitectos que se dedican a brindar mantenimiento a las casas de lujo; ya que por su volumen constituyen la principal fuente de trabajo para la empresa.

Adicional, también se atiende a los clientes de baja demanda, que requieren puertas de baño, espejos, pasamanos o un número reducido de ventanas o puertas para sus domicilios. De esta forma, la empresa atiende tanto a clientes de alta demanda como a los clientes de baja demanda. La empresa también brinda el servicio de mantenimiento de los diferentes elementos de aluminio y vidrio que el cliente requiera, también la reposición de vidrios o espejos que por algún accidente se encuentren rotos.

Una de las políticas de Freyse Cía. Ltda., es presentar el presupuesto que cualquier cliente requiera, sin costo para el cliente, es decir la empresa asume los costos que involucren: tomar las medidas, realizar los cálculos del material requerido, verificar los costos de los materiales necesarios, elaborar el presupuesto solicitado y la presentación del mismo al cliente final.

2.2. Ubicación geográfica de la empresa

Freyse tiene su oficina en el sector de la Mariscal, Santa María E4-377 y Av. Amazonas oficina 303, tal como se muestra en la Figura 11; y la fábrica se encuentra en la Olmedo S7-55 y Montalvo parroquia de Conocoto, ver la Figura 12.

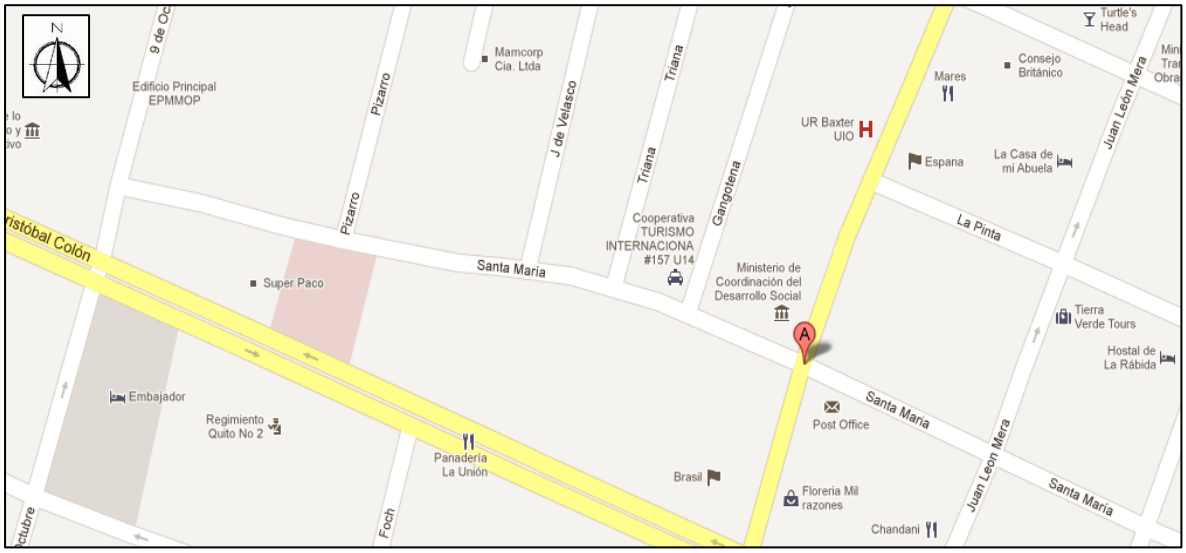


Figura 11: Ubicación de la oficina de Freyse

Fuente: Google Map

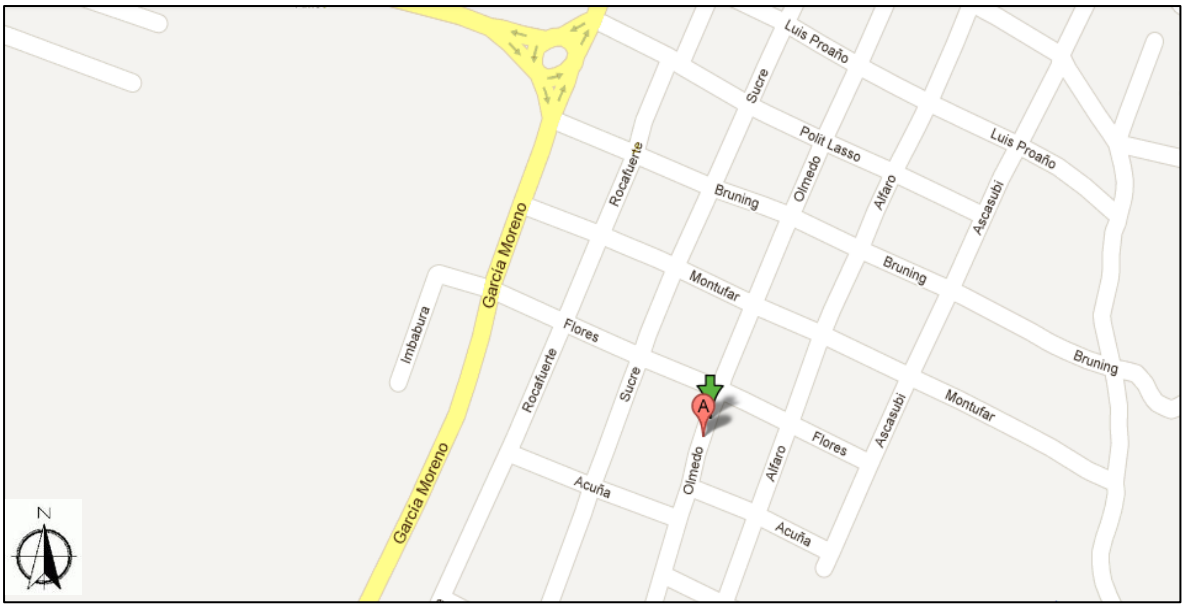


Figura 12: Ubicación de la fábrica Freyse

Fuente: Google Map

2.3. Estructura de la empresa Freyse Cía. Ltda.

Freyse Cía. Ltda., tiene una estructura lineal tal como consta en la Figura 13, liderada por el Ing. Hugo Freire Jiménez como gerente general. La empresa tiene un contador, una asistente de gerencia, un gerente comercial y un jefe de planta que reciben órdenes y son supervisados directamente por el gerente general

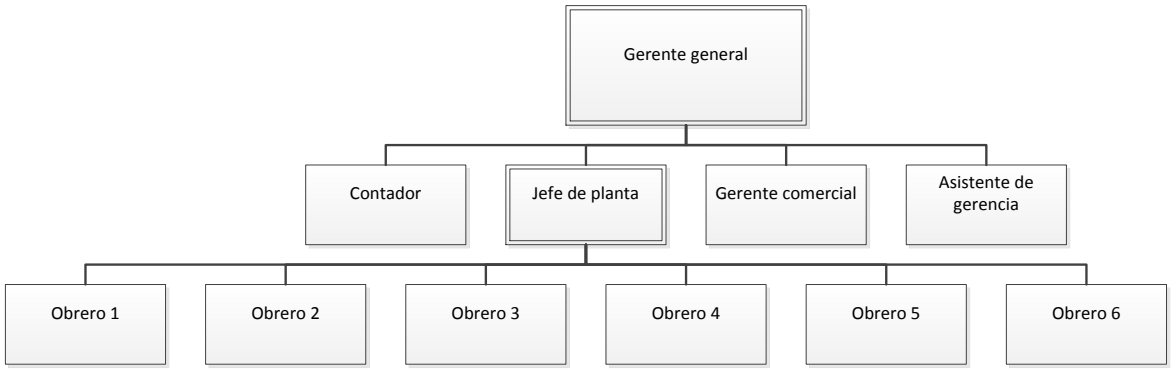


Figura 13: Organigrama de Freyse

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

En la fábrica, está el jefe de planta que a su vez supervisa las actividades de 6 obreros. Todos los obreros que laboran en la fábrica están capacitados para realizar todas las actividades de: corte de aluminio; corte de vidrio; armado de ventanas y puertas, empacado de ventanas y puertas; así como también conocen la forma de instalar todos los elementos fabricados. La fábrica está distribuida en las siguientes áreas:

- Área para el corte de aluminio.
- Área para el ensamblado de elementos de aluminio.
- Área para el corte de vidrio.
- Estanterías para almacenar perfiles de aluminio.
- Caballetes para almacenar vidrios.
- Área para almacenar los desechos.

2.4. Análisis del proceso de fabricación

El proceso de fabricación de ventanas de aluminio, que se llevaba a cabo al inicio de la investigación, consta de las siguientes actividades:

a) El cliente tiene una necesidad de instalar o dar mantenimiento a elementos de aluminio y vidrio en su residencia o en alguna obra que se encuentre construyendo, por este motivo, se contacta con Freyse Cía. Ltda. para solicitar una visita y exponer sus necesidades, adicional indica los datos mínimos necesarios (dirección, persona de contacto, teléfono de referencia) para tomar las medidas previas para la elaboración del presupuesto requerido.

b) El jefe de planta asiste al lugar indicado por el cliente para realizar la visita y tomar las medidas de los elementos de aluminio y vidrio a fabricar, adicional recabará la información acerca del tipo de ventanas o puertas; el color de aluminio y el color del vidrio que requiere el cliente e indicará al cliente una fecha compromiso de entrega del presupuesto solicitado.

c) El jefe de planta entrega las medidas de los elementos a cotizar más la información recabada al cliente al gerente comercial para que elabore el presupuesto correspondiente.

d) El gerente comercial ingresa a una hoja de cálculo diseñada en Excel, previamente definida; las medidas de los elementos que requiere el cliente, el tipo de perfiles que se van a necesitar en función de las características de cada uno de esos elementos, el color del aluminio y el color del vidrio. Con toda esa información, la hoja de cálculo entregará el valor de cada uno de los elementos, así como también el número de perfiles, las planchas de vidrio y los accesorios que se deben comprar para la fabricación de los elementos de la obra que se está cotizando.

e) El gerente general revisa el presupuesto, si existe algún error solicita al gerente comercial que corrija lo detectado, si no existe error aprueba el presupuesto y solicita a la asistente de gerencia que redacte el presupuesto para ser enviado al cliente.

f) El cliente recibe el presupuesto, lo analiza, negociará con el gerente general y si está de acuerdo, se firmará el contrato correspondiente.

g) En base al presupuesto presentado al cliente, el gerente general realiza el pedido del aluminio, vidrio y los accesorios necesarios para la fabricación de lo contratado por el cliente.

h) El jefe de planta recibe los materiales comprados, revisa que las cantidades y el color estén de acuerdo a la factura de compra, para posteriormente los obreros lo almacenen en las estanterías correspondientes.

i) El gerente general contacta al cliente para conocer el estado de la obra civil, si ya están enlucidos los filos de las ventanas y las fachadas están terminadas, solicitará al jefe de planta y a un obrero para que se encarguen de tomar las medidas definitivas en la obra.

j) Con las medidas definitivas, el jefe de planta, procede a generar las hojas de producción, aquí se realiza el cálculo de los descuentos que se deben aplicar en función del tipo de elemento, luego asigna las hojas de producción de los elementos a fabricar entre los obreros de la fábrica.

k) Un obrero se encargará del corte de los perfiles de aluminio en base a los descuentos realizados, siempre de cada perfil nuevo se corta 5 cm. del inicio ya que suele llegar doblados o maltratados los perfiles. Esta merma se la almacena en cajones de madera que están ubicados debajo de cada mesa de trabajo en las cuales están emplazadas las sierras.

l) Los obreros realizan los destajes en los perfiles que lo requieren en función del tipo de elemento que se va a ensamblar.

m) Los obreros arman el marco y la(s) hoja(s) de los elementos.

n) Los obreros identificarán claramente el número del elemento en el marco y en cada una de la(s) hoja(s) para evitar cualquier confusión.

o) El jefe de planta y un obrero proceden con la toma de las medidas de los vidrios que se requieren para los elementos armados.

p) Un obrero se encarga del corte de los vidrios para todos los elementos que contrato el cliente.

q) El obrero que realiza el corte de los vidrios deberá identificar claramente a que elemento corresponde cada uno de los vidrios cortados, para evitar cualquier confusión.

r) Se empacan las ventanas, es decir se coloca el vidrio con sus respectivos empaques y felpas, cortados a las medidas de las ventanas, para evitar el ingreso de polvo o frío.

s) Se ordenan las ventanas para el transporte a la obra.

2.5. Análisis del proceso de transporte

El proceso de transporte de ventanas de aluminio al inicio del proyecto constaba de las siguientes actividades:

a) Colocar las ventanas de aluminio en el camión, ubicándolas desde la más grande a la más pequeña, en cada lado del caballete que es un mueble que constituye una ayuda vertical para exhibir o fijar algo que se apoya sobre él.

b) Las cajas de herramientas y escaleras también se colocan junto a las ventanas.

c) Se sujetan las ventanas y las cajas de herramientas con sogas para evitar que se muevan o deslicen hacia fuera del caballete.

d) El conductor elige la ruta más directa y menos congestionada para llegar a la dirección del cliente.

e) Durante el trayecto, el conductor deberá cumplir con las señales de tránsito y conducir a una velocidad moderada para evitar cualquier tipo de accidente o contratiempo.

f) Una vez que se llega a la obra, se procede con la descarga de los elementos fabricados del camión.

g) El conductor notifica al gerente general que llegó a la dirección del cliente y avisará cualquier novedad que se hubiere tenido en todo el trayecto.

2.6. Análisis del proceso de instalación

El proceso de instalación de los elementos contratados por los diversos clientes constaba de las siguientes actividades:

a) El jefe de planta o el obrero con más experiencia, distribuirá los elementos fabricados en los lugares más cercanos a la instalación de las mismas.

b) El jefe de planta o el obrero con más experiencia revisará que la obra civil se encuentre terminada y sin ninguna novedad de grietas o filos despostillados, en caso de encontrar novedades deberá informar al cliente para que se corrijan las fallas.

c) El jefe de planta distribuirá a cada obrero un número de elementos a instalar, y supervisará la instalación de las ventanas de aluminio.

d) Cada uno de los obreros deberán verificar el estado de los elementos asignados para la instalación de los mismos, con el fin de evitar la instalación de algún elemento abollado o rayado durante el transporte. En caso de existir algún elemento abollado o rayado se informará al jefe de planta para la corrección de estos problemas, si es necesario se deberá devolver a la planta el elemento para su corrección.

e) El jefe de planta deberá verificar según el plano de la obra el lugar físico en el cual se deben instalar los elementos fabricados, para ello deberá corresponder el número del elemento del plano, con el número del elemento de identificación que debe tener cada uno de los elementos, tanto en los perfiles de aluminio como en los vidrios.

f) El jefe de planta asignará el trabajo a cada uno de los obreros.

g) Los obreros proceden a la instalación de los marcos de los elementos.

h) Los obreros proceden a ensamblar la hoja de los elementos fabricados sobre los marcos fijados en la mampostería de la obra.

i) En caso de existir una hendija entre el marco del aluminio y la mampostería, los obreros solicitarán al jefe de planta la compra de un perfil "L" para cubrir estas imperfecciones.

j) El jefe de planta solicitará al gerente general tantos perfiles "L" como sean necesarios.

k) El gerente general realizará la compra vía telefónica en el proveedor más cercano.

l) El jefe de planta retirará los perfiles "L" necesarios para cubrir todas las imperfecciones de la obra.

m) Los obreros instalarán los perfiles "L".

n) Luego de cubrir las imperfecciones, los obreros deberán colocar silicón en todas los elementos entre el marco y la mampostería para realizar su respectiva impermeabilización, con el fin de evitar filtraciones de agua que causan molestias a los clientes.

o) El jefe de planta notificará al cliente que se instalaron todos los elementos y procederá a entregar la obra al cliente.

p) El jefe de planta notificará al gerente general que se procedió con la entrega de la obra al cliente.

q) El gerente general entregará la factura correspondiente al cliente.

r) El cliente cancelará los valores de acuerdo a la forma de pago acordada previamente en el contrato firmado.

s) El gerente general explicará al cliente que los elementos fabricados y la instalación de los mismos cuenta con una garantía contra cualquier desperfecto de los elementos o cualquier filtración que el cliente detecte por un lapso de 6 meses contados a partir de la entrega a conformidad del cliente.

2.7. Análisis de los costos de calidad

Para realizar el análisis de los costos de calidad vamos a presentar la línea base de cada uno de los indicadores de los objetivos que se pretenden alcanzar con la presente investigación.

2.7.1. Eficacia de la producción de ventanas de aluminio

Desde enero del 2014, hasta abril del 2015, Freyse Cía. Ltda. ha producido 4.062 metros cuadrados de elementos en aluminio y vidrio, de los cuales el 82% corresponde a ventanas, el 16% a puerta y el 2% a otros (claraboyas, vidrios cortina, puertas de baño, etc.), tal como consta en la Figura 14. El presente trabajo se centrará en las mejoras de los procedimientos que más impacto tendrán sobre la empresa, es decir, todo lo referente a la ventanería.

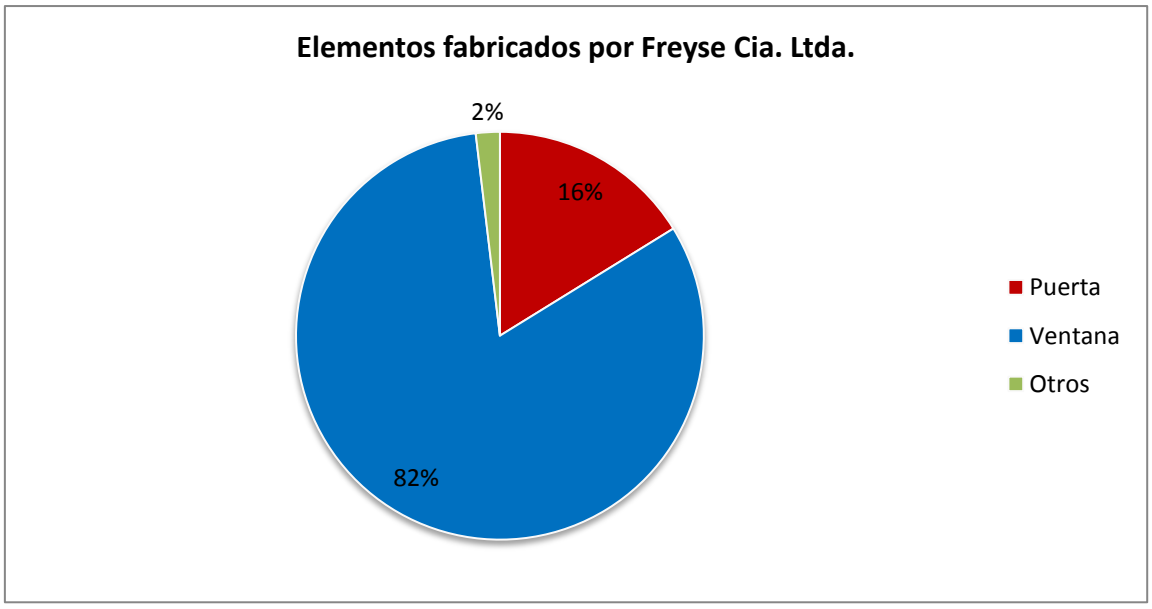


Figura 14: Distribución de fabricación de elementos de aluminio y vidrio

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

La empresa, ofrece a los clientes diversas opciones de ventanería, para cubrir las necesidades particulares de cada uno ellos. Entre las más conocidas están las siguientes:

- Ventanas fijas, ver la Figura 15,
- Ventanas corredizas, ver la Figura 16,
- Ventanas proyectables (son las ventanas que una hoja se abre máximo 45° hacia el exterior), ver la Figura 17,
- Ventanas mixtas, que pueden ser una combinación de las ventanas anteriormente mencionadas, ver la Figura 18, se indica por ejemplo una ventana mixta fija-proyectable.

En los anexos se indican los perfiles con los cuales se fabrican los diferentes tipos de ventanas que produce la empresa Freyse Cía. Ltda. En estos anexos constan las características mecánicas y técnicas de los perfiles, como son la referencia, el peso y sus dimensiones.

Para lograr identificar los perfiles correctos para cada una de las ventanas a fabricar, vienen codificados de fábrica cada uno de los perfiles y se los clasifica por series. Así por ejemplo para la fabricación de las ventanas corredizas, se utilizan 7 perfiles que tienen una codificación desde el número 2231 hasta el número 2238.

En las figuras siguientes se muestra unas fotografías de la variedad de ventanas que han sido fabricadas por la empresa, para un cliente frecuente, el ingeniero estuvo a cargo de la construcción de un conjunto cerrado compuesto por 132 casas. Este conjunto está ubicado al nororiente de la ciudad de Quito.



Figura 15: Ventana fija

Fuente: Freyse Cía. Ltda.



Figura 16: Ventana corrediza

Fuente: Freyse Cía. Ltda.



Figura 17: Ventana proyectable

Fuente: Freyse Cía. Ltda.



Figura 18: Ventana mixta fija - proyectable

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Para obtener la eficacia del proceso de producción, se va a realizar una comparación entre los metros cuadrados de ventanas entregadas sobre los metros cuadrados de ventanas planificadas multiplicadas por el amplificador 100, con lo cual se obtendrá el porcentaje de eficacia del proceso de producción, el mismo que se va a calcular mediante la siguiente fórmula:

$$Eficacia = \frac{ventanas\ entregadas\ (m^2)}{ventanas\ planificadas\ (m^2)}\ x\ 100$$

Para lograr aumentar la eficacia de la producción de ventanas de aluminio, se realizará un análisis de la producción de ventanas de aluminio con los datos de los años 2014 y 2015. Una vez detectadas las oportunidades de mejora, se establecerá un plan de acción a seguir y se formará un equipo de mejora que se encargará de implementar los correctivos necesarios con la finalidad de aumentar la eficacia y evitará que se vuelva a cometer los errores detectados, también se deberá mantener un monitoreo periódico de la producción para detectar nuevas oportunidades de mejora y de esta forma establecer una mejora continua.

De acuerdo al análisis de las ventanas producidas desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015, se han fabricado 4.706,55 metros cuadrados de ventanas, este gran total se lo categorizó en función del tipo de ventana y se construyó la Figura 19. Estudiando detenidamente ésta estratificación, se puede apreciar que el mayor producto que se fabrica son las ventanas mixtas fijas – proyectables ya que ocupan el 40% de la fabricación. Como segundo tipo de ventana más fabricada está la ventana mixta corrediza - fija – corrediza, de las cuales se ha fabricado un 25% del total. Por otro lado, las ventanas fijas son las de menor demanda de los clientes, ya que sólo se ha producido un 4% de este tipo de ventanas, del total de las fabricadas.

Las ventanas mixtas fija – proyectable, son muy demandadas por los constructores por temas de seguridad, ya que la apertura de la hoja móvil es muy pequeña, alrededor de 45 grados en relación a la parte fija de la ventana y evita accidentes sobre todo en edificios y

en departamentos en donde habitan infantes y niños pequeños. Por otro lado, las ventanas corredizas son más inseguras ya que la hoja deslizable es más grande que la hoja proyectable y se abre el 100% de la hoja, dejando un espacio suficiente para que un niño pueda salir, esto en un edificio es un peligro potencial, por esta razón la gran mayoría de los clientes prefieren las ventanas proyectables en lugar de las ventanas corredizas.

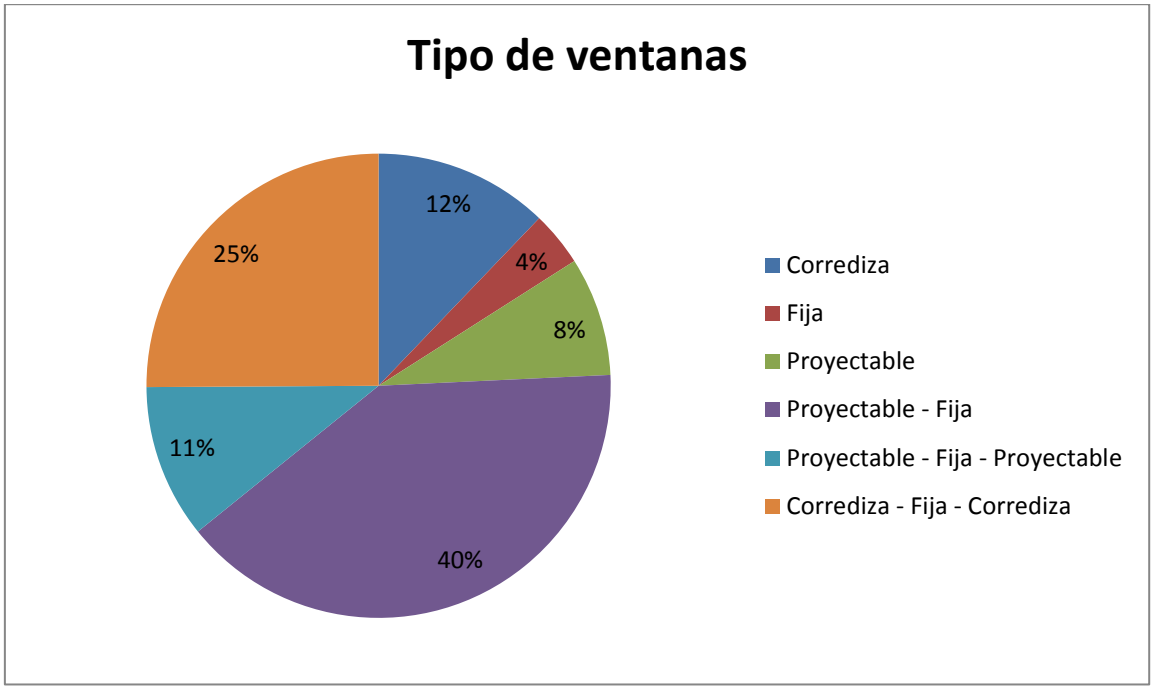


Figura 19: Estratificación de ventanas fabricadas

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Según los datos recopilados durante la investigación del presente proyecto, y que se muestran en la Figura 20 siguiente, durante el mes de abril del 2015, se tenía planificado fabricar 357,16 metros cuadrados de ventanas, sin embargo, se entregaron 295,68 metros cuadrados, por lo tanto se obtuvo una eficacia diferencial de 82,79%, y la eficacia acumulada del 81,31%. Estos valores indican que por cada 100 metros cuadrados planificados la empresa estaba entregando 82,79 metros cuadrados a sus clientes.

$$Eficacia = \frac{295{,}68\ m^2}{357{,}16\ m^2}\ x\ 100$$

$$Eficacia = 82{,}79\%$$

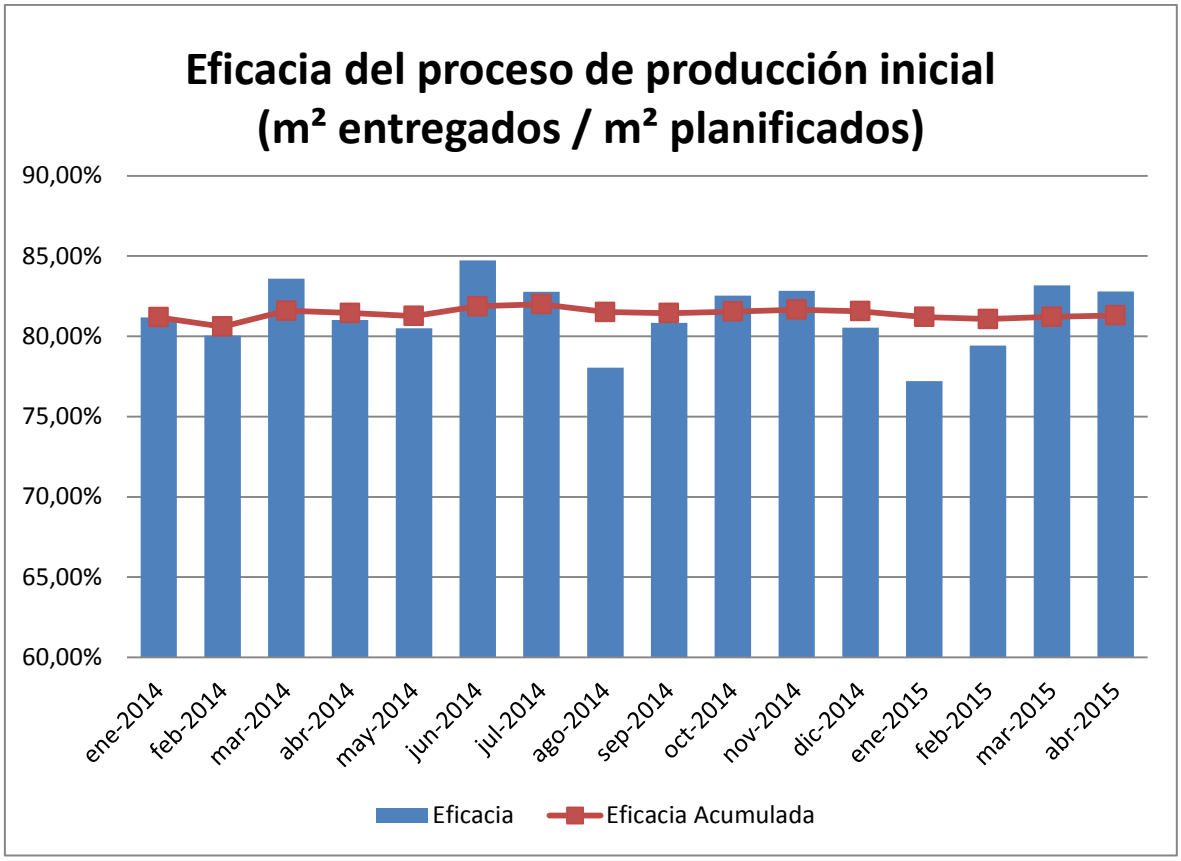


Figura 20: Eficacia del proceso de producción inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 4:
Resultados de la eficacia inicial

Mes - año	Ventanas entregadas (m²)	Ventanas entregadas acumuladas (m²)	Ventanas planificadas (m²)	Ventanas planificadas acumuladas (m²)	Eficacia diferencial (%)	Eficacia acumulada o tendencia (%)
ene-2014	299,20	299,20	368,54	368,54	81,19%	81,19%
feb-2014	295,46	594,66	369,15	737,69	80,04%	80,61%
mar-2014	303,14	897,80	362,67	1100,36	83,59%	81,59%
abr-2014	281,94	1179,74	347,99	1448,35	81,02%	81,45%
may-2014	282,12	1461,86	350,45	1798,80	80,50%	81,27%
jun-2014	321,82	1783,68	379,84	2178,64	84,73%	81,87%
jul-2014	305,43	2089,11	369,03	2547,67	82,77%	82,00%
ago-2014	278,44	2367,55	356,76	2904,43	78,05%	81,52%
sep-2014	292,29	2659,84	361,57	3266,00	80,84%	81,44%
oct-2014	284,34	2944,18	344,50	3610,50	82,54%	81,54%
nov-2014	293,00	3237,18	353,74	3964,24	82,83%	81,66%
dic-2014	299,72	3536,90	372,17	4336,41	80,53%	81,56%
ene-2015	296,52	3833,42	384,06	4720,47	77,21%	81,21%
feb-2015	291,46	4124,88	366,98	5087,45	79,42%	81,08%
mar-2015	285,99	4410,87	343,86	5431,31	83,17%	81,21%
abr-2015	295,68	4706,55	357,16	5788,47	82,79%	81,31%

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Como se puede apreciar, el análisis, de acuerdo al control de procesos de la eficacia, es estable, por lo cual nos sirve para el presente proyecto. En la gráfica se muestran tanto los datos mensuales (diferenciales) obtenidos, en azul, y los datos acumulados, en rojo. Se acumularon los datos mensuales para evitar la estacionalidad de los mismos.

En el mes de enero del 2015 se tiene una baja notable que llega al 77,21% de eficacia diferencial y 81,21% de eficacia acumulada, ya que se entregaron apenas 296,52 metros cuadrados de los 384,06 metros cuadrados de ventanas planificados. De la misma forma se puede evidenciar que el mejor mes, en cuanto a eficacia se refiere, es el mes de junio del 2014, en el cual se tenía planificado la entrega de 379,84 metros cuadrados y se entregaron 321,82 metros cuadrados de ventanas, logrando una eficacia diferencial del 84,73% y una eficacia acumulada del 81,87%.

2.7.2. Productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio.

La empresa Freyse Cía. Ltda. al momento tiene cinco acuerdos verbales con sus clientes constructores para colocar los elementos de aluminio y vidrio en los edificios que están en proceso constructivo, por este motivo, hasta el momento no se ha sentido una baja sustancial de sus ventas y por ende de la productividad de la empresa, a pesar del bajón significativo que ha tenido el sector de la construcción.

Según los informes del INEC denominado Anuario de Estadísticas de Edificaciones de los años 2012, 2013 y 2014, se han recopilado los datos de cada uno de estos informes y se muestran en la Tabla 5 y en la Figura 21, por lo cual se muestra la tendencia a la baja del sector de la construcción a nivel nacional y de la provincia de Pichincha puntualmente.

Tabla 5:
Número de permisos otorgados por GAD's

Año	No. de permisos a nivel nacional	No. de Permisos Pichincha
2012	36.617	8.945
2013	33.385	8.000
2014	27.199	2.063

Fuente: INEC

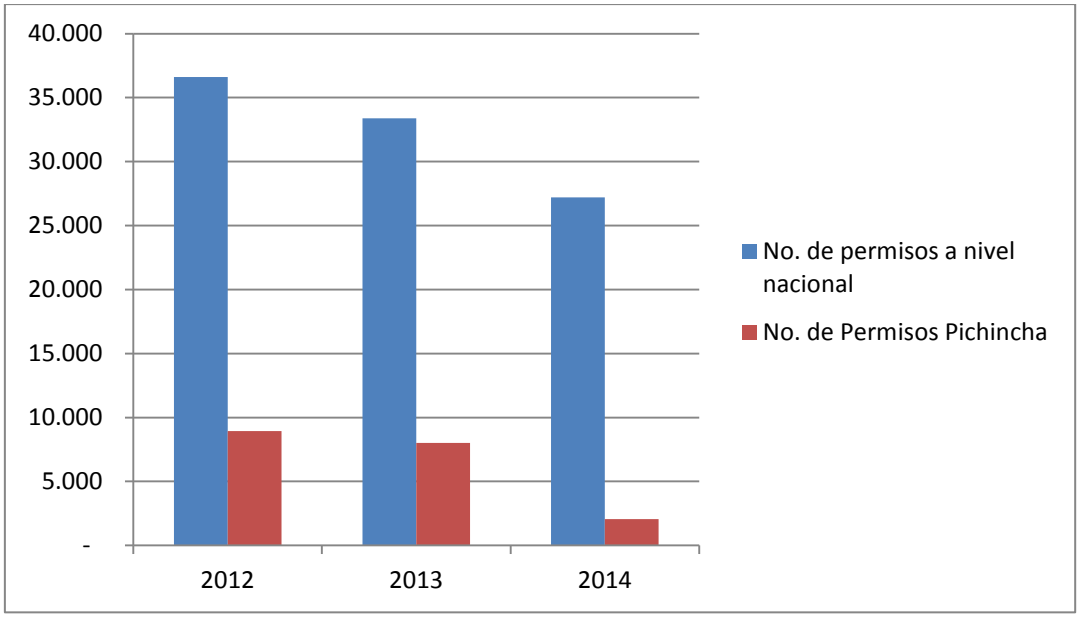


Figura 21: Permisos otorgados por GAD's

Fuente: INEC

De los permisos otorgados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Pichincha, en los años 2012, 2013 y 2014, se muestra en la Tabla 6, la distribución de cada uno de esos permisos.

Tabla 6:
Distribución de permisos de GAD's

Año	Residencial	Comercial	Público	Educación	Recreación	Salud	Otros	Total
2012	7.917	352	5	15	1	9	646	8.945
2013	7.223	411	1	15	3	5	342	8.000
2014	1.703	178	4	7	4	5	162	2.063

Fuente: INEC

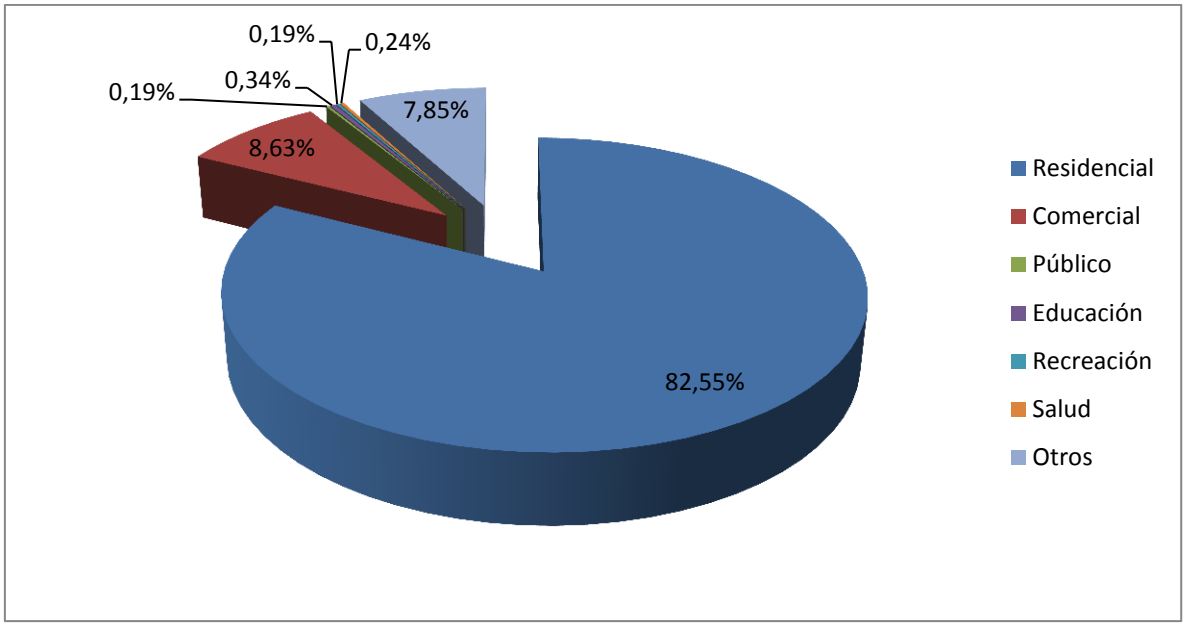


Figura 22: Distribución de permisos 2014

Fuente: INEC

En la Figura 22, se puede apreciar que existe un 82,55% de permisos otorgados para residencias en la provincia de Pichincha, dentro de estos permisos que se han otorgado son tanto para viviendas nuevas como para readecuaciones de viviendas antiguas. De acuerdo a los datos analizados anteriormente, se puede apreciar que aún existen opciones para captar nuevos clientes, para esto será necesario que la empresa sea mucho más productiva y cumplir con los compromisos adquiridos en lo que se refiere al tiempo de entrega primordialmente.

Para verificar la productividad del proceso de fabricación de las ventanas de aluminio, es necesario realizar un análisis de los metros cuadrados de ventanas producidos en relación a las horas-hombre empleadas en el proceso productivo. La fórmula siguiente es la que se va a utilizar para realizar el cálculo:

$$Productividad = \frac{ventanas\ fabricadas\ (m^2)}{tiempo\ trabajado\ (h-h)}$$

Para aumentar la productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio, se realizará un análisis de los reprocesos en la fabricación de ventanas de aluminio con los datos de los años 2014 y 2015, con el fin de evitar los desperdicios debido a volver a realizar las mismas actividades. Se implementará una mejora al proceso de fabricación de ventanas de aluminio y se capacitará al personal para evitar los reprocesos detectados. Adicional, se realizará un análisis financiero del impacto de la productividad en la utilidad bruta.

En función de los datos que se obtuvieron durante la investigación, y que se muestran en la Figura 23 siguiente, durante el mes de abril del 2015, se fabricaron 295,68 metros cuadrados y se emplearon 387 horas-hombre, por lo tanto se obtuvo una productividad diferencial de 0,7640 m^2/h-h, y la productividad acumulada es de 0,7340 m^2/h-h.

$$Productividad = \frac{295{,}68\ m^2}{387\ h - h}$$

$$Productividad = 0{,}7640\ \frac{m^2}{h - h}$$

Al obtener como resultado una productividad de 0,7640 m^2/h-h, en el mes de abril del 2014, muestra que de cada hora-hombre que se laboró por un obrero, se llegó a fabricar 0,7640 metros cuadrados de ventanas en la planta de la empresa. Por lo tanto para llegar a cumplir con el objetivo planteado en esta investigación y que servirá a la organización, es necesario que se realice un aumento de la producción de las ventanas y por otro lado se deberá analizar el proceso de fabricación de ventanas de aluminio con el fin de optimizar el tiempo de fabricación.

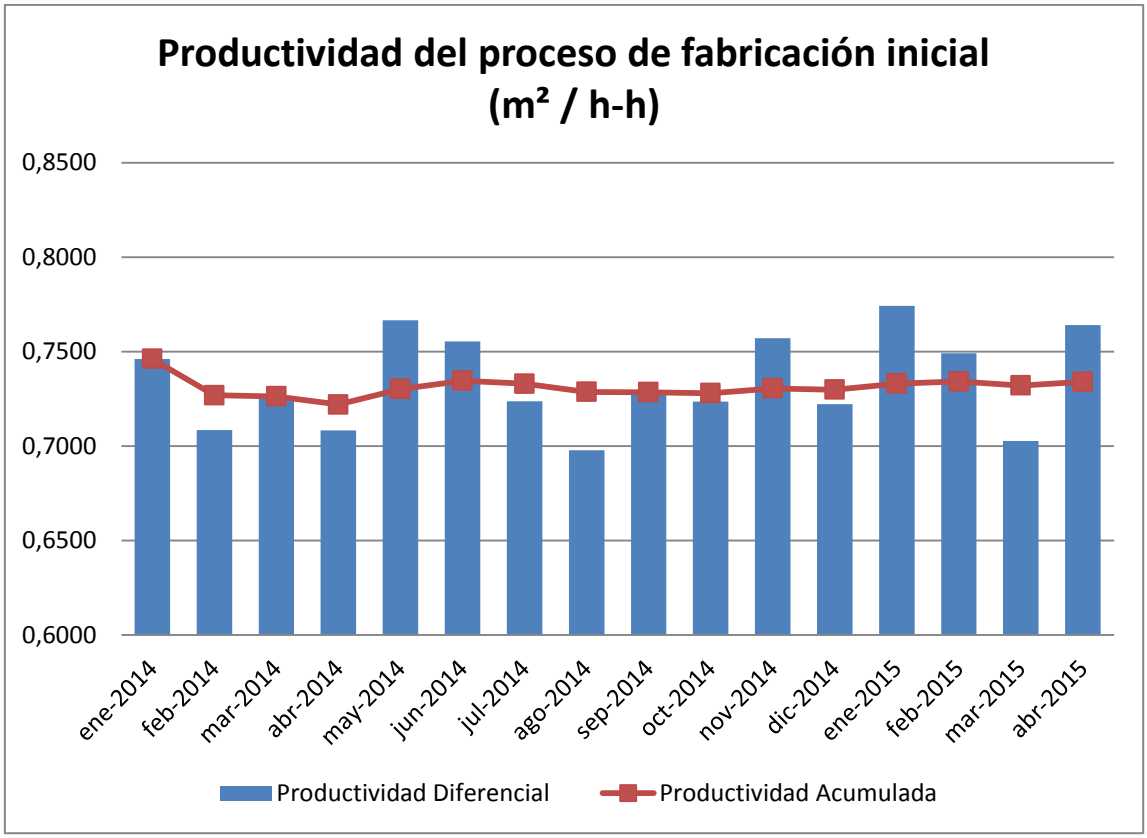


Figura 23: Productividad del proceso de fabricación inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 7:
Resultados de la productividad inicial

Mes - año	Ventanas entregadas (m²)	Ventanas entregadas acumuladas (m²)	Tiempo trabajado (h-h)	Tiempo trabajado acumulado (h-h)	Productividad diferencial (m²/h-h)	Productividad acumulada (m²/h-h)
ene-2014	299,20	299,20	401,00	401,00	0,7461	0,7461
feb-2014	295,46	594,66	417,00	818,00	0,7085	0,7270
mar-2014	303,14	897,80	418,00	1236,00	0,7252	0,7264
abr-2014	281,94	1179,74	398,00	1634,00	0,7084	0,7220
may-2014	282,12	1461,86	368,00	2002,00	0,7666	0,7302
jun-2014	321,82	1783,68	426,00	2428,00	0,7554	0,7346
jul-2014	305,43	2089,11	422,00	2850,00	0,7238	0,7330
ago-2014	278,44	2367,55	399,00	3249,00	0,6978	0,7287
sep-2014	292,29	2659,84	402,00	3651,00	0,7271	0,7285
oct-2014	284,34	2944,18	393,00	4044,00	0,7235	0,7280
nov-2014	293,00	3237,18	387,00	4431,00	0,7571	0,7306
dic-2014	299,72	3536,90	415,00	4846,00	0,7222	0,7299
ene-2015	296,52	3833,42	383,00	5229,00	0,7742	0,7331
feb-2015	291,46	4124,88	389,00	5618,00	0,7493	0,7342
mar-2015	285,99	4410,87	407,00	6025,00	0,7027	0,7321
abr-2015	295,68	4706,55	387,00	6412,00	0,7640	0,7340

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

De acuerdo al gráfico anterior, la productividad del proceso de fabricación, es un proceso estable y capaz. Para eliminar la estacionalidad de los resultados mensuales, se acumularon los mismos, los datos mensuales se muestran en azul y en barras, y los datos acumulados están en rojo y graficado por una línea continua. El mes de agosto del 2014 fue el mes que se registró lo más bajo en cuanto a productividad se refiere, llegándose a obtener un valor mensual de 0,6978 m^2/h-h, y un valor acumulado igual a 0,7287 m^2/h-h. Por otro lado el mes de mejor productividad fue el mes de enero del 2015, en este mes se logró llegar a 0,7742 m^2/h-h de valor diferencial y el valor acumulado fue de 0,7331 m^2/h-h.

2.7.3. Daños de las ventanas durante el transporte.

El transporte de las ventanas de aluminio fabricadas en la planta se lo realiza en la camioneta de la empresa, en caso de requerir el transporte de varios elementos y que no alcanzan en la camioneta, o si la camioneta se encuentra en ocupada atendiendo a otro cliente o en mantenimiento, se decide contratar un camión para realizar este transporte. Si se lo realiza en la camioneta de la empresa, se tiene más control y cuidado tanto del automotor como de los elementos que se van a transportar. En cambio al alquilar un camión, se ha detectado que los choferes no tienen mucho cuidado ya que su negocio son los fletes y requieren desocuparse lo más pronto posible para conseguir otros clientes que necesitan sus servicios.

Por esta razón tanto el gerente general, como el jefe de la planta tienen un listado de los dueños de los camiones que son más cuidadosos en el transporte, ya que al ser dueños de los camiones, cuidan el automotor y verifican el estado de las llantas, sistema de frenos y del motor regularmente. Lamentablemente cuando sólo son choferes de los camiones no se preocupan demasiado por el cuidado del automotor ni por la carga que transportan.

Según lo indicado por el Ing. Hugo Freire Jiménez, del total de los transportes de elementos de aluminio realizados al mes, en promedio, el 85% se lo realizan con la camioneta propia de la empresa, y el 15% restante se lo ejecuta con un camión o camioneta rentada. Se consultó también sobre la posibilidad de adquirir un camión para evitar el

contratar externamente el transporte, pero el Ing. Freire indicó que al momento no es muy rentable la compra de este tipo de vehículos, el mantenimiento es caro y se requiere contar con un chofer profesional que conduzca este tipo de automotores. Como comentario adicional, el gerente general indicó que al inicio Freyse Cía. Ltda. sí contaba con un camión propio, pero hace seis años sufrió un accidente que destrozó al camión, felizmente el accidente sólo causó daños materiales y no desgracias personales, desde esa fecha se trabaja sólo con la camioneta.

Con el fin de verificar el producto no conforme por daños en el transporte, es necesario sacar los datos iniciales del número de daños comparados con el número de metros cuadrados de ventanas de aluminio transportadas. La fórmula que se indica a continuación es la que se va a utilizar para obtener este indicador:

$$Producto\ no\ conforme = \frac{cantidad\ de\ daños\ (\#)}{ventanas\ transportadas\ (m^2)}$$

Para reducir el producto no conforme, se realizará un análisis de los números y tipos de daños que se tienen al transportar las ventanas de aluminio con los datos desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015, se capacitará al personal para evitar los daños detectados durante el transporte, y se realizará un análisis financiero de la mejora obtenida.

Tomando en cuenta los datos recopilados, y que se muestran en la Figura 24 siguiente, en el mes de abril del 2015, se tuvieron 12 daños en 295,68 metros cuadrados transportados, por lo tanto se obtuvo un producto no conforme diferencial de 0,0406 daños/m^2; y el producto no conforme acumulado del 0,0431 daños/m^2.

$$Producto\ No\ Conforme = \frac{12\ daños}{295{,}68\ m^2}$$

$$Producto\ No\ Conforme = 0{,}0406\ daños/m^2$$

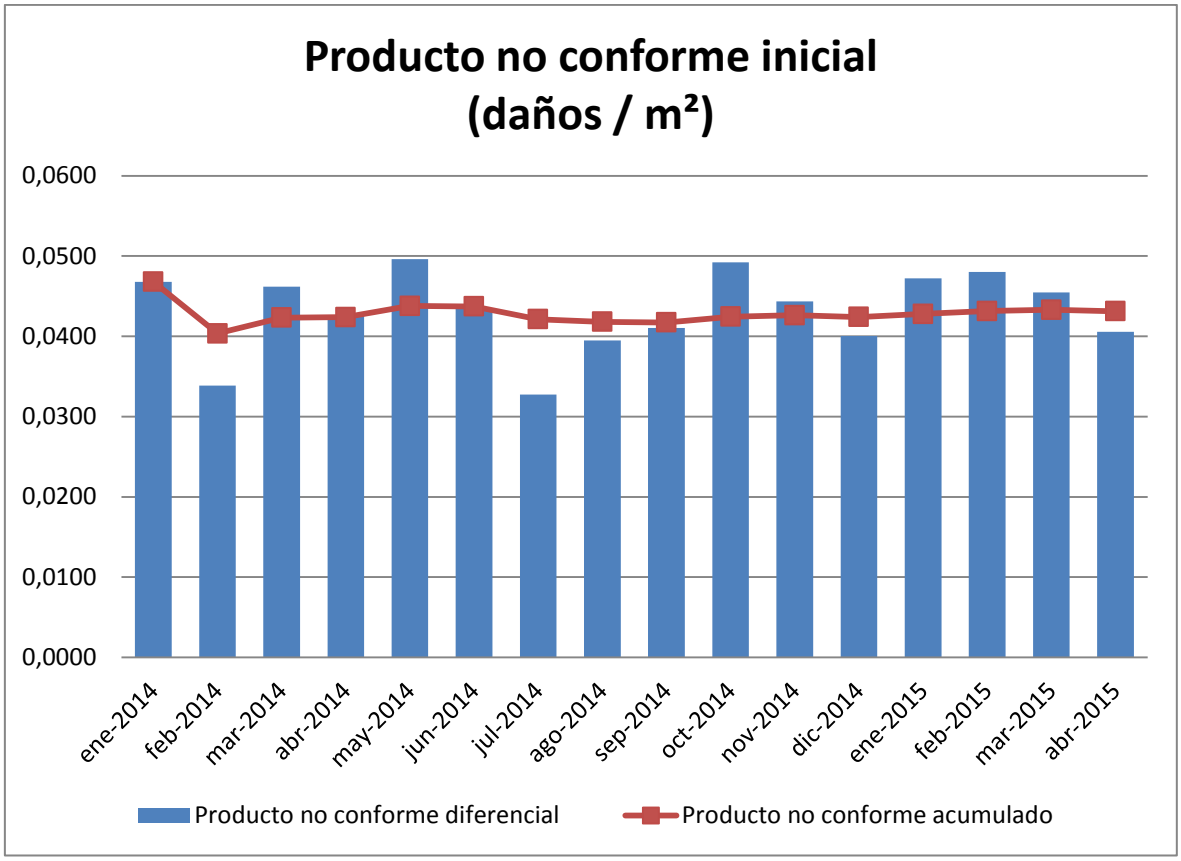


Figura 24: Producto no conforme inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 8:
Resultados del producto no conforme inicial

Mes - año	Ventanas entregadas (m²)	Ventanas entregadas acumuladas (m²)	Cantidad de daños (#)	Cantidad de daños acumulado (#)	Producto no conforme diferencial (daños/m²)	Producto no conforme acumulado (daños/m²)
ene-2014	299,20	299,20	14,00	14,00	0,0468	0,0468
feb-2014	295,46	594,66	10,00	24,00	0,0338	0,0404
mar-2014	303,14	897,80	14,00	38,00	0,0462	0,0423
abr-2014	281,94	1179,74	12,00	50,00	0,0426	0,0424
may-2014	282,12	1461,86	14,00	64,00	0,0496	0,0438
jun-2014	321,82	1783,68	14,00	78,00	0,0435	0,0437
jul-2014	305,43	2089,11	10,00	88,00	0,0327	0,0421
ago-2014	278,44	2367,55	11,00	99,00	0,0395	0,0418
sep-2014	292,29	2659,84	12,00	111,00	0,0411	0,0417
oct-2014	284,34	2944,18	14,00	125,00	0,0492	0,0425
nov-2014	293,00	3237,18	13,00	138,00	0,0444	0,0426
dic-2014	299,72	3536,90	12,00	150,00	0,0400	0,0424
ene-2015	296,52	3833,42	14,00	164,00	0,0472	0,0428
feb-2015	291,46	4124,88	14,00	178,00	0,0480	0,0432
mar-2015	285,99	4410,87	13,00	191,00	0,0455	0,0433
abr-2015	295,68	4706,55	12,00	203,00	0,0406	0,0431

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Analizando los datos de la Figura 24, el producto no conforme, es un proceso estable y capaz. Debido a que los datos son muy variables, y con el fin de eliminar la estacionalidad de los resultados mensuales, se acumularon los mismos, los datos mensuales se muestran en azul y en barras, y los datos acumulados están en rojo y graficado por una línea continua.

Como se puede apreciar en el gráfico, el mes de julio del 2014 fue el mes con menos producto no conforme, se obtuvo un valor diferencial de 0,0327 daños/m^2; y el valor acumulado fue de 0,0421 daños/m^2. En cambio en mayo del 2014 se aprecian los valores más altos, el valor diferencial fue de 0,0496 daños/m^2; y el valor acumulado calculado fue de 0,0438 daños/m^2.

Con los datos anteriores, se indica que al mes de julio del 2014 se tenía 1 daño por cada 30,58 metros cuadrados de ventanas fabricadas y en el mes de enero del 2014 se tenía 1 daño por cada 20,16 metros cuadrados. Estos resultados indican que mientras más alta sea la fabricación de metros cuadrados de ventanas y se genere 1 daño, será más beneficioso para la empresa ya que de este modo se evitarán reprocesos debidos a daños en el transporte de ventanas de aluminio.

2.7.4. Eficiencia del tiempo de entrega de las ventanas de aluminio

La razón principal por la cual los diversos constructores prefieren contratar ventanas de aluminio, es por el corto tiempo de fabricación, debido a que en el proceso constructivo se utilizan herramientas comunes para el armado de las mismas. Otro motivo para decidirse por este tipo de ventanería se debe a la facilidad y rapidez de la instalación de estos elementos.

Hace algunos años, los constructores ocupaban otros materiales para la construcción de las ventanas o puertas que iban a instalar en sus respectivos proyectos algunos optaban por la madera, y otros por el hierro. Estos materiales tenían varios inconvenientes por lo cual los constructores poco a poco han dejado de utilizarlos y en la actualidad utilizan el aluminio

primordialmente. Por ejemplo, si el constructor se decide por trabajar con madera, la misma, se necesita que esté bien seca para que no se doble o deforme debido a la humedad interna. El tratamiento de la madera para secarla, es decir, sacar su humedad interna es alto y lleva un tiempo medio su ejecución. También el mantenimiento de la madera es costoso y se lo debe realizar con alta periodicidad, si no se lo realiza de esta forma, se corre el riesgo de que la polilla ingrese a la madera y la destruya.

Por otro lado, si la persona a cargo de la construcción de un proyecto, se llegase a decidir por el hierro, para efectuar la fabricación de ventanas con este material, se requiere de otro tipo de maquinaria, va a necesitar de una soldadora y esmeril para armar el contorno y luego requiere que sea pintado, todo esto incrementa el valor y también el tiempo de entrega. Se debe tomar en cuenta que los elementos en hierro son más pesados que los de aluminio, lo que requiere más tiempo para el transporte y la instalación. El mantenimiento de los elementos de hierro también debe ser constante ya que, al pasar el tiempo, el hierro tiende a oxidarse con más facilidad que el aluminio, por esta razón se debe impregnar con pintura anticorrosiva a los elementos de hierro.

En lo que se refiere a costos y tiempos de entrega, según los datos recopilados de diferentes cerrajerías y carpinterías de la capital, se ha determinado los siguientes valores en promedio, que constan en la Tabla 9, para cada tipo de material con el cual se van a fabricar las ventanas, tomando como referencia la cantidad de 20 ventanas, para el cálculo del valor y el tiempo de entrega.

Tabla 9:
Comparativo de precio y tiempo de entrega por tipo de material

Tipo de material	Valor promedio por metro cuadrado	Tiempo de entrega	Observaciones
Madera	$ 98,70	15 días	Cálculo para 20 ventanas
Hierro	$ 61,53	10 días	Cálculo para 20 ventanas
Aluminio	$ 68,40	3 días	Cálculo para 20 ventanas

Para verificar la eficiencia del tiempo de entrega, es necesario sacar los datos iniciales del tiempo planificado comparado con el tiempo real de la entrega de las ventanas de aluminio calculado en días. La fórmula que se indica a continuación es la que se va a utilizar para obtener este indicador:

$$Eficiencia = \frac{tiempo\ planificado\ (días)}{tiempo\ de\ entrega\ (días)}\ x\ 100$$

Con el objetivo de mejorar la eficiencia del tiempo de entrega de las ventanas de aluminio, se realizará un análisis del tiempo que toma tanto la fabricación de las ventanas nuevas como también realizar las correcciones a las ventanas de aluminio (reprocesos). Una vez detectada la causa o las causas, se analizarán las mejores acciones para minimizar las *mudas* de tiempo (*muda* es una palabra japonesa que significa desperdicio) con la finalidad de mejorar el tiempo de entrega, con lo cual la empresa sería más eficiente, cumpliría en tiempo y forma con los clientes, y se aprovecharía el tiempo que antes se utilizaba en reprocesos en fabricar más elementos nuevos para atender a otros clientes.

Según los datos recopilados, y que se muestran en la Figura 27 siguiente, durante el mes de abril del 2015, se tenía planificado entregar las ventanas fabricadas e instaladas a los clientes en 19 días, lamentablemente esto no fue posible y se las entregaron e instalaron en 24 días las ventanas fabricadas. De esta forma se llegó a obtener una eficiencia del tiempo de entrega diferencial de 79,17%; y la eficiencia del tiempo de entrega acumulada del 80,11%.

$$Eficiencia = \frac{19\ días}{24\ días}\ x\ 100$$

$$Eficiencia = 79{,}17\ \%$$

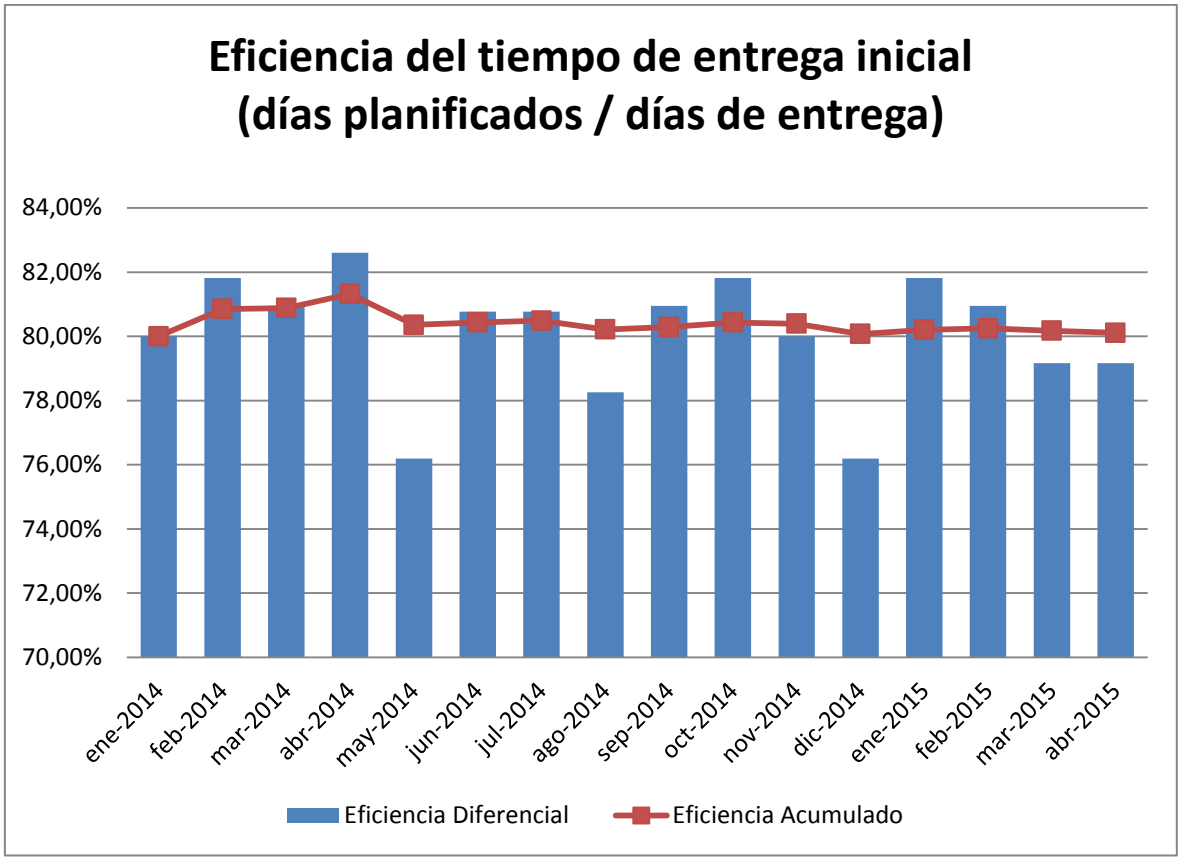


Figura 25: Eficiencia del tiempo de entrega inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 10:
Resultados de la eficiencia inicial

Mes - año	Tiempo planificado (días)	Tiempo planificado acumulado (días)	Tiempo de entrega (días)	Tiempo de entrega acumulado (días)	Eficiencia diferencial (%)	Eficiencia acumulado (%)
ene-2014	20,00	20,00	25,00	25,00	80,00%	80,00%
feb-2014	18,00	38,00	22,00	47,00	81,82%	80,85%
mar-2014	17,00	55,00	21,00	68,00	80,95%	80,88%
abr-2014	19,00	74,00	23,00	91,00	82,61%	81,32%
may-2014	16,00	90,00	21,00	112,00	76,19%	80,36%
jun-2014	21,00	111,00	26,00	138,00	80,77%	80,43%
jul-2014	21,00	132,00	26,00	164,00	80,77%	80,49%
ago-2014	18,00	150,00	23,00	187,00	78,26%	80,21%
sep-2014	17,00	167,00	21,00	208,00	80,95%	80,29%
oct-2014	18,00	185,00	22,00	230,00	81,82%	80,43%
nov-2014	20,00	205,00	25,00	255,00	80,00%	80,39%
dic-2014	16,00	221,00	21,00	276,00	76,19%	80,07%
ene-2015	18,00	239,00	22,00	298,00	81,82%	80,20%
feb-2015	17,00	256,00	21,00	319,00	80,95%	80,25%
mar-2015	19,00	275,00	24,00	343,00	79,17%	80,17%
abr-2015	19,00	294,00	24,00	367,00	79,17%	80,11%

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

De acuerdo a los datos que se muestran en el gráfico anterior, se puede establecer claramente que la eficiencia del tiempo de entrega, es un proceso capaz de cumplir los requerimientos de la empresa y es estable, ya que los valores acumulados no tienen mucha variación. Si bien es cierto los datos mensuales tienen una variación apreciable, para eliminar esta estacionalidad, se acumularon los datos. En el gráfico los datos diferenciales (mensuales) se muestran en barras y en color azul, en cambio los datos acumulados se encuentran representados por una línea continua y de color rojo.

Tal como indica el gráfico anterior, los peores meses en cuanto a eficiencia del tiempo de entrega fueron los meses de mayo y diciembre del 2014, en el mes de mayo del 2014 se llegó a una eficiencia diferencial de 76,19% y una eficiencia acumulada de 80,36%. Y en el mes de diciembre se obtuvo una eficiencia diferencial de 76,19% y una eficiencia acumulada de 80,07%.

En cuanto al mejor mes, refiriéndose a la eficiencia del tiempo de entrega, fue el mes de abril del 2014, en el cual se llegó a una eficiencia diferencial de 82,61% y una eficiencia acumulada de 81,32%. Lo cual nos indica que de cada día planificado, se cumple apenas 0,8261 partes del día; o lo que es igual de las 8 horas laborables que tiene el día, 6 horas con 36 minutos fueron efectivas para la entrega de las ventanas de aluminio a los clientes que depositaron su confianza en la empresa.

Por lo tanto podemos afirmar, que en mayo del 2014 se tenía planificado entregar en 16 días los 350,45 metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas, sin embargo, se entregaron en 21 días 282,12 metros cuadrados. De la misma forma en el mes de diciembre del 2014 se tenía planificado entregar en 16 días los 372,17 metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas, de los cuales se entregaron en 21 días 299,72 metros cuadrados.

Por otro lado, durante el mes de abril del 2014, en cambio, se realizó la planificación de fabricar 347,99 metros cuadrados de ventanas de aluminio y entregarlas en 19 días, lo cual no se logró ya que se entregaron apenas 281,94 metros cuadrados de ventanas en 23 días.

De acuerdo a lo revisado, es necesario que la eficiencia del tiempo de entrega mejoré con el fin de cumplir los compromisos con los clientes en el tiempo establecido. La empresa se ha caracterizado en tratar de cumplir con los clientes. Con la finalidad de evitar retrasos se planifica en conjunto entre el gerente general, el gerente comercial y el jefe de planta. De las entrevistas con el Ing. Hugo Freire Jiménez y el Ing. Xavier Freire Almeida, están conformes hasta el momento con la eficiencia, sin embargo, se les demostró al indicar las estadísticas, que no se tenía una eficiencia alta en cuanto al tiempo de entrega de las ventanas de aluminio a los clientes y que se podía mejorar este indicador, a través de un análisis de tiempo y movimiento de los obreros. En los siguientes capítulos se van a detallar tanto la metodología implementada para mejorar la eficiencia, como los resultados obtenidos luego de introducir algunas mejoras en los procedimientos productivos de la organización.

2.7.5. Desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio

Uno de los principales problemas que tienen las fábricas que trabajan con materias primas es el desperdicio del material, lo cual siempre va a existir, lo importante es que se debe minimizar este desperdicio. Por lo general esta merma de los materiales utilizados en un proceso productivo son vendidos por los propios empleados por lo que les conviene que exista una mayor cantidad de estos residuos.

Para verificar la merma del proceso del corte de aluminio, es necesario sacar los datos iniciales de los kilogramos de merma de aluminio comparados con los metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas. La fórmula que se indica a continuación es la que se va a utilizar para obtener este indicador:

$$Merma = \frac{merma\ de\ aluminio\ (kg)}{ventanas\ fabricadas\ (m^2)}$$

Para minimizar el desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio, se analizarán los datos de los años 2014 y 2015, para tomar las correcciones necesarias que podrían incluir automatización y/o capacitación del personal, también se realizará un análisis financiero de la mejora obtenida.

Lo ideal sería poder contar con un inventario inicial de las existencias del aluminio en la fábrica, tanto de perfiles completos como de los retazos que se podrían utilizar para fabricar nuevas ventanas. De acuerdo a lo revisado este inventario no existe, por lo que se solicitó al gerente general y al jefe de planta que se realice un inventario de manera urgente para conocer de antemano el punto de partida en cuanto se refiere al material utilizado para la fabricación de las ventanas.

Según los datos recopilados, y que se muestran en la Figura 26 siguiente, hasta el mes de abril del 2015, se obtuvieron 44 kg. de merma de aluminio, y se fabricaron 295,68 metros cuadrados de ventanas, por lo tanto se obtuvo una merma diferencial de 0,1488 kg/m^2, y la merma acumulada de 0,1568 kg/m^2.

$$Merma = \frac{44\ kg}{295{,}68\ m^2}$$

$$Merma = 0{,}1488\ kg/m^2$$

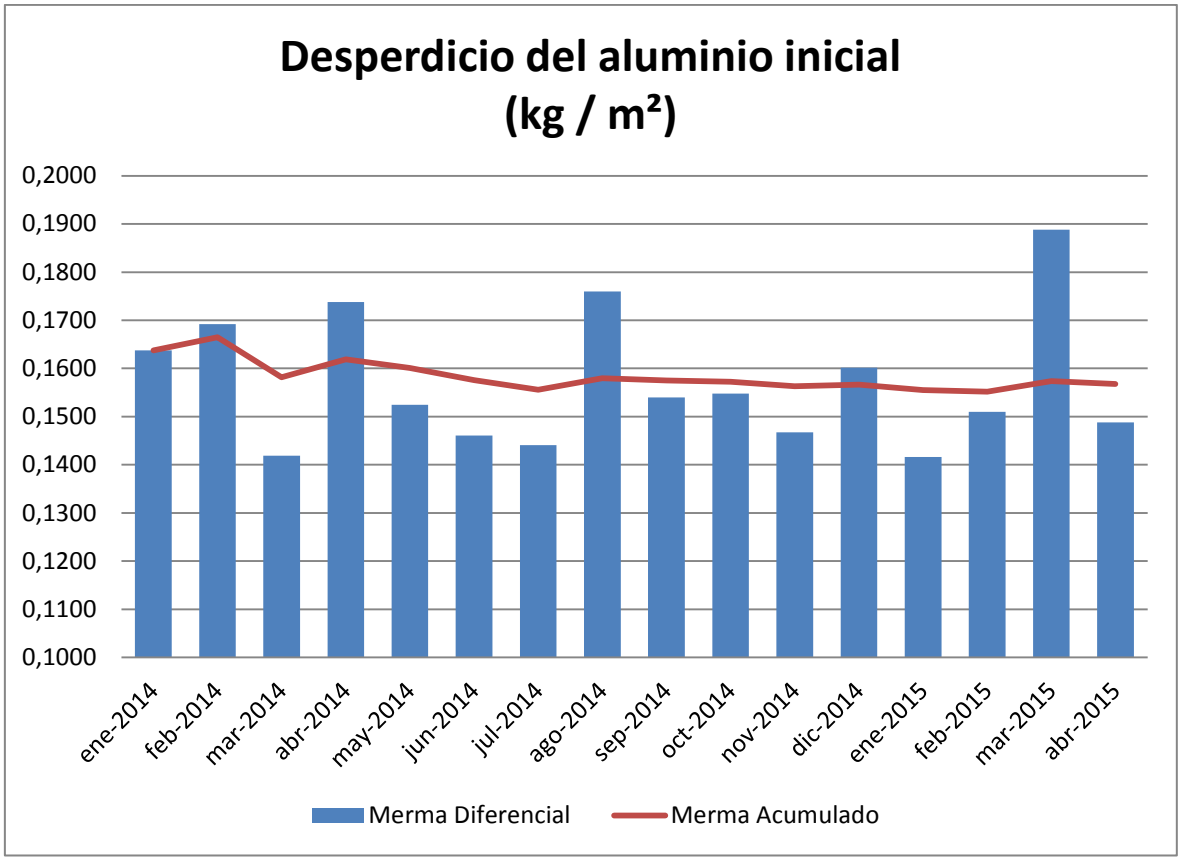


Figura 26: Desperdicio de aluminio inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 11:
Resultados de la merma inicial

Mes - año	Ventanas entregadas (m²)	Ventanas entregadas acumuladas (m²)	Merma de aluminio (kg)	Merma de aluminio acumulado (kg)	Merma diferencial (kg/m²)	Merma acumulado (kg/m²)
ene-2014	299,20	299,20	49,00	49,00	0,1638	0,1638
feb-2014	295,46	594,66	50,00	99,00	0,1692	0,1665
mar-2014	303,14	897,80	43,00	142,00	0,1418	0,1582
abr-2014	281,94	1179,74	49,00	191,00	0,1738	0,1619
may-2014	282,12	1461,86	43,00	234,00	0,1524	0,1601
jun-2014	321,82	1783,68	47,00	281,00	0,1460	0,1575
jul-2014	305,43	2089,11	44,00	325,00	0,1441	0,1556
ago-2014	278,44	2367,55	49,00	374,00	0,1760	0,1580
sep-2014	292,29	2659,84	45,00	419,00	0,1540	0,1575
oct-2014	284,34	2944,18	44,00	463,00	0,1547	0,1573
nov-2014	293,00	3237,18	43,00	506,00	0,1468	0,1563
dic-2014	299,72	3536,90	48,00	554,00	0,1601	0,1566
ene-2015	296,52	3833,42	42,00	596,00	0,1416	0,1555
feb-2015	291,46	4124,88	44,00	640,00	0,1510	0,1552
mar-2015	285,99	4410,87	54,00	694,00	0,1888	0,1573
abr-2015	295,68	4706,55	44,00	738,00	0,1488	0,1568

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Según los datos que se indican en la Figura 26, se puede deducir de una manera sencilla que el desperdicio del aluminio, es un proceso que tiene la capacidad de cumplir los requerimientos de la empresa y se muestra estable, debido a que sus valores acumulados no poseen una variación considerable. Como se muestra en la gráfica los datos mensuales tienen una variación significativa, para eliminar esta variación (estacionalidad en los datos), se acumularon los mismos. Se puede evidenciar que los datos diferenciales (mensuales) se muestran en barras y en color azul, en cambio los datos acumulados se encuentran representados por una línea continua y de color rojo.

De acuerdo al análisis que se puede realizar a los datos que constan en el gráfico anterior, en el mes de enero del 2015 se registró una merma diferencial de 0,1416 kg/m^2, y una merma acumulada de 0,1555 kg/m^2. En marzo del 2014 se obtuvo una merma diferencial de 0,1418 kg/m^2 y una merma acumulada de 0,1582 kg/m^2. Por lo cual se puede indicar que los meses de julio del 2014 y marzo del 2015 fueron los de menor desperdicio de aluminio ya que tuvo una baja merma.

Siguiendo el mismo análisis, en el mes de marzo del 2015 se contabilizó una merma diferencial de 0,1888 kg/m^2 y una merma acumulada de 0,1573 kg/m^2. En el mes de agosto del 2014 se registró una merma diferencial de 0,1760 kg/m^2 y una merma acumulada de 0,1580 kg/m^2. De esta forma se puede afirmar que los meses de agosto del 2014 y marzo del 2015 fueron los meses en los que hubo mayor desperdicio, ya que se tuvo los valores de merma más alta.

Según los registros de la empresa en los meses de menor merma, en enero del 2015 se tuvo 42 kilogramos de desperdicio en 296,52 metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas, y en el mes de marzo del 2014 se generó 43 kilogramos de aluminio desperdiciado frente a 303,14 metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas. Por otro lado en los meses con mayor merma, en agosto del 2014 se llegó a tener 49 kilogramos en 278,44 metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas, y en el mes de marzo del 2015 se contabilizó 54 kilogramos de aluminio desperdiciado en 285,99 metros

cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas en la planta de Conocoto.

Por lo tanto se puede indicar que es muy beneficioso para la empresa que se disminuya al máximo el desperdicio del aluminio durante el proceso de fabricación de las ventanas en la planta de la empresa. Por esta razón se ha realizado varias visitas a la planta para verificar el procedimiento de fabricación de las ventanas, tomando más atención al proceso de corte del aluminio y el inventario de aluminio con el que cuenta la planta. Se conversó con el jefe de planta y el gerente general para confirmar si existía el inventario, sin embargo, indicaron que no existía un inventario actualizado, por lo que se solicitó que se realice un inventario con corte al 30 de abril del 2015.

En los capítulos posteriores se realizará una explicación pormenorizada de la metodología que se va a implementar con el fin de reducir la merma del aluminio durante el proceso de corte, y se mostrarán y analizarán los resultados obtenidos una vez que se realizaron mejoras al procedimiento de fabricación de las ventanas, enfocándose puntualmente en el proceso de corte del aluminio.

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se va a explicar la metodología que se empleó en la presente investigación, se partirá desde la línea base de los indicadores, calculadas en el capítulo anterior, se indicarán las variables que intervienen en cada indicador, y se explicarán las estrategias que se siguieron para alcanzar los objetivos planteados.

3.1. Eficacia de la producción de ventanas de aluminio

La eficacia es el indicador con el que se va a calcular la producción de ventanas de aluminio, para lo cual se va a aplicar la siguiente fórmula:

$$Eficacia = \frac{ventanas\ entregadas\ (m^2)}{ventanas\ planificadas\ (m^2)}\ x\ 100$$

Las variables que se van a tomar en cuenta son:

- Metros cuadrados de ventanas entregadas
- Metros cuadrados de ventanas planificadas.

La línea base del porcentaje de eficacia acumulada se lo calculará en base a los datos del año 2014 hasta abril del 2015. El valor calculado en el capítulo anterior es de 82,79%.

La estrategia para lograr aumentar la eficacia de la producción de ventanas de aluminio, es realizar un análisis de la producción de ventanas de aluminio con los datos de los años 2014 y 2015. Una vez detectadas las oportunidades de mejora, se establecerá un plan de acción a seguir y se formará un equipo de mejora que se encargará de implementar los correctivos necesarios con la finalidad de aumentar la eficacia y evitará que se vuelva a

cometer los errores detectados, también se deberá mantener un monitoreo periódico de la producción para detectar nuevas oportunidades de mejora y de esta forma establecer una mejora continua.

Del análisis de la producción de ventanas de aluminio, de los datos obtenidos durante las entrevistas con el gerente general, Ing. Hugo Freire Jiménez y las visitas realizadas a la fábrica en Conocoto, se logró verificar que la capacidad instalada en maquinaria en la fábrica no se está utilizando al máximo, debido a que no existen trabajos por ejecutar. Esto se traduce en que es necesario aumentar la cartera de clientes de la empresa y mejorar el tiempo promedio que los empleados dedican a las actividades productivas.

El plan de acción se centró en la capacitación del Ing. Xavier Freire, gerente comercial de la empresa, con el fin de mejorar el nivel de las ventas y atraer nuevos clientes. También se analizó el procedimiento de producción de ventanas que se seguía al inicio de la investigación, en abril del 2015, y se evidenció el tiempo promedio que los trabajadores de la fábrica demoran en ejecutar las diferentes actividades a lo largo del proceso de fabricación e instalación de las ventanas de aluminio. En la Figura 27, se indica el tiempo promedio mensual, desde enero del 2014 hasta abril del 2015.

De acuerdo a lo indicado en el gráfico siguiente, se puede apreciar que los trabajadores en general destinan la mayor parte, 39% de su tiempo, a las actividades de instalación de las ventanas de aluminio en las premisas de los clientes, seguido por el 30% del tiempo, que estaba siendo utilizado para la fabricación de las ventanas. El tiempo utilizado para el transporte de las ventanas era del 8% y deberá ser analizado para optimizarlo. Por otro lado se puede ver que existe un 18% de tiempo muerto o que no es aprovechado en alguna actividad dentro del proceso de producción e instalación de ventanas de aluminio. Este tiempo muerto es demasiado alto y es el que se va a tratar de utilizarlo en labores productivas, con el fin de aumentar la eficacia de la producción.

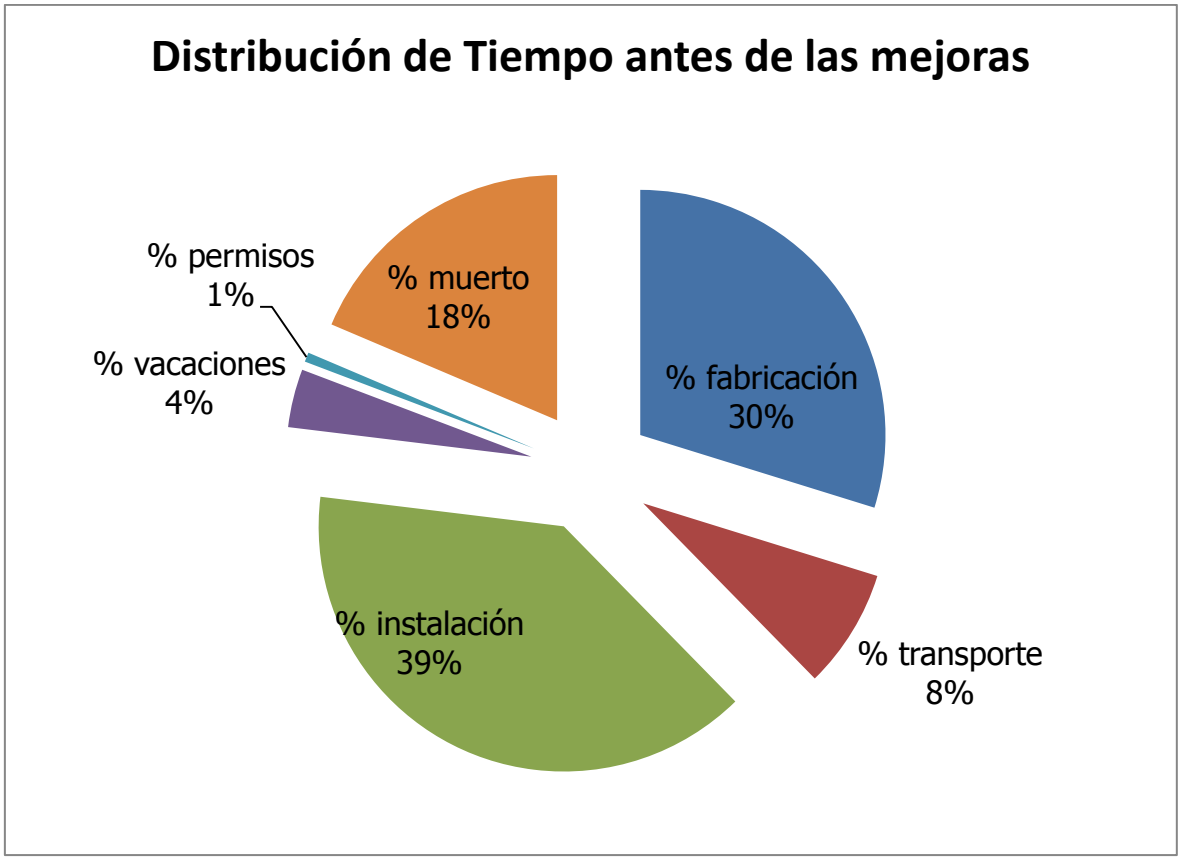


Figura 27: Distribución del tiempo inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

3.2. Productividad del proceso de fabricación

Para el cálculo de este objetivo, se utilizará un indicador de productividad con el cual se va a medir la producción de ventanas de aluminio, para lo cual se va a aplicar la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{ventanas\ fabricadas\ (m^2)}{tiempo\ trabajado\ (h-h)}$$

Las variables que se van a tomar en cuenta son:

- Metros cuadrados de ventanas fabricadas.
- Horas-hombre trabajadas por los obreros para fabricar las ventanas de aluminio.

(La hora-hombre es una unidad de estimación del esfuerzo necesario para realizar una tarea cuya unidad equivale a una hora de trabajo ininterrumpido de un trabajador medio)

La línea base de la productividad acumulada del proceso de fabricación, calculada en el capítulo anterior es del 0,7640 m^2/h-h. La estrategia para lograr aumentar la productividad de la producción de ventanas de aluminio, es analizar el procedimiento de fabricación de ventanas que al momento siguen los empleados de la fábrica, de esta forma se lograrán determinar las oportunidades de mejora. Una vez detectada la causa o las causas, por medio del análisis de los datos y las visitas periódicas realizadas a la fábrica, se capacitará al personal para evitar los reprocesos detectados.

El procedimiento que seguía Freyse Cía. Ltda., al inicio de esta investigación, para la fabricación e instalación de ventanas de aluminio se muestra en la Figura 28. Se analizó el procedimiento y se detectaron algunas causas que incidían en la productividad de la producción de ventanas de aluminio, para lo cual se elaboró un diagrama de Pareto el cual se muestra en la Figura 29.

Se detectó que la mayoría de los reprocesos ejecutado era debido a rayaduras o abolladuras en las ventanas de aluminio y vidrios rotos, estos daños eran causados durante el transporte. Para evitar este tipo de mudas se requiere que se implementen controles por parte del jefe de planta en cuanto al embalaje de las ventanas de aluminio, este punto lo veremos en el apartado 3.3. Daños de las ventanas durante el transporte.

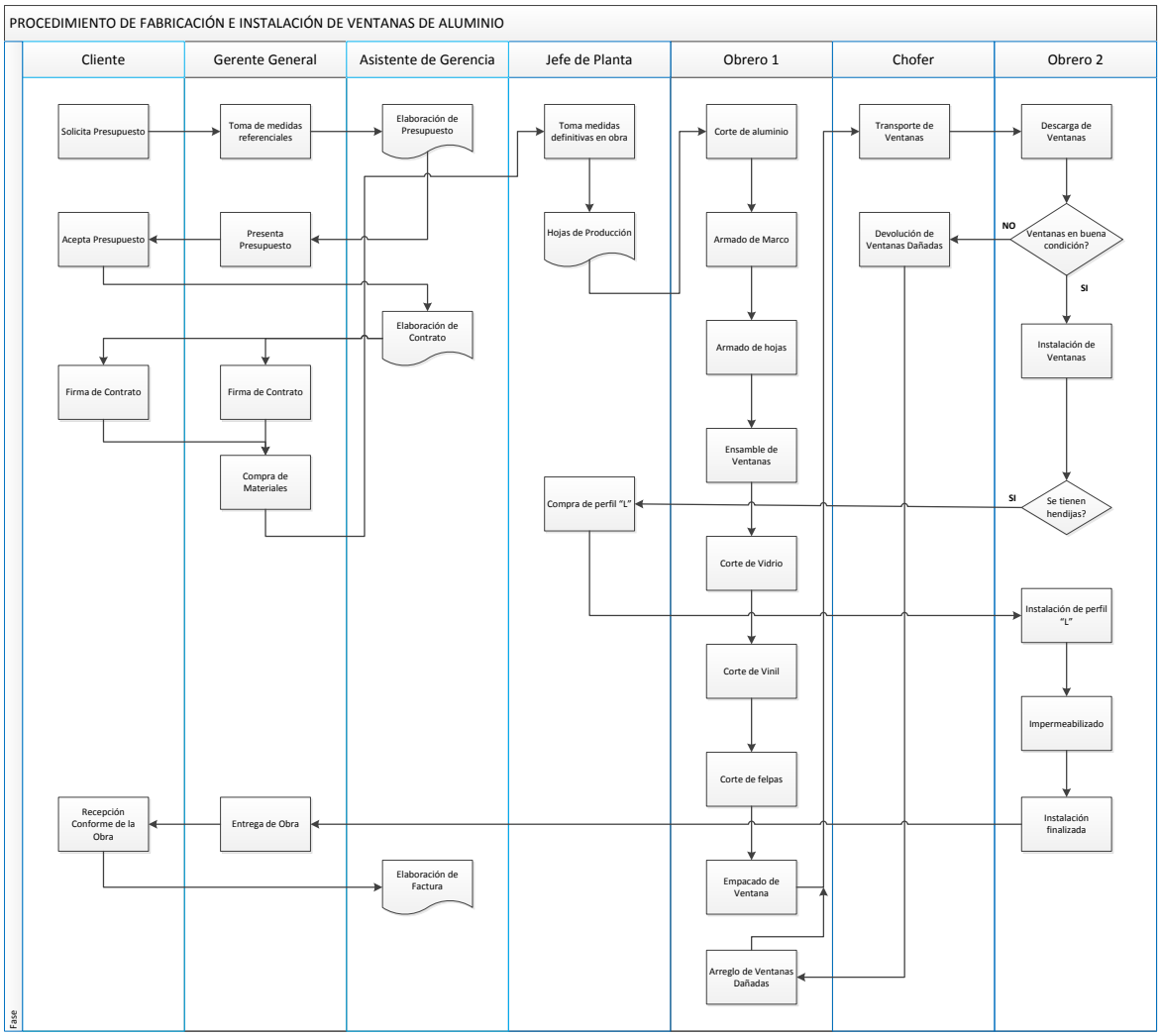


Figura 28: Procedimiento de fabricación e instalación de ventanas

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

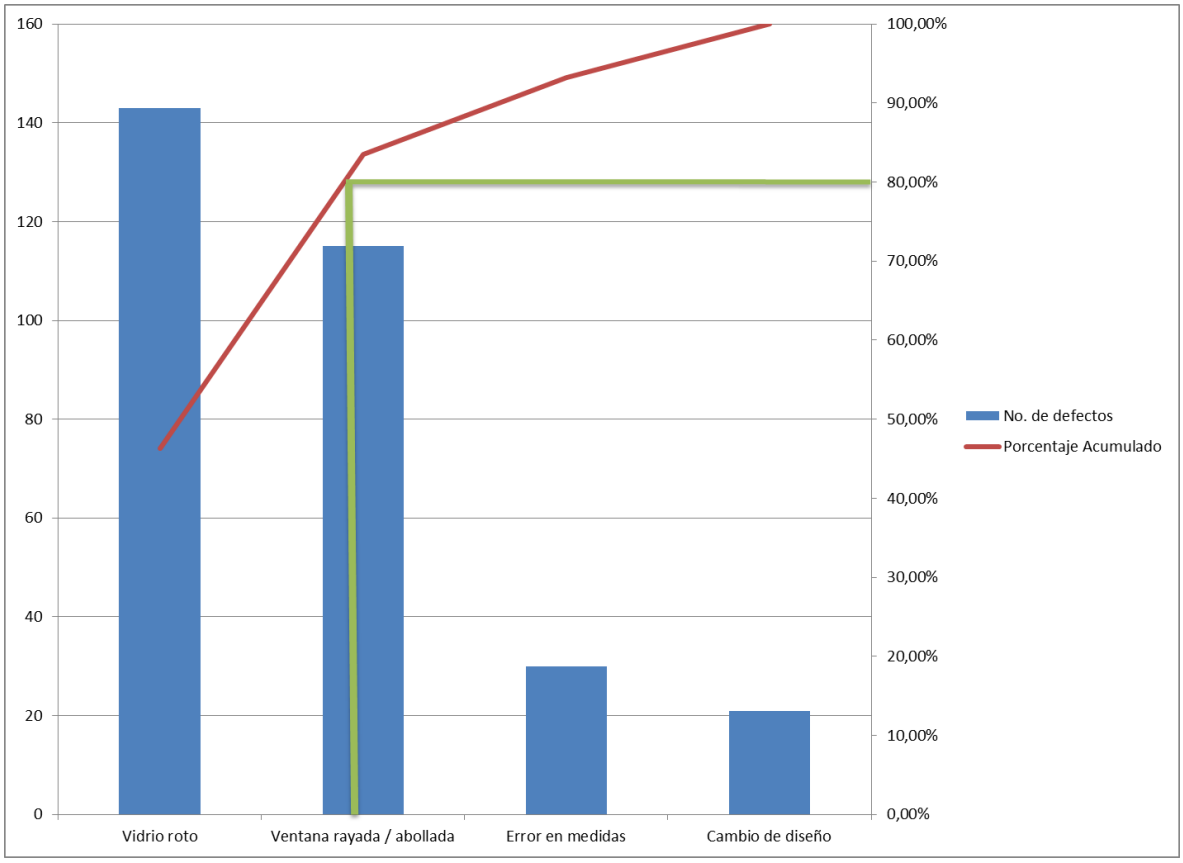


Figura 29: Diagrama de Pareto de los reprocesos

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Otro de las causas detectadas, para que se ejecuten los reprocesos en la planta, es la equivocación al leer las medidas de las ventanas en las hojas de producción por parte de los trabajadores al momento de realizar el corte de los perfiles del aluminio, un ejemplo de las hojas de producción que se llevaban al inicio de la investigación se pueden ver en la Figura 30.

También se detectó que los clientes cambian el diseño de las ventanas de acuerdo a las diferentes variantes que se realizan durante la construcción de la obra civil, lo que conlleva a realizar cambios de las ventanas ya fabricadas. En la mayoría de los casos el material utilizado en estas ventanas puede ser reutilizado, dependiendo de las medidas de cada una de las ventanas, si son ventanas pequeñas será muy difícil reutilizar el material, en cambio sí son ventanas grandes será fácilmente reutilizable.

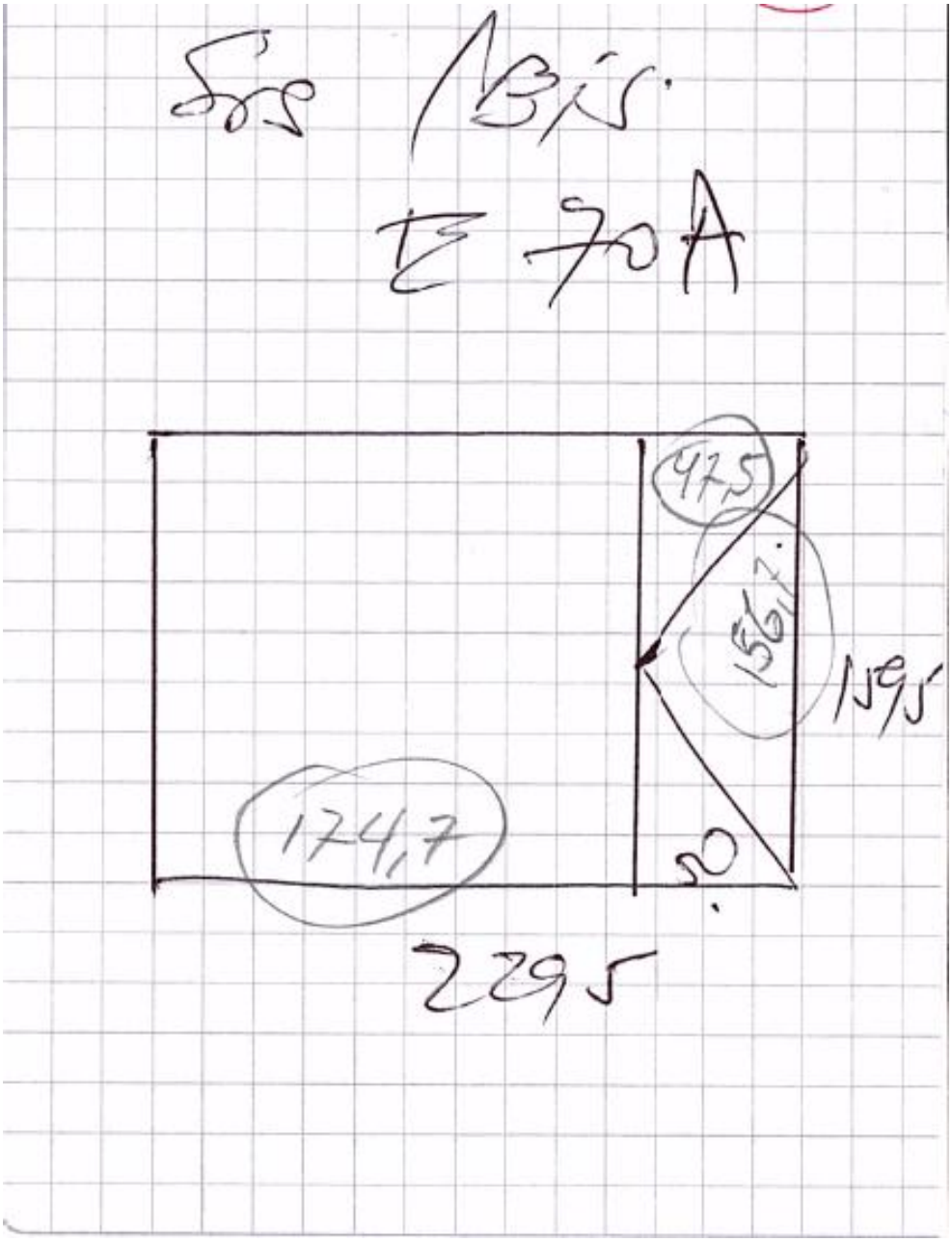


Figura 30: Hoja de producción antigua

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Adicional se realizará un análisis financiero del impacto de la productividad en la utilidad bruta, que será presentado en el apartado 4.6. Análisis económico de las soluciones implementadas.

3.3. Daños de las ventanas durante el transporte

El indicador para este objetivo es producto no conforme, con el cual se va a calcular los daños en el transporte de las ventanas de aluminio, para lo cual se va a aplicar la siguiente fórmula:

$$Producto\ no\ conforme = \frac{cantidad\ de\ daños\ (\#)}{ventanas\ transportadas\ (m^2)}$$

Las variables que intervienen en el cálculo del indicador de producto no conforme, son las siguientes:

- Número de daños en las ventanas transportadas.
- Metros cuadrados de ventanas de aluminio transportadas.

La línea base del producto no conforme acumulado, que se calculó en el capítulo anterior es de 0,0406 daños / m^2.

De acuerdo a los datos recopilados y analizados se tabularon y se obtuvo el diagrama que consta en la Figura 29. En este diagrama de Pareto, se puede deducir que las principales causas de daños son por ventanas rayadas y/o abolladas y por ventanas con vidrios rotos, por lo tanto la estrategia para lograr reducir los daños de las ventanas de aluminio durante el transporte, es la siguiente, se revisó detenidamente los procedimientos que se estaban llevando a cabo durante la fabricación de las ventanas con el fin de detectar las mejoras para evitar los daños de las ventanas, también se capacitó al personal de la fábrica para evitar los daños detectados durante el transporte.

Para minimizar los daños en las ventanas por rayaduras o abolladuras durante el transporte se implementó una mejora en el procedimiento de fabricación e instalación de ventanas, al incluir una actividad que ejecutan los obreros previo a cargar los elementos fabricados en el vehículo que va a transportar las ventanas fabricadas hasta el lugar de la instalación, esta

actividad consiste en embalar las ventanas de aluminio con un recubrimiento de plástico delgado (*film*), tal como se muestra en la Figura 31.

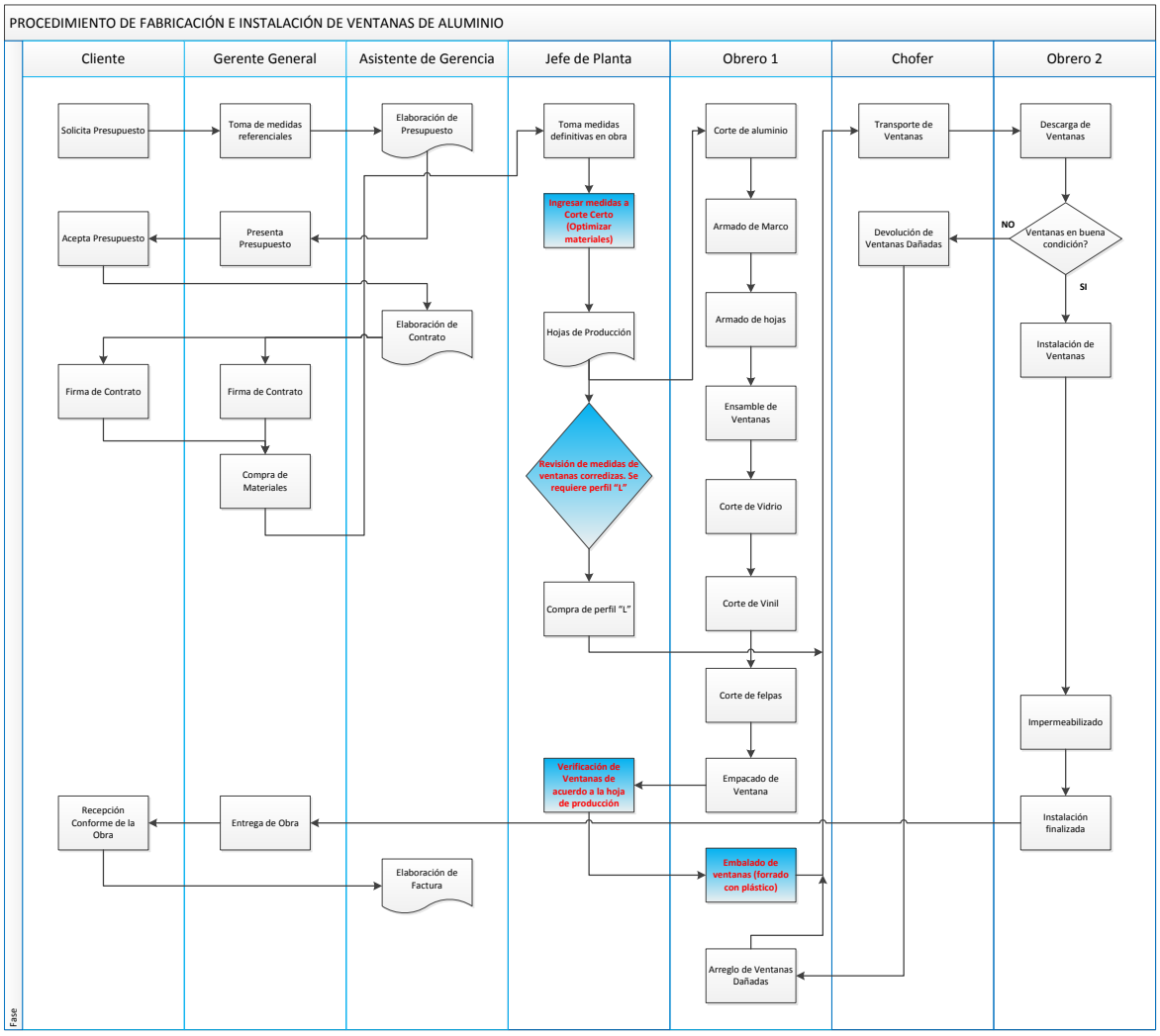


Figura 31: Procedimiento mejorado de producción de ventanas
Fuente: Freyse Cía. Ltda.

En la Figura 32, se muestra una fotografía tomada en la planta durante las distintas visitas realizadas, en la misma se evidencia la utilización del recubrimiento para evitar las rayaduras o abolladuras durante el transporte.

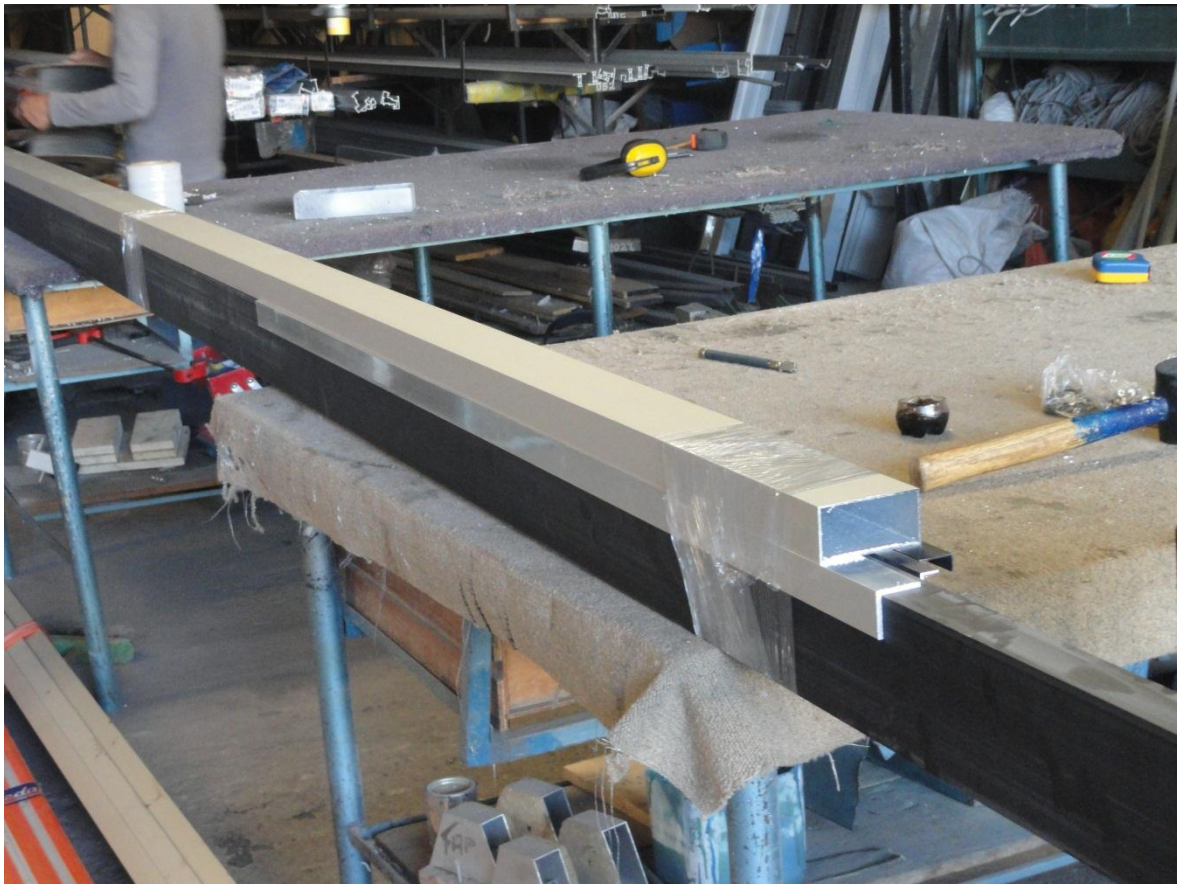


Figura 32: Embalado de perfiles
Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Para evitar ventanas con vidrios rotos, se tomaron dos acciones. La primera fue capacitar al chofer en la forma de conducir el vehículo en el cual se transportan las ventanas, para que se conduzca con más precaución, manteniendo una velocidad prudente no superior a las 40 km/h, tomando las curvas a menor velocidad, evitar las frenadas bruscas y caer en baches, y sobretodo evitar colisionar con otros vehículos en las vías.

Se explicó al conductor que debe tomar en cuenta que en el Ecuador, el ente que regula el tránsito es la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), la cual ha fijado varios límites de velocidad, tomando en cuenta el tipo de calle o avenida en el cual se circule, así como también de acuerdo al vehículo que se conduzca. En la Figura 33, se muestran los límites de velocidad.

1. Para vehículos livianos, motocicletas y similares:

Tipo de vía	Límite máximo	Rango moderado (Art. 142.g de la Ley)	Fuera del rango moderado (Art. 145.e de la Ley)
Urbana	50 Km/h	>50 Km/h - <60 Km/h	>60 Km/h
Perimetral	90 Km/h	>90 Km/h - <120 Km/h	> 120 Km/h
Rectas en carreteras	100 Km/h	>100 Km/h - <135 Km/h	> 135 Km/h
Curvas en carreteras	60 Km/h	>60 Km/h - <75 Km/h	> 75 Km/h

Figura 33: Límites de velocidad
Fuente: ANT

También se indicó al conductor las mayores causas de siniestros de tránsito, con el fin de concientizar y mejorar las destrezas al conducir, para de esta forma minimizar los accidentes automovilísticos que se podrían derivar de una mala práctica al conducir o al no prestar atención y respetar las señales, normas y leyes de tránsito por parte del chofer. Se le indicó además el perjuicio económico que representa un reproceso a la empresa, derivado de no tomar las precauciones necesarias al conducir.

Una vez concluida la capacitación al conductor, se le tomó varias lecciones de lo explicado en las diferentes charlas realizadas. La gran mayoría de las lecciones tuvieron una calificación aceptable, por lo que se consideró que el chofer sí se encontraba en condiciones óptimas para ejecutar su trabajo. Se debe tomar en cuenta que este tipo de charlas deberán ser reforzadas periódicamente para refrescar los conocimientos y evitar cualquier tipo de olvido de lo aprendido. También se deberá tener muy en cuenta cualquier cambio que se pueda generar en la normativa de tránsito por parte del órgano regulador del tránsito o por parte de los gobiernos autónomos descentralizados (GAD's) de los cantones en los cuales se deba transportar los elementos fabricados por la empresa, con el fin de comunicarlo en su debido momento al chofer y evitar cualquier contratiempo o siniestro que se pueda presentar.

La segunda acción que se tomó para evitar ventanas con vidrios rotos, fue analizar, con el fin de tener una mejora continua, al método que utilizaban los obreros para ubicar los elementos a transportarse. Se evidenció que los trabajadores colocaban los elementos fabricados junto con las cajas de herramientas y escaleras, lo cual incidía en un alto porcentaje la posibilidad de rotura de vidrios, ya que las cajas de herramientas no estaban fijas o aisladas de las ventanas de aluminio y se deslizaban contra las ventanas de aluminio causando la rotura de los vidrios. Por esta razón se identificó el lugar más idóneo para transportar las cajas de herramientas y escaleras, en el vehículo en el cual se transportan las ventanas, es el espacio que existe en el medio del caballete, entre las paredes que se utilizan exclusivamente para transportar los elementos fabricados, tal como se muestra en la Figura 34 siguiente:



Figura 34: Transporte de elementos

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

En resumen, con el fin de minimizar los reprocesos por daños durante el transporte de las ventanas de aluminio fabricadas en la planta, se ha utilizado la herramienta Kaizen para detectar las causas que generan estos retrabajos, para evitar este tipo de desperdicios que generan pérdidas para la empresa, tanto en materiales como en el tiempo invertido por lo obreros en la fabricación inicial y en el arreglo o corrección de los problemas detectados en su debido momento.

3.4. Eficiencia del tiempo de entrega

Por medio de un indicador de eficiencia, se va a calcular que tan eficiente, valga la redundancia, es la empresa respecto al tiempo de entrega comprometido con los clientes para la entrega de las ventanas de aluminio. La relación con la cual se va a calcular la eficiencia del tiempo de entrega es la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{tiempo\ planificado\ (días)}{tiempo\ de\ entrega\ (días)}\ x\ 100$$

Para realizar el cálculo de la eficiencia del tiempo de entrega de las ventanas de aluminio, se van a tomar en cuenta las siguientes variables:

- El número de días que se tenían planificados.
- El número de días en que fueron entregadas las ventanas de aluminio a los clientes.

En el capítulo anterior se calculó la línea base de la eficiencia acumulada, relacionando las variables antes mencionadas y se obtuvo el valor de 79,17%. Una vez analizados los datos del tiempo de fabricación, transporte e instalación de las ventanas de aluminio, que se muestran en la Figura 27, para establecer el tiempo de entrega de los elementos contratados a los diferentes clientes de la empresa, y tomando en cuenta todas las causas que pueden incidir en retrasos, se requiere utilizar la herramienta Ciclo de Deming en el cual se planifica, se realiza, se analiza y se actúa de acuerdo a los resultados obtenidos.

El tiempo de entrega de las ventanas de aluminio es un factor determinante para los constructores al momento de contratar la fabricación e instalación de los elementos de aluminio para sus proyectos, en ese sentido, el gerente general ha entendido la necesidad de los clientes y ha transmitido esa necesidad tanto al jefe de la planta como a los diferentes obreros que laboran en ella. A lo largo del tiempo en el que Freyse Cía. Ltda. está en el mercado ha intentado entregar las ventanas de aluminio contratadas en el tiempo pactado, sin embargo, en la mayoría de ocasiones han existido causas ajenas a la empresa que ocasionaron que no se cumpla con el tiempo establecido. En otras ocasiones se detectaron causas que se podrían imputar a la organización, las cuales deberán ser minimizadas y se las detalla a continuación.

Una de las causas que se detectó es que existen obras relativamente pequeñas, con números de ventanas menores que veinte, las cuales fueron autorizadas por el gerente general para que sean fabricadas. La fabricación de estas ventanas conlleva a modificar la programación establecida al inicio de la semana, lo cual implica que se dilate la fabricación de obras que se comprometieron al cliente entregar en una fecha establecida. Al detectar este problema, se conversó con el gerente general, con la finalidad de encontrar una solución y se llegó a la siguiente conclusión, para evitar que se den estos problemas y atender al cliente que solicita una obra menor, en cuanto al número de ventanas se refiere, y sin descuidar el tiempo de entrega comprometido con otro cliente, se reprogramará la planificación y se trabajarán horas extras entre semana y los días sábados en caso de ser necesario. De esta forma se atenderán los requerimientos en tiempo y forma de los distintos tipos de clientes que atiende la empresa.

Otra de las causas detectadas durante la investigación, es la falta de material, en especial de ciertos perfiles que se requieren para una obra determinada cuando la mampostería en la cual se van a instalar las ventanas corredizas no tienen las mismas medidas en los tres puntos verticales que se toman como referencia, tanto en la parte derecha como en el centro y en la parte izquierda de la ventana; estas imperfecciones lo que conlleva es que se formen hendijas entre las ventanas y la mampostería. Para cubrir estas imperfecciones, que no dependen de la empresa Freyse Cía. Ltda. sino netamente de la obra civil, se requiere que se instalan perfiles tipo “L”, estos perfiles son comprados a última hora ya que estas

imperfecciones de la obra civil se evidencian luego de la instalación de las ventanas de aluminio, estas compras de última hora consumen recursos de transporte, un obrero y retrasan la entrega de la obra. Para evitar estas compras a última hora se ha introducido como mejora una nueva tarea, tal como se muestra en la Figura 31.

Esta tarea nueva se la ejecutará luego de elaboradas las hojas de producción, y de acuerdo al tipo de ventana que se deba fabricar, ya que el principal problema se tiene en las ventanas corredizas, el jefe de planta deberá verificar las medidas en las tres alturas de la ventana, la primera al extremo derecho, la segunda en la mitad de la ventana y la tercera al extremo izquierdo. Si la diferencia es mayor o igual que 0,3 cm. el jefe de planta deberá solicitar la compra de los perfiles "L" que se requieran para una obra determinada, con esta solicitud el gerente general adicionará a la orden de compra que se enviará al proveedor de los perfiles de aluminio. En esta orden de compra constarán todos los perfiles que la planta requiere para la fabricación de todos los elementos de aluminio contratados por parte de los clientes. Una vez que los perfiles lleguen a la fábrica, el jefe de planta deberá separar los perfiles "L" y tenerlos listos para embarcar en el transporte junto con los elementos fabricados, los perfiles "L" deberán estar debidamente identificados para que los obreros conozcan en que elementos van a ser requeridos.

Otra de las causas de incumplimiento en el tiempo de entrega y que no es atribuible a la empresa Freyse Cía. Ltda. el cual se detectó durante la investigación, es que la obra civil no está terminada por parte de los constructores con lo cual no es posible tomar las medidas definitivas para la fabricación de las ventanas de aluminio, si bien es cierto estos inconvenientes salen del control de la empresa, se deben tomar los correctivos necesarios, por lo cual se deberá coordinar con el cliente realizar entregas parciales de las obras que estén inconclusas, con lo cual se minimiza los retrasos de entrega de los elementos contratados. Según lo conversado con el Ing. Hugo Freire este tipo de problemas se tiene de manera recurrente en las obras grandes, es decir, en edificios; ya que el avance de la construcción depende de varios factores externos a la empresa. Para minimizar que estos retrasos impacte de manera negativa en la imagen de Freyse Cía. Ltda. se planteó al gerente general que realice un seguimiento semanal al avance de la obras grandes con el fin de mantener una comunicación fluida con los clientes, de esta forma los clientes se van

a sentir respaldados y la empresa va a tener la opción de administrar de mejor manera el tiempo de los obreros.

3.5. Desperdicio del material en el proceso de corte

Con el indicador de merma se va a calcular el desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio, para lo cual se va a relacionar el desperdicio del aluminio contra la fabricación de las ventanas fabricadas de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Merma = \frac{merma\ de\ aluminio\ (kg)}{ventanas\ fabricadas\ (m^2)}$$

Para obtener el desperdicio del aluminio en el proceso de corte, se van a tomar en cuenta las siguientes variables:

- Kilogramos de aluminio de merma.
- Metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas.

Con los datos recolectados se procedió a calcular la línea base de la merma acumulada, el cual consta en el capítulo anterior que es de 0,1488 kg/m^2.

Durante la investigación, se pudo evidenciar que el cálculo para el corte del aluminio se lo hace de forma empírica en base a la experiencia del jefe de planta, el procedimiento que seguían es el siguiente: el jefe de planta realiza las hoja de producción de una obra con las medidas definitivas, luego realiza el cálculo manual, por medio de una calculadora para cortar los perfiles de aluminio, ver la Figura 35, de esta forma suman la longitud de los perfiles a cortar y ven la combinación más cercana para llegar a la longitud del perfil que es de 6,40 metros. Sin embargo, este cálculo es realizado de manera rápida sin analizar todas las combinaciones posibles, dando lugar a que se genere un desperdicio del aluminio el momento de realizar el corte.



Figura 35: Cálculo manual del corte de aluminio
Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Durante el proceso de corte, el obrero corta los primeros y los últimos cinco centímetros de un perfil nuevo ya que durante el transporte suelen doblarse. Estos residuos son almacenados en cajas de madera que se encuentran ubicadas bajo las sierras de corte, ver la Figura 36. Luego procede a cortar los perfiles en función de las medidas de las ventanas que se van a fabricar. Si luego de realizar los cortes de los perfiles, quedan residuos menores a treinta centímetros serán recolectados juntando todos los kilogramos de aluminio desperdiciado para su posterior venta a diferentes personas o empresas que se encargan de reciclar este material, el precio promedio es de USD $ 1,40 por cada kilogramo. El valor recaudado es guardado por el gerente general para organizar desayunos, almuerzos o actividades sociales con el personal.



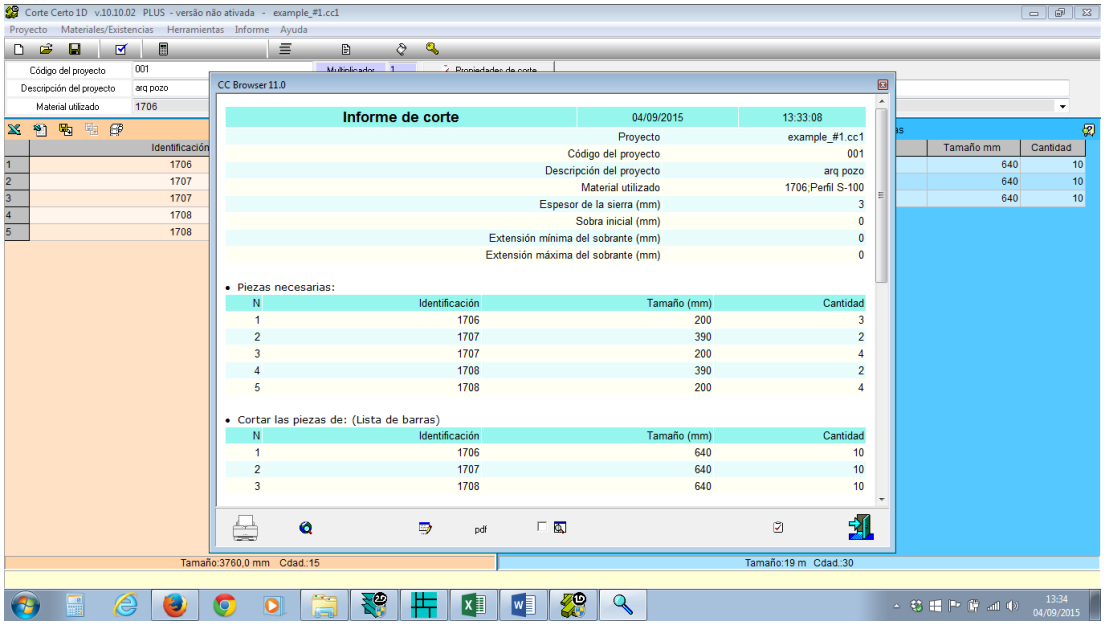
Figura 36: Caja de recolección de desperdicios de aluminio
Fuente: Freyse Cía. Ltda.

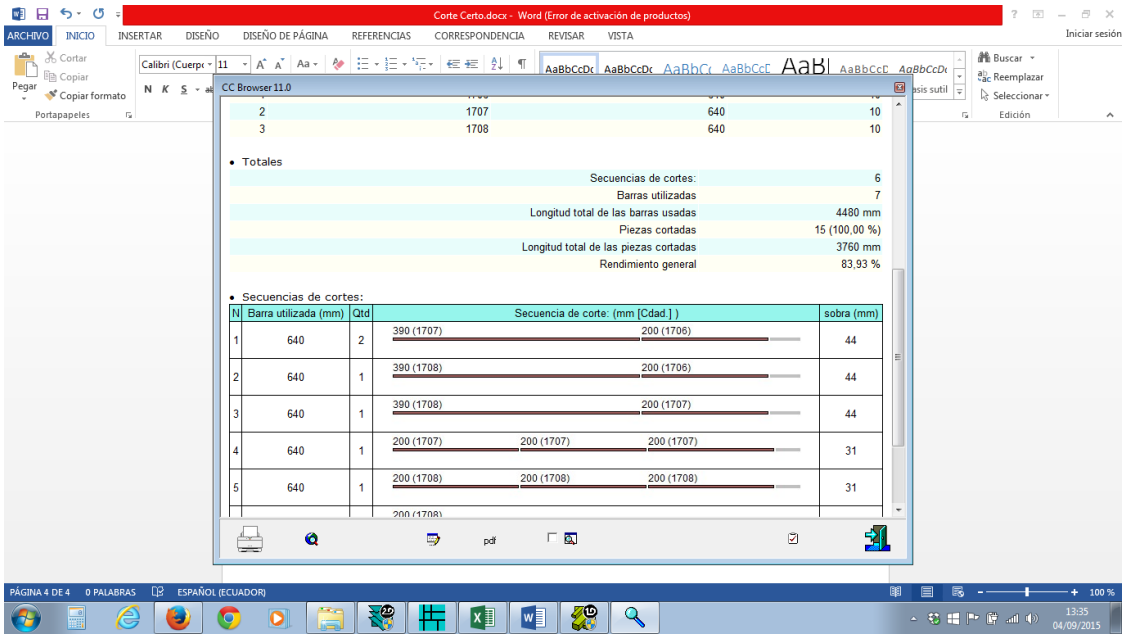
Para corregir lo antes mencionado, se investigó y se encontró un *software* que realiza todas las combinaciones posibles a través de algoritmos matemáticos ejecutados por medio de un computador, y entrega el orden del corte de los perfiles de aluminio para minimizar el desperdicio. Se instaló el *software* en la computadora del jefe de planta, en la Figura 37 se muestra la forma de utilizar el programa Corte Certo, que se utilizará en la planta para minimizar el desperdicio del aluminio durante el corte de los perfiles.

Para utilizar de mejor manera el programa Corte Certo es necesario contar con el inventario inicial de los perfiles de aluminio, en una entrevista con el gerente general y el jefe de planta se solicitó este inventario, sin embargo, indicaron que no existe tal inventario

por lo que se realizó la toma del inventario con fecha 30 de abril del 2015. Este inventario, se muestra en las Tabla 12 y 13.

Para alcanzar este objetivo, se utilizó la metodología *Just in Time (JIT)*, la cual se basa en evitar el desperdicio, en este caso con el uso del *software* para evitar tener un alto porcentaje de aluminio desperdiciado durante el proceso de corte.





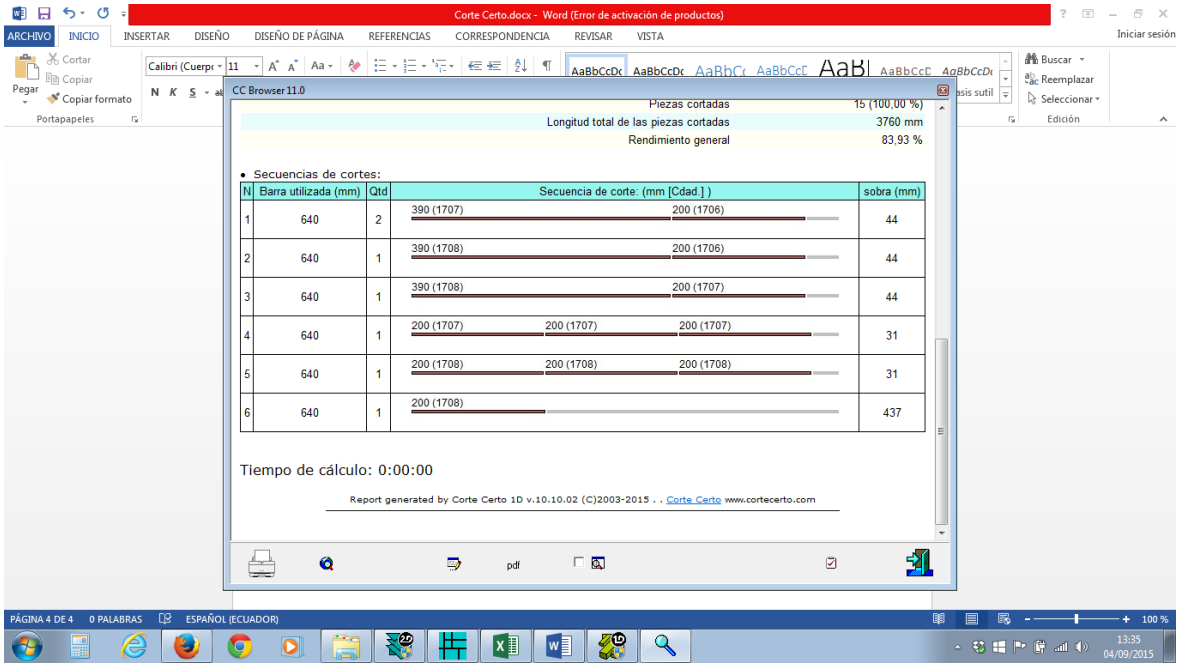


Figura 37: Utilización de *software* para optimizar aluminio

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Durante la investigación se consultó al jefe de planta y al gerente general si contaban con un inventario detallado de los perfiles de aluminio que mantienen en la fábrica, a lo cual se indicó que no tenían un inventario actualizado, por lo que se solicitó que se realice la toma de los datos con corte al 30 de abril del 2015, fecha que se tomó como inició de la investigación. En las Tabla 12 y 13 que se muestran los resultados de la toma de existencias tanto de perfiles completos como de los retazos de los perfiles, en las cuales constan la referencia del perfil, la descripción en los que se utilizan los mismos, el valor unitario y el valor total del inventario.

Tabla 12:
Inventario de perfiles completos

Item	Referencia	Uso	Cantidad	Valor unitario	Valor total	Observaciones
1	1382	Proyectable	10	$ 33,63	$ 336,30	Marco Doble
2	1383	Proyectable	20	$ 10,20	$ 204,00	Junquillo de Hoja y Marco
3	1384	Proyectable	22	$ 26,02	$ 572,44	Perimetral de Hoja
4	1385	Proyectable	22	$ 17,64	$ 388,08	Perimetral de Marco
5	1706	Mampara S-100	12	$ 16,67	$ 200,04	Tapa Acanalada
6	1707	Mampara S-100	24	$ 25,48	$ 611,52	Perimetral Móvil
7	1708	Mampara S-100	24	$ 11,03	$ 264,72	Junquillo
8	1824	Mampara S-100	12	$ 10,62	$ 127,44	Tapa Lisa
9	2231	Corrediza 7 perfiles	34	$ 14,48	$ 492,32	Vertical de hoja
10	2232	Corrediza 7 perfiles	17	$ 14,96	$ 254,32	Entrecierre fijo
11	2233	Corrediza 7 perfiles	44	$ 17,27	$ 759,88	Horizontal de hoja
12	2234	Corrediza 7 perfiles	34	$ 17,27	$ 587,18	Jamba Marco
13	2235	Corrediza 7 perfiles	17	$ 16,45	$ 279,65	Entrecierre móvil
14	2237	Corrediza 7 perfiles	11	$ 17,92	$ 197,12	Riel Superior
15	2238	Corrediza 7 perfiles	11	$ 16,83	$ 185,13	Riel Inferior
16	2229	Fija	8	$ 16,96	$ 135,68	Horizontal
17	2230	Fija	8	$ 17,65	$ 141,20	Vertical
18	2236	Fija	16	$ 7,41	$ 118,56	Junquillo
19	1027	Fija	8	$ 10,08	$ 80,64	Mullón
20	1162	Mampara S-200	6	$ 25,25	$ 151,50	Tapa Acanalada
21	1163	Mampara S-200	12	$ 31,45	$ 377,40	Perimetral Móvil
22	1164	Mampara S-200	12	$ 12,53	$ 150,36	Junquillo
23	1645	Mampara S-200	6	$ 21,86	$ 131,16	Tapa Lisa
24	2603	Corrediza Económica	13	$ 8,40	$ 109,23	Riel Superior
25	2604	Corrediza Económica	13	$ 10,22	$ 132,91	Riel Inferior
26	2608	Corrediza Económica	13	$ 6,06	$ 78,78	Horizontal superior-inferior
27	2610	Corrediza Económica	8	$ 8,88	$ 71,05	Vertical Chapa
28	2623	Corrediza Económica	16	$ 8,53	$ 136,49	Jamba Marco Móvil
29	2624	Corrediza Económica	16	$ 9,52	$ 152,33	Jamba Marco Fija
30	2625	Corrediza Económica	13	$ 9,95	$ 129,31	Horizontal superior-inferior
31	2626	Corrediza Económica	8	$ 9,73	$ 77,87	Entrecierre
				Total	**$ 7.634,60**	

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 13: Inventario de retazos de perfiles

Item	Referencia	Uso	Cantidad	Metros	Valor por metro	Valor total
1	1382	Proyectable	4	1,20	$ 5,25	$ 25,22
2	1382	Proyectable	2	3,50	$ 5,25	$ 36,78
3	1382	Proyectable	3	2,34	$ 5,25	$ 36,89
4	1382	Proyectable	2	2,60	$ 5,25	$ 27,32
5	1383	Proyectable	8	1,20	$ 1,59	$ 15,30
6	1383	Proyectable	4	3,50	$ 1,59	$ 22,31
7	1383	Proyectable	6	2,34	$ 1,59	$ 22,38
8	1383	Proyectable	4	2,60	$ 1,59	$ 16,58
9	1384	Proyectable	4	3,10	$ 4,07	$ 50,41
10	1384	Proyectable	2	1,50	$ 4,07	$ 12,20
11	1385	Proyectable	4	3,10	$ 2,76	$ 34,18
12	1385	Proyectable	2	1,50	$ 2,76	$ 8,27
13	1706	Mampara S-100	3	1,80	$ 2,60	$ 14,07
14	1706	Mampara S-100	4	2,45	$ 2,60	$ 25,53
15	1706	Mampara S-100	2	1,50	$ 2,60	$ 7,81
16	1706	Mampara S-100	2	4,00	$ 2,60	$ 20,84
17	1824	Mampara S-100	3	1,80	$ 1,66	$ 8,96
18	1824	Mampara S-100	4	2,45	$ 1,66	$ 16,26
19	1824	Mampara S-100	2	1,50	$ 1,66	$ 4,98
20	1824	Mampara S-100	2	4,00	$ 1,66	$ 13,28
21	2232	Corrediza 7 perfiles	2	1,10	$ 2,34	$ 5,14
22	2232	Corrediza 7 perfiles	1	4,00	$ 2,34	$ 9,35
23	2232	Corrediza 7 perfiles	2	0,80	$ 2,34	$ 3,74
24	2232	Corrediza 7 perfiles	4	1,80	$ 2,34	$ 16,83
25	2234	Corrediza 7 perfiles	2	2,20	$ 2,70	$ 11,87
26	2234	Corrediza 7 perfiles	2	4,00	$ 2,70	$ 21,59
27	2234	Corrediza 7 perfiles	2	1,60	$ 2,70	$ 8,64
28	2234	Corrediza 7 perfiles	8	1,80	$ 2,70	$ 38,86
29	2235	Corrediza 7 perfiles	2	1,10	$ 2,57	$ 5,65
30	2235	Corrediza 7 perfiles	1	4,00	$ 2,57	$ 10,28
31	2235	Corrediza 7 perfiles	2	0,80	$ 2,57	$ 4,11
32	2235	Corrediza 7 perfiles	4	1,80	$ 2,57	$ 18,51
33	2237	Corrediza 7 perfiles	4	1,60	$ 2,80	$ 17,92
34	2237	Corrediza 7 perfiles	2	1,20	$ 2,80	$ 6,72
35	2238	Corrediza 7 perfiles	4	1,60	$ 2,63	$ 16,83
36	2238	Corrediza 7 perfiles	2	1,20	$ 2,63	$ 6,31
37	2233	Corrediza 7 perfiles	4	1,60	$ 2,70	$ 17,27
38	2233	Corrediza 7 perfiles	8	1,20	$ 2,70	$ 25,91
					Total	**$ 665,08**

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

4. RESULTADOS Y PROYECCIONES

En este capítulo se indicarán los resultados de las estrategias aplicadas para solucionar los problemas detectados, así como también las proyecciones en función de la comparación de los valores entre los de la línea base y los resultados obtenidos al final de esta investigación.

4.1. Eficacia de la producción de ventanas de aluminio

La eficacia de la producción de ventanas de aluminio se calcula en base al área de ventanas fabricadas sobre el área de ventanas planificadas, multiplicadas por el factor porcentual 100. En la Figura 38, se muestran los datos recopilados desde enero del 2014 hasta octubre del 2015, también se indican los datos acumulados del indicador de eficacia.

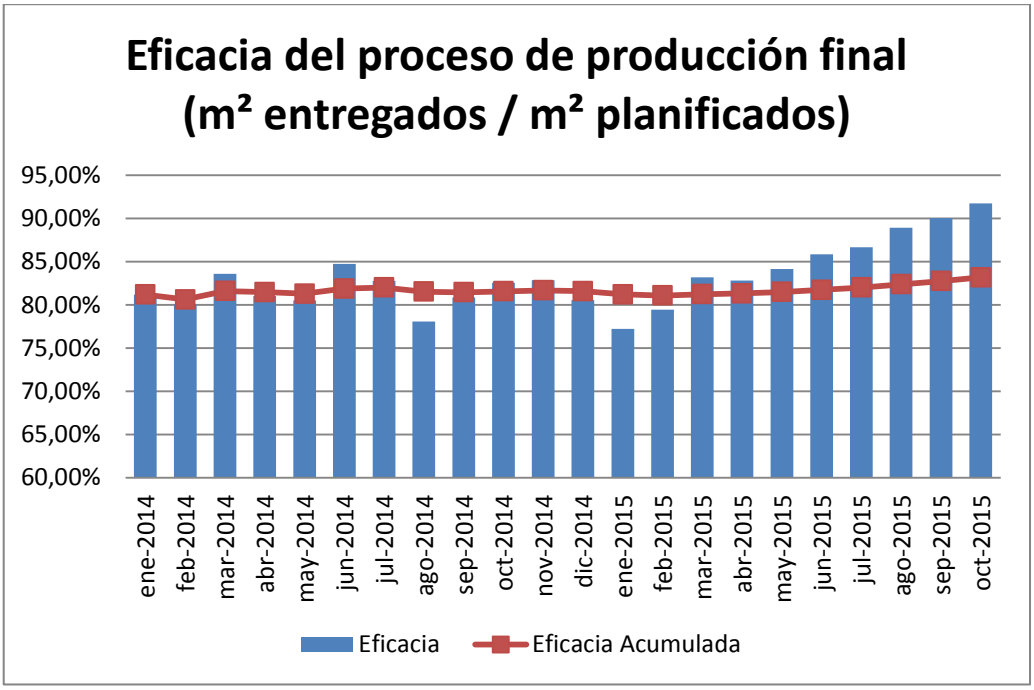


Figura 38: Eficacia del proceso de fabricación final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 14: Resultados de la eficacia final

Mes - año	Ventanas entregadas (m²)	Ventanas entregadas acumuladas (m²)	Ventanas planificadas (m²)	Ventanas planificadas acumuladas (m²)	Eficacia diferencial (%)	Eficacia acumulada o tendencia (%)
ene-2014	299,20	299,20	368,54	368,54	81,19%	81,19%
feb-2014	295,46	594,66	369,15	737,69	80,04%	80,61%
mar-2014	303,14	897,80	362,67	1100,36	83,59%	81,59%
abr-2014	281,94	1179,74	347,99	1448,35	81,02%	81,45%
may-2014	282,12	1461,86	350,45	1798,80	80,50%	81,27%
jun-2014	321,82	1783,68	379,84	2178,64	84,73%	81,87%
jul-2014	305,43	2089,11	369,03	2547,67	82,77%	82,00%
ago-2014	278,44	2367,55	356,76	2904,43	78,05%	81,52%
sep-2014	292,29	2659,84	361,57	3266,00	80,84%	81,44%
oct-2014	284,34	2944,18	344,50	3610,50	82,54%	81,54%
nov-2014	293,00	3237,18	353,74	3964,24	82,83%	81,66%
dic-2014	299,72	3536,90	372,17	4336,41	80,53%	81,56%
ene-2015	296,52	3833,42	384,06	4720,47	77,21%	81,21%
feb-2015	291,46	4124,88	366,98	5087,45	79,42%	81,08%
mar-2015	285,99	4410,87	343,86	5431,31	83,17%	81,21%
abr-2015	295,68	4706,55	357,16	5788,47	82,79%	81,31%
may-2015	311,80	5018,35	370,62	6159,09	84,13%	81,48%
jun-2015	317,08	5335,43	369,41	6528,50	85,83%	81,73%
jul-2015	332,76	5668,19	383,95	6912,45	86,67%	82,00%
ago-2015	336,79	6004,98	378,75	7291,20	88,92%	82,36%
sep-2015	344,93	6349,91	383,12	7674,32	90,03%	82,74%
oct-2015	354,15	6704,06	386,14	8060,46	91,72%	83,17%

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

El valor acumulado de la eficacia de la producción de ventanas de aluminio calculado hasta el mes de abril del 2015 era de 81,31%, este valor en el mes de octubre del 2015 pasó a ser de 83,17%, con las medidas adoptadas se logró un crecimiento del 1,86% en el valor acumulado. En cuanto al análisis de los valores mensuales (diferenciales), se pasó de un valor de 82,79% que se obtuvo en abril del 2015, a un valor de 91,72% en el mes de octubre del 2015, logrando tener una mejora de 8,93% en la eficacia del proceso de producción de ventanas de aluminio. Esto quiere decir que de cada 100 metros cuadrados que se planificó fabricar, en realidad se fabricaron 91,72 metros cuadrados en octubre del 2015.

Para lograr alcanzar los resultados mostrados en el párrafo anterior, se realizó un análisis al inicio de la investigación para lo cual se calculó la línea base de la eficacia, y se determinaron las causas que incidían para que este indicador no sea superior. Se verificó que el principal problema que se tenía en la fábrica es la subutilización de la maquinaria instalada y del recurso humano que labora en ella. Por esta razón se capacitó al gerente

comercial, Ing. Xavier Freire, para aumentar la cartera de clientes. El Ing. Freire tomó un entrenamiento denominado Ingeniería de lo Imposible, que le ayudó a aprender técnicas para mejorar las ventas en la compañía. En la Tabla 15 siguiente se indican los datos de las ventas desde enero del 2014 hasta octubre del 2015, con el correspondiente aporte en las mismas por parte del Ing. Xavier Freire.

Tabla 15: Resumen de ventas del Ing. Xavier Freire

Año	Ventas - Ing. Xavier Freire	Ventas Total Freyse	Aporte Ing. Xavier Freire
2014	$ 166.937,43	$ 274.512,41	60,81%
2015*	$ 194.918,37	$ 238.064,81	81,88%

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Otra de las mejoras introducidas en la planta fue la reorganización de los obreros para el transporte de las ventanas hacia las obras. Se evidenció que se utilizaban cuatro obreros para transportar las ventanas, se conversó con el jefe de planta y se determinó que únicamente era necesario dos obreros, por lo cual al tener dos obreros más en la fábrica se incrementó la producción. En la Figura 40, se verifica el tiempo promedio mensual después de introducir las mejoras en ventas, lo que evidencia una mejor distribución y utilización del tiempo durante el proceso de producción e instalación de ventanas de aluminio. El gráfico fue construido en base al promedio del tiempo utilizado entre los meses de mayo del 2015 a octubre del 2015.

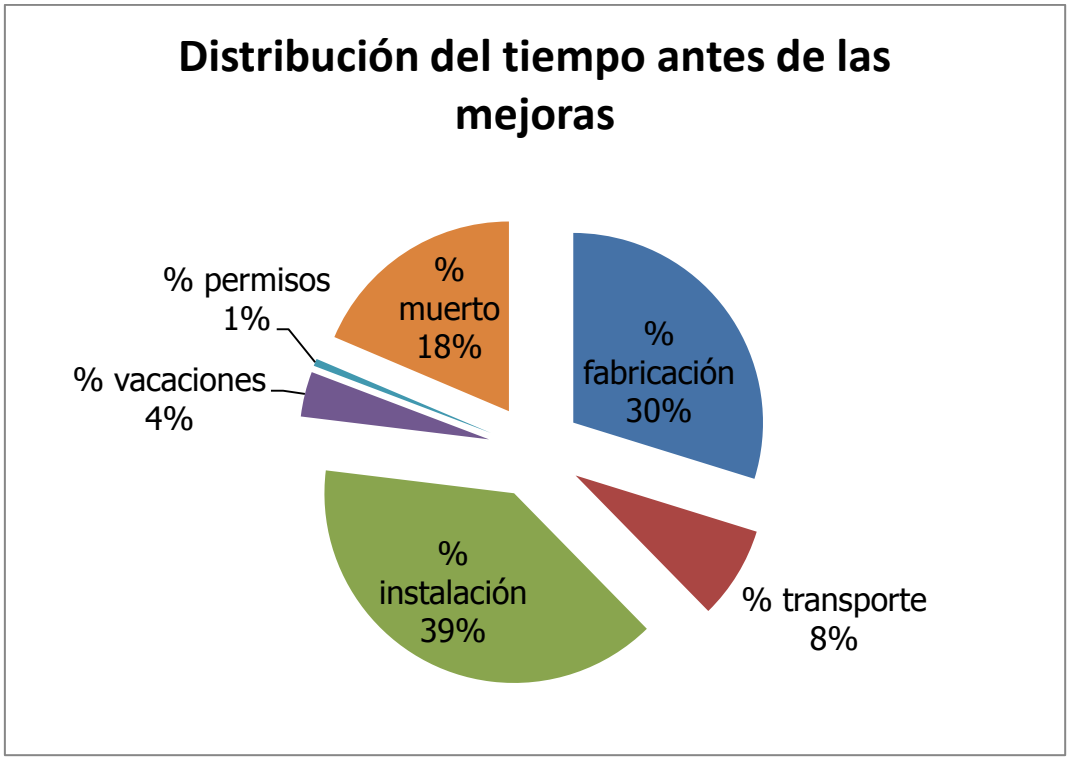


Figura 39: Distribución del tiempo inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

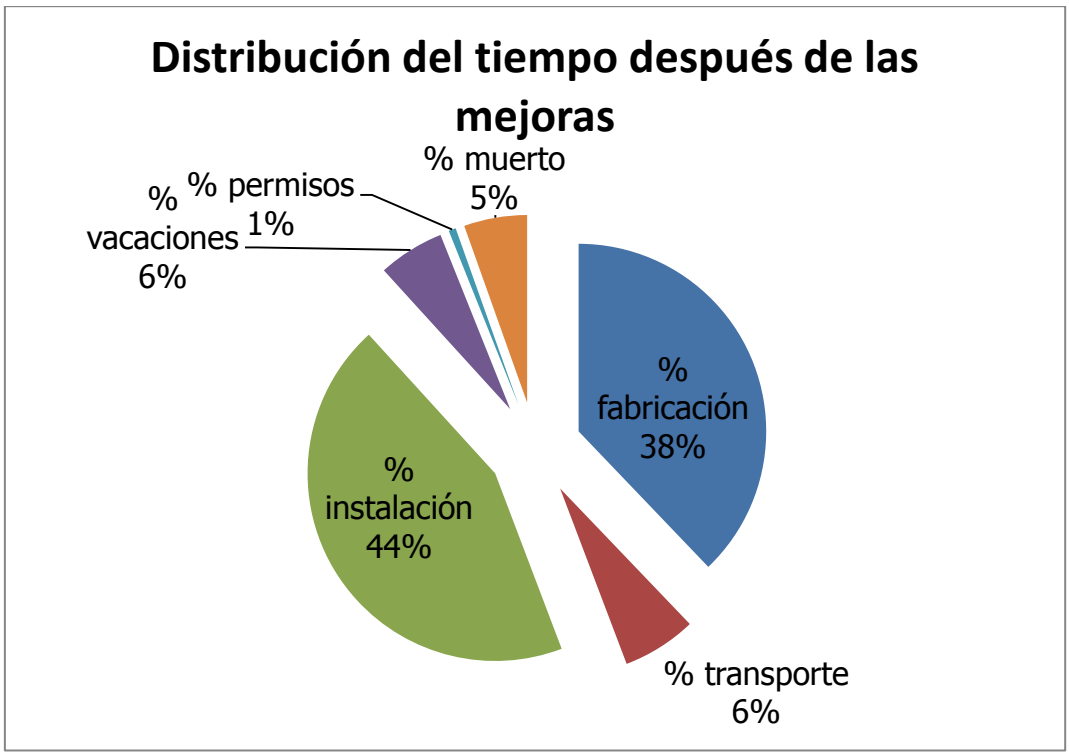


Figura 40: Distribución del tiempo final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Como se puede apreciar comparando la distribución del tiempo antes y después de las mejoras adoptadas, se llegó a ocupar un 8% de tiempo más en fabricación, es decir se logró llegar al 38% del tiempo. En lo referente a la actividad de instalación se logró obtener un 44% del tiempo utilizado por los obreros, es decir, se tuvo un aumento del 5%. En cuanto al transporte, se optimizó el tiempo al utilizar menos recursos y se destinó apenas el 6% del tiempo de los trabajadores de la fábrica, obteniéndose una disminución del 2%.

Por último en cuanto al tiempo muerto se logró disminuir al 5% en promedio mensual, lo que significa que se tuvo el 13% más de tiempo para las actividades productivas de la empresa. Esta mejora se evidencia en el aumento de la eficacia del proceso de fabricación de ventanas de aluminio.

Si bien es cierto al inicio de la investigación, aparentaba que los recursos eran utilizados a su máxima capacidad, se evidenció que a medida que la demanda de producción aumentaba, los obreros cumplían y se ajustaban a lo planificado. El gerente general también realizó una reunión de motivación con el personal para llegar a aumentar la producción.

En la Tabla 16, se evidencian los datos analizados durante el año 2014 y los cuatro primeros meses del año 2015, es decir hasta el 30 de abril de 2015, fecha antes de implementar las mejoras; y también se han colocado los datos al 31 de octubre del 2015. Con estos datos se verifica la estabilidad de este proceso y los resultados luego de las mejoras introducidas.

Tabla 16:
Valor de la capacidad de la eficacia del proceso de fabricación

Media móvil (YTD)	30-abr-2015
Especificación	99,0000%
Media	81,4071%
Desviación estándar	0,0033
Cp	2,5354
Cpks	2,6296
Cpki	2,4413
LCS	84,0000%
LCI	79,0000%
Ancho de Banda	5,0000%
LCSN	82,3932%
LCIN	80,4211%

Media móvil (YTD)	31-oct-2015
Especificación	99,0000%
Media	81,6360%
Desviación estándar	0,0057
Cp	1,4720
Cpks	1,3919
Cpki	1,5521
LCS	84,0000%
LCI	79,0000%
Ancho de Banda	5,0000%
LCSN	83,3343%
LCIN	79,9376%

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

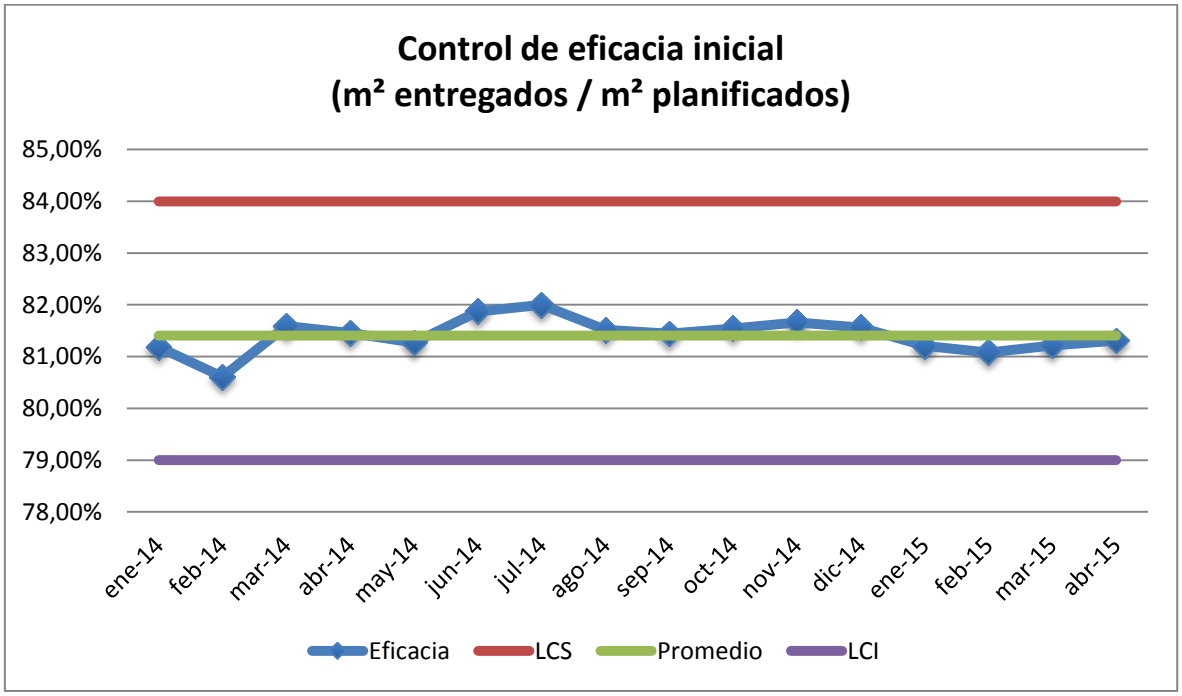


Figura 41: Control del procesos de eficacia inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

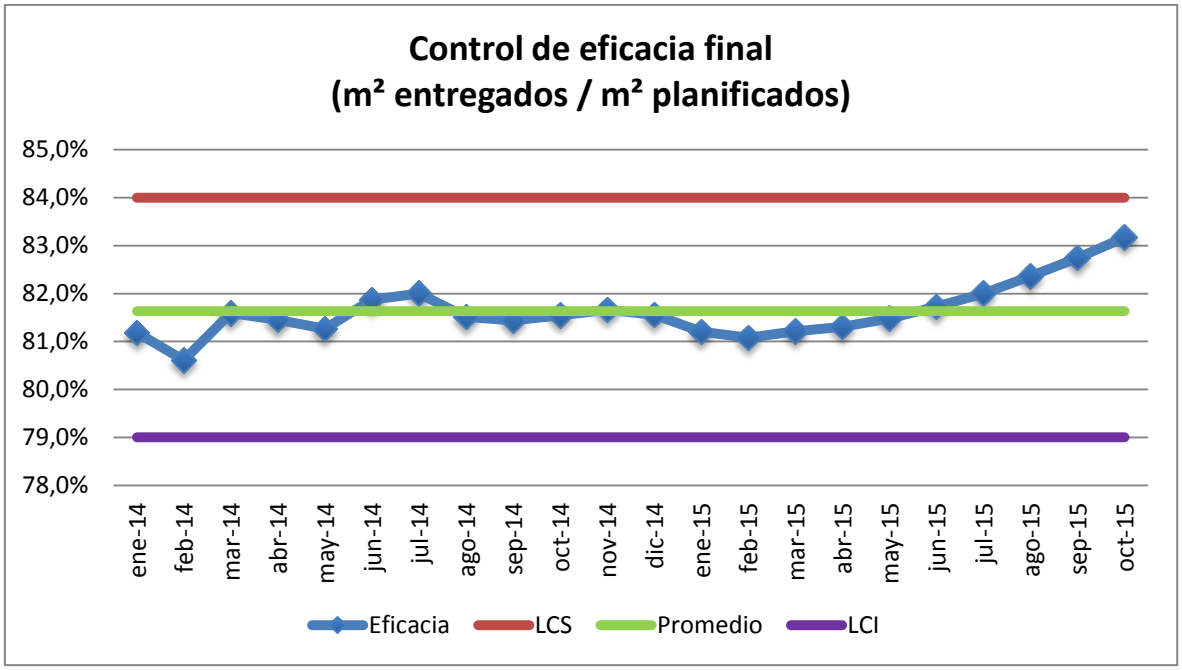


Figura 42: Control de eficacia final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tal como se aprecia en los datos, al 30 de abril del 2015, se tenía un valor de la capacidad del proceso (Cp) de 2,53543, el valor de la capacidad potencial de cumplir con las especificaciones del proceso, superior (Cpks) fue de 2,62961 y la inferior de 2,44125; utilizando como límite superior 84% y límite inferior 79%. Estos valores nos muestran que el proceso es capaz de cumplir el propósito de las especificaciones.

De la misma forma al 31 de octubre del 2015, se obtuvo un valor de Cp igual a 1,47201, el Cpks fue de 1,39194 y el Cpki de 1,55208, manteniendo los límites superior e inferior en los mismos valores que los fijados al 30 de abril del 2015. Por lo tanto se puede afirmar que el proceso sigue estando en capacidad de cumplir las especificaciones propuestas para mejorar la eficacia de producción de ventanas de aluminio.

4.2. Productividad del proceso de fabricación

Tal como se indicó en los capítulos anteriores, la productividad del proceso de fabricación se obtiene al relacionar la producción, expresada en metros cuadrados de las ventanas fabricadas (m^2); contra los recursos utilizados, expresados en horas-hombre (h-h). En la Figura 43, se indican los valores calculados mensuales (diferenciales), en barras azules, desde enero del 2014 hasta septiembre del 2015, también se indican los valores acumulados (tendencia), en línea continua de color rojo.

Como se muestra en la Figura 43, se puede verificar que el valor acumulado de la productividad hasta el mes de abril del 2015 era de 0,7340 m^2/h-h, y el valor diferencial fue de 0,7640 m^2/h-h; para el mes de octubre del 2015 se obtuvo un valor acumulado de 0,7533 m^2/h-h, y un valor diferencial de 0,8353 m^2/h-h. Esto quiere decir que se llegó a producir un adicional de 0,0713 metros cuadrados de ventanas de aluminio en cada hora-hombre trabajada por los obreros de la fábrica.

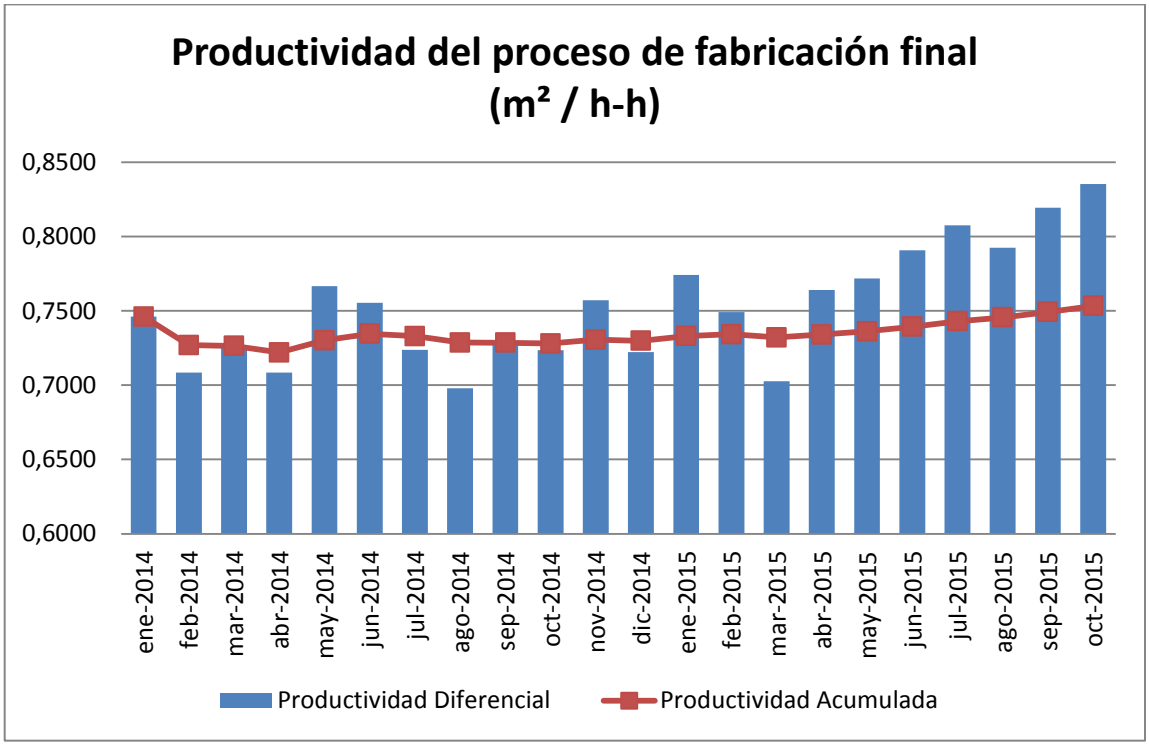


Figura 43: Productividad del proceso de fabricación final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 17:
Resultados de la productividad final

Mes - año	Ventanas entregadas (m^2)	Ventanas entregadas acumuladas (m^2)	Tiempo trabajado (h-h)	Tiempo trabajado acumulado (h-h)	Productividad diferencial (m^2/h-h)	Productividad acumulada (m^2/h-h)
ene-2014	299,20	299,20	401,00	401,00	0,7461	0,7461
feb-2014	295,46	594,66	417,00	818,00	0,7085	0,7270
mar-2014	303,14	897,80	418,00	1236,00	0,7252	0,7264
abr-2014	281,94	1179,74	398,00	1634,00	0,7084	0,7220
may-2014	282,12	1461,86	368,00	2002,00	0,7666	0,7302
jun-2014	321,82	1783,68	426,00	2428,00	0,7554	0,7346
jul-2014	305,43	2089,11	422,00	2850,00	0,7238	0,7330
ago-2014	278,44	2367,55	399,00	3249,00	0,6978	0,7287
sep-2014	292,29	2659,84	402,00	3651,00	0,7271	0,7285
oct-2014	284,34	2944,18	393,00	4044,00	0,7235	0,7280
nov-2014	293,00	3237,18	387,00	4431,00	0,7571	0,7306
dic-2014	299,72	3536,90	415,00	4846,00	0,7222	0,7299
ene-2015	296,52	3833,42	383,00	5229,00	0,7742	0,7331
feb-2015	291,46	4124,88	389,00	5618,00	0,7493	0,7342
mar-2015	285,99	4410,87	407,00	6025,00	0,7027	0,7321
abr-2015	295,68	4706,55	387,00	6412,00	0,7640	0,7340
may-2015	311,80	5018,35	404,00	6816,00	0,7718	0,7363
jun-2015	317,08	5335,43	401,00	7217,00	0,7907	0,7393
jul-2015	332,76	5668,19	412,00	7629,00	0,8077	0,7430
ago-2015	336,79	6004,98	425,00	8054,00	0,7924	0,7456
sep-2015	344,93	6349,91	421,00	8475,00	0,8193	0,7493
oct-2015	354,15	6704,06	424,00	8899,00	0,8353	0,7533

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

De acuerdo a las medidas adoptadas se logró un crecimiento del 0,0713 m^2/h-h, esto quiere decir que al mes de octubre del 2015, se obtuvo un incremento con respecto a abril del mismo año, de 58,47 metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas en la planta de la empresa.

Una de las causas para no tener una productividad superior que se detectó es el error al leer las medidas de las ventanas en las hojas de producción, por lo que para evitar este inconveniente se diseñaron nuevas hojas de producción en el cual se van a tener más datos, en comparación con los que se tienen actualmente. Un ejemplo de la nueva hoja de producción diseñada se muestra en la Figura 44.

Adicional, para evitar que los elementos producidos tengan algún error en las medidas, se incluyó una actividad en el procedimiento de fabricación, en la cual, el jefe de planta deberá revisar que las medidas del producto fabricado se encuentre de acuerdo con la hoja de producción, tal como se muestra en la Figura 31, que se encuentra en el capítulo 3 de este proyecto.

Otro problema detectado que incide en la productividad son los reprocesos, para lo cual se realizó un diagrama de Pareto para verificar las principales causas de los reprocesos, este diagrama se muestra en la Figura 29, en el cual nos indica que las dos principales causas son las rayaduras o abolladuras de las ventanas y los vidrios rotos que suceden durante el transporte de las ventanas de aluminio, la solución para estos problemas se verá en el siguiente apartado 4.3. Daños de las ventanas durante el transporte.

La siguiente causa de los reprocesos, mostradas en la Figura 29, son los cambios de diseño, por ejemplo, se detectó en un edificio en el cual por temas de seguridad el constructor cambió el diseño de ciertas ventanas que tenían una altura muy grande y decidieron colocar una división en la ventana con el fin de evitar posibles accidentes en los departamentos en los cuales se iban a instalar estas ventanas.

Usualmente para presentar un presupuesto, de obras que aún no han sido construidas, o que no están en obra gris, el gerente comercial o el gerente general de Freyse Cía. Ltda. solicita los planos de las obras para realizar la cotización, sin embargo, se debe tomar en cuenta que desde la cotización presentada hasta la instalación de las ventanas de aluminio existe un periodo de tiempo en el cual, el constructor o propietario del bien, pueden realizar cambios, los cuales es probable modifiquen las fachadas exteriores o en la distribución interna del edificio. Estas modificaciones impactan en la cantidad y el diseño de las ventanas contratadas, por lo que otra mejora introducida que se realizó, es que antes de iniciar la fabricación de las ventanas de aluminio, se tome contacto con el ingeniero residente de la obra o con el propietario, para solicitarle los planos actualizados de la obra y verificar los cambios que se realizaron respecto al presupuesto inicial, una vez verificados los planos actualizados se procederá con la fabricación de los elementos

contratados. Según lo informado por el gerente general, dependerá del cliente y de la magnitud de los cambios para presentar una nueva oferta y por consiguiente acordar un nuevo plazo de entrega. De los datos recabados en el tiempo de esta investigación, no se tuvo que presentar una nueva oferta ya que los cambios solicitados fueron realizados por un cliente frecuente, y la empresa asumió los gastos generados por estos cambios.

Todas estas mejoras introducidas han logrado el objetivo de aumentar la productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio, el jefe de planta ha evidenciado la mejora al contabilizar las ventanas producidas en estos últimos 6 meses, es decir desde mayo hasta octubre del 2015, lo cual ha contribuido en los ingresos de la empresa.

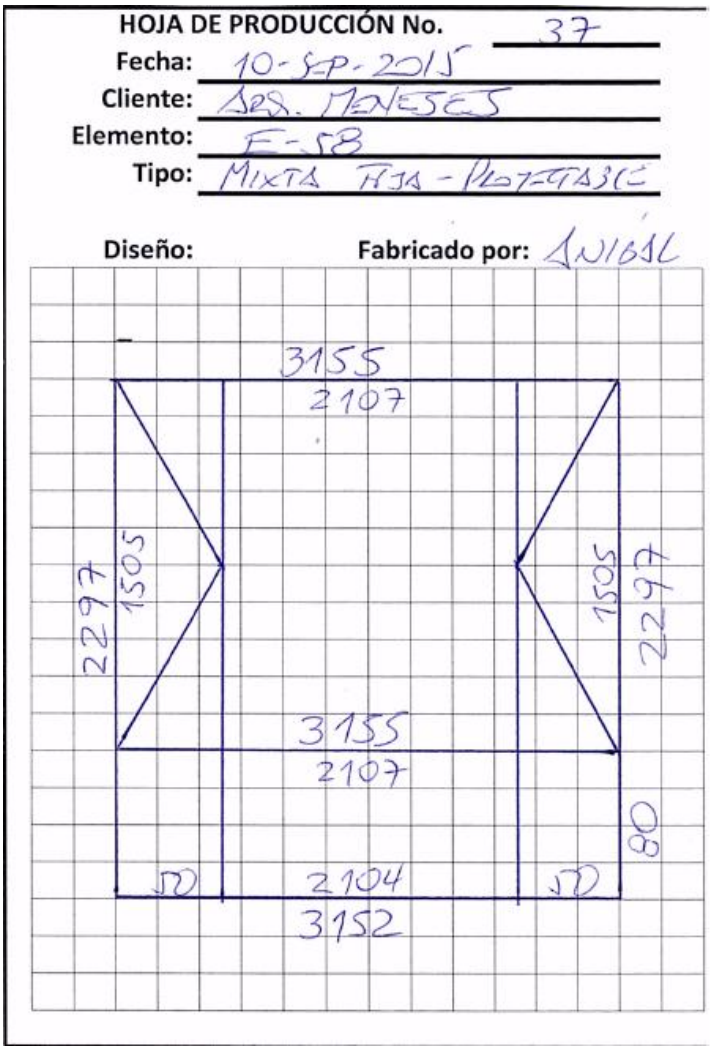


Figura 44: Ejemplo hoja de producción nueva

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

En la Tabla 18, se muestran los valores de la capacidad del proceso de productividad de fabricación de ventanas de aluminio, la tabla de la izquierda muestra los valores obtenidos antes de implementar las mejoras es decir hasta el 30 de abril del 2015, y en la tabla de la derecha se han colocado los datos al 31 de octubre del 2015. Al analizar los mismos se comprueba la estabilidad y capacidad de este proceso.

Tabla 18:
Valor de la capacidad de la productividad del proceso de fabricación

Media Móvil (YTD)	30-abr-2015
Especificación	0,8500
Media	0,7312
Desviación Estándar	0,0052
Cp	1,5898
Cpks	1,8343
Cpki	1,3452
LCS	0,7600
LCI	0,7100
ANCHO DE BANDA	0,0500
LCSN	0,7469
LCIN	0,7154

Media Móvil (YTD)	31-oct-2015
Especificación	0,8500
Media	0,7348
Desviación Estándar	0,0081
Cp	1,0267
Cpks	1,0357
Cpki	1,0178
LCS	0,7600
LCI	0,7100
ANCHO DE BANDA	0,0500
LCSN	0,7591
LCIN	0,7104

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

De acuerdo a los resultados obtenidos, al 30 de abril del 2015, se contaba con un valor de la capacidad del proceso (Cp) de 1,5898; el valor de la capacidad potencial de cumplir con las especificaciones del proceso, superior (Cpks) fue de 1,8343 y la inferior (Cpki) de 1,3452; se colocaron como límite superior 0,76 m^2/h y límite inferior 0,71 m^2/h. Como se puede verificar, estos resultados indican que el proceso es capaz de cumplir el propósito de lo requerido por la empresa.

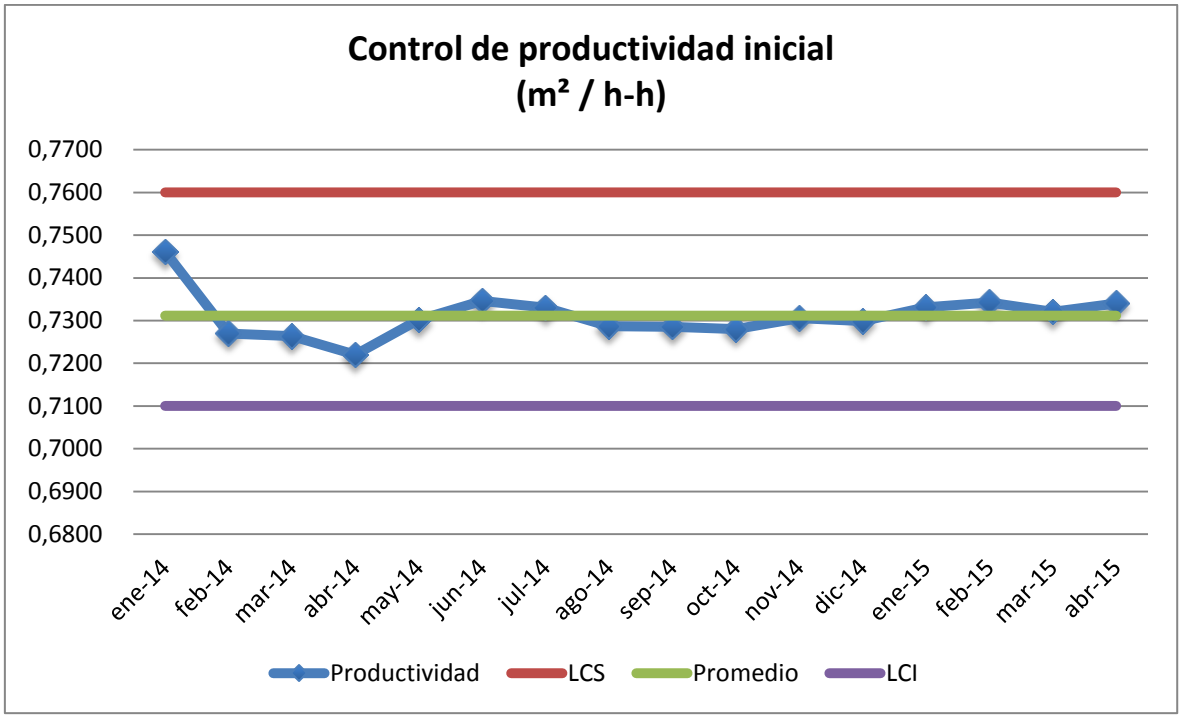


Figura 45: Control de productividad inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

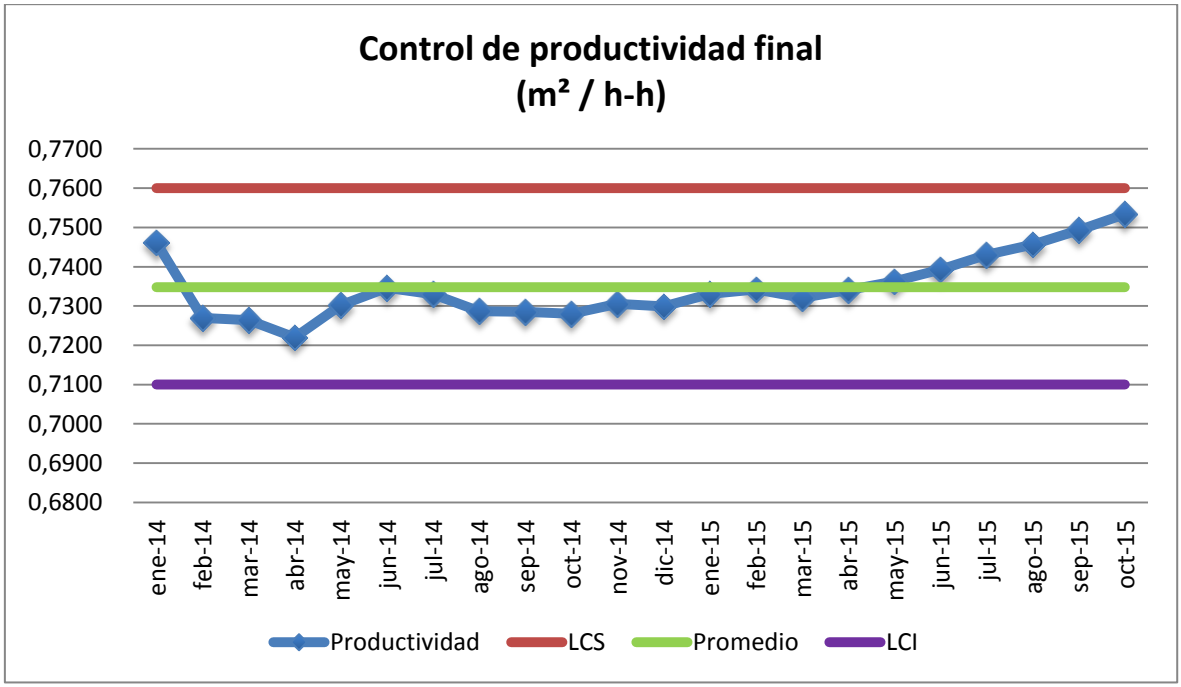


Figura 46: Control de productividad final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

En el mismo sentido, al 31 de octubre del 2015, se obtuvo un valor de Cp igual a 1,0267; el Cpks fue de 1,0357 y el Cpki de 1,0178, manteniendo los límites superior e inferior en los mismos valores que los fijados al 30 de abril del 2015. Por lo tanto se puede afirmar que el proceso sigue estando en capacidad de cumplir los requerimientos para mejorar la productividad de fabricación de las ventanas de aluminio.

4.3. Daños de las ventanas durante el transporte

Para cuantificar los daños de las ventanas de aluminio durante el transporte, se calcula en base a la relación entre el número de daños y los metros cuadrados de ventanas transportadas, en la Figura 47, se muestran los valores obtenidos desde enero del 2014 hasta octubre del 2015. En este gráfico se muestran los valores diferenciales (mensuales) y la tendencia (acumulados).

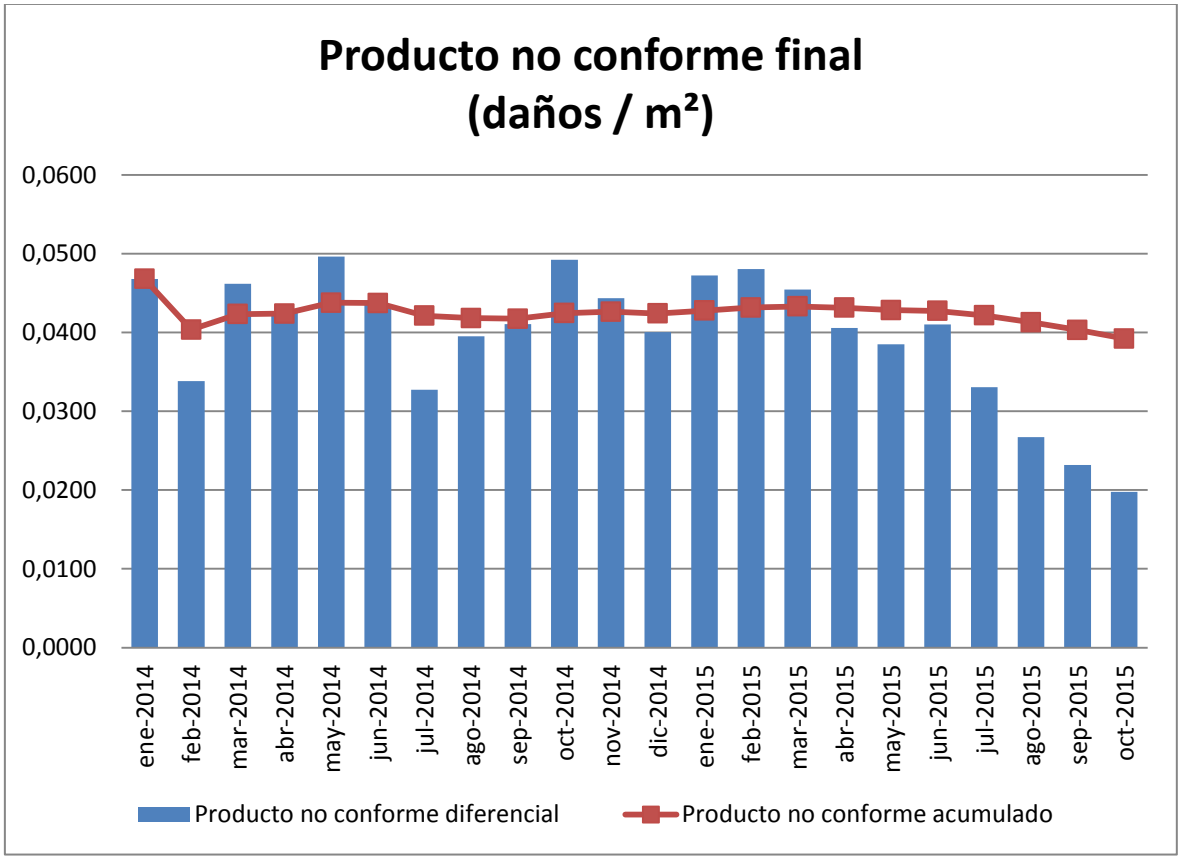


Figura 47: Producto no conforme final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 19:
Resultados del producto no conforme final

Mes - año	Ventanas entregadas (m²)	Ventanas entregadas acumuladas (m²)	Cantidad de daños (#)	Cantidad de daños acumulado (#)	Producto no conforme diferencial (daños/m²)	Producto no conforme acumulado (daños/m²)
ene-2014	299,20	299,20	14,00	14,00	0,0468	0,0468
feb-2014	295,46	594,66	10,00	24,00	0,0338	0,0404
mar-2014	303,14	897,80	14,00	38,00	0,0462	0,0423
abr-2014	281,94	1179,74	12,00	50,00	0,0426	0,0424
may-2014	282,12	1461,86	14,00	64,00	0,0496	0,0438
jun-2014	321,82	1783,68	14,00	78,00	0,0435	0,0437
jul-2014	305,43	2089,11	10,00	88,00	0,0327	0,0421
ago-2014	278,44	2367,55	11,00	99,00	0,0395	0,0418
sep-2014	292,29	2659,84	12,00	111,00	0,0411	0,0417
oct-2014	284,34	2944,18	14,00	125,00	0,0492	0,0425
nov-2014	293,00	3237,18	13,00	138,00	0,0444	0,0426
dic-2014	299,72	3536,90	12,00	150,00	0,0400	0,0424
ene-2015	296,52	3833,42	14,00	164,00	0,0472	0,0428
feb-2015	291,46	4124,88	14,00	178,00	0,0480	0,0432
mar-2015	285,99	4410,87	13,00	191,00	0,0455	0,0433
abr-2015	295,68	4706,55	12,00	203,00	0,0406	0,0431
may-2015	311,80	5018,35	12,00	215,00	0,0385	0,0428
jun-2015	317,08	5335,43	13,00	228,00	0,0410	0,0427
jul-2015	332,76	5668,19	11,00	239,00	0,0331	0,0422
ago-2015	336,79	6004,98	9,00	248,00	0,0267	0,0413
sep-2015	344,93	6349,91	8,00	256,00	0,0232	0,0403
oct-2015	354,15	6704,06	7,00	263,00	0,0198	0,0392

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

De acuerdo a lo analizado del gráfico anterior, el valor acumulado del producto no conforme hasta el mes de abril del 2015 era de 0,0431 daños/m^2, para octubre del 2015 se llegó a un valor de 0,0392 daños/m^2. En cuanto a los valores diferenciales, en abril del 2015 se llegó a 0,0406 daños/m^2 y en octubre del mismo año se logró llegar hasta 0,0198 daños/m^2. De esta forma se evidencia que con las medidas adoptadas se logró un decrecimiento del 0,0208 daños/m^2, esto quiere decir que al mes de octubre del 2015, se obtuvo apenas 7 daños al transportar 354,15 metros cuadrados de ventanas de aluminio fabricadas hasta el lugar de la instalación de las mismas. El valor obtenido en octubre también se lo podría explicar que se tiene 1 daño por cada 50,51 metros cuadrados de ventanas transportadas. Este valor representa una apreciable mejora, ya que en enero del 2014 se tenía 1 daño por cada 21,36 metros cuadrados de ventanas transportadas y en abril del 2015 se llegaba al valor de 1 daño por cada 24,63 metros cuadrados de ventanas transportadas.

Conforme a lo indicado en el capítulo anterior, se tomaron algunos correctivos para evitar los daños de las ventanas durante el transporte, al forrar las ventanas con papel *film* se redujeron los daños por abolladuras de 5 ventanas dañadas que se tenían en el mes de abril del 2015, se rebajó a 3 ventanas en el mes de octubre del mismo año, lo cual nos indica una gran mejora al evitar realizar reprocesos por ventanas rayadas o abolladas.

En cuanto a las ventanas con vidrios rotos, también se logró reducir el número de daños por esta causa al tomar los correctivos mencionados en el capítulo anterior, como organizar las cajas de herramientas en otra posición diferente al lugar en el cual se transportan las ventanas. También se realizó la capacitación al conductor para que maneje la camioneta con más precaución y respetando las normas y las leyes de tránsito y sobre todo los límites de velocidad fijados por la ANT. La aplicación de estos correctivos ha incidido positivamente para pasar de los 7 daños que se tenían en el mes de abril del 2015, hasta un número de 3 en el mes de octubre del mismo año, en la Figura 48, se puede apreciar la evolución del número de daños por meses.

Si bien es cierto que no se logró reducir al cien por ciento, los daños en el transporte, si se logró obtener una mejora porcentual del 42%, tomando en cuenta los 12 daños que se tuvieron en abril del 2015 comparado con los 7 daños que se tuvieron al final del presente proyecto en el mes de octubre del 2015. Analizando los resultados en conjunto con el gerente general, el Ing. Hugo Freire, se evidenció que para evitar mayores daños en el transporte se deberían organizar de una mejor forma la disposición de las ventanas y no incrementar costos de transporte al realizar dos o tres viajes hasta las premisas de los clientes. El conductor de la camioneta ha tomado de una forma positiva, responsable y profesional las observaciones realizadas, así como también las charlas impartidas acerca del conocimiento y respeto a la ley de tránsito, ya que se dio cuenta que al existir menos daños la rentabilidad de la empresa crece, en beneficio de todos los empleados que laboran en esta organización.

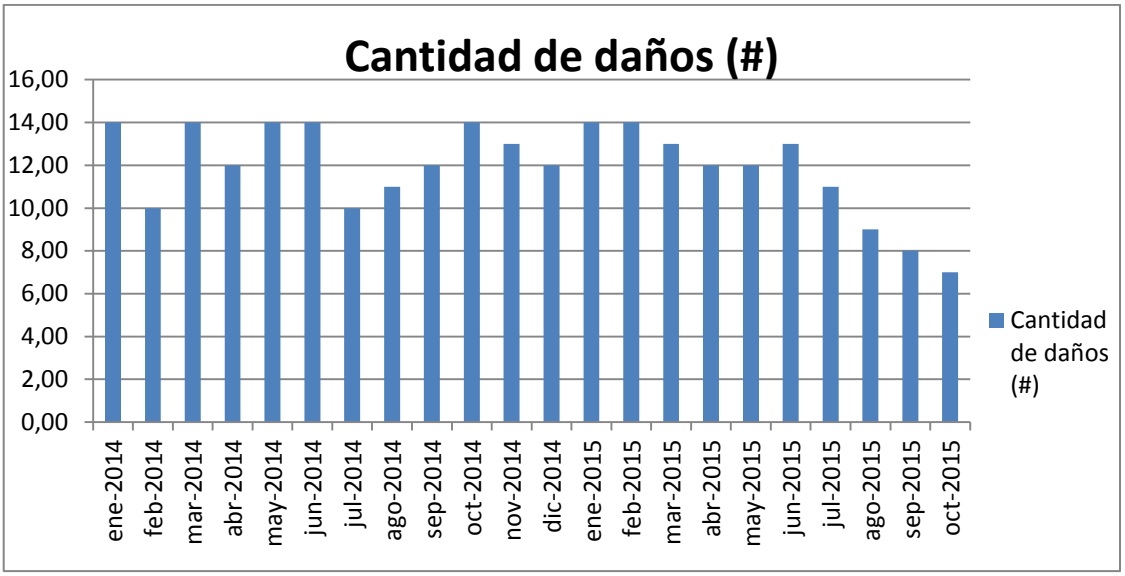


Figura 48: Número de daños en el transporte

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

De acuerdo, a lo indicado en la parte teórica del presente trabajo, para verificar la estabilidad de los resultados, se utilizó el control de procesos, para el producto no conforme por daños en las ventanas de aluminio durante el transporte, para lo cual se registraron y se tabularon los datos obtenidos dando los resultados que se muestran en la siguiente Tabla 20.

Tabla 20:
Valor de la capacidad del producto no conforme

Media Móvil (YTD)	30-abr-2015
Especificación	0,8500
Media	0,0428
Desviación Estándar	0,0014
Cp	1,4780
Cpks	1,2793
Cpki	1,6766
LCS	0,0480
LCI	0,0360
ANCHO DE BANDA	0,0120
LCSN	0,0469
LCIN	0,0387

Media Móvil (YTD)	31-oct-2015
Especificación	0,8500
Media	0,0424
Desviación Estándar	0,0015
Cp	1,3505
Cpks	1,2534
Cpki	1,4476
LCS	0,0480
LCI	0,0360
ANCHO DE BANDA	0,0120
LCSN	0,0469
LCIN	0,0380

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

En la Tabla 20 se muestran los resultados calculados en función de los datos recopilados durante la investigación. Se muestran los números obtenido en dos fechas distintas, la de la izquierda contiene los datos al 30 de abril del 2015, y que fue tomado como el punto de partida para el presente proyecto o también conocida como la línea base del indicador producto no confirme. En la tabla de la derecha, se calcularon los valores con fecha del 31 de octubre del 2015.

Los datos obtenidos son los siguientes: al 30 de abril del 2015, se contaba con un valor de la capacidad del proceso (Cp) de 1,4780; el valor de la capacidad potencial de cumplir con las especificaciones del proceso, superior (Cpks) fue de 1,2793 y el (Cpki) inferior fue de 1,6766; se colocaron como límite superior 0,0480 daños/m^2 y límite inferior 0,0360 daños/ m^2. Verificando estos datos obtenidos, se puede apreciar, que el proceso es capaz de cumplir el propósito de lo requerido por la empresa, además nos indica que el proceso está estable.

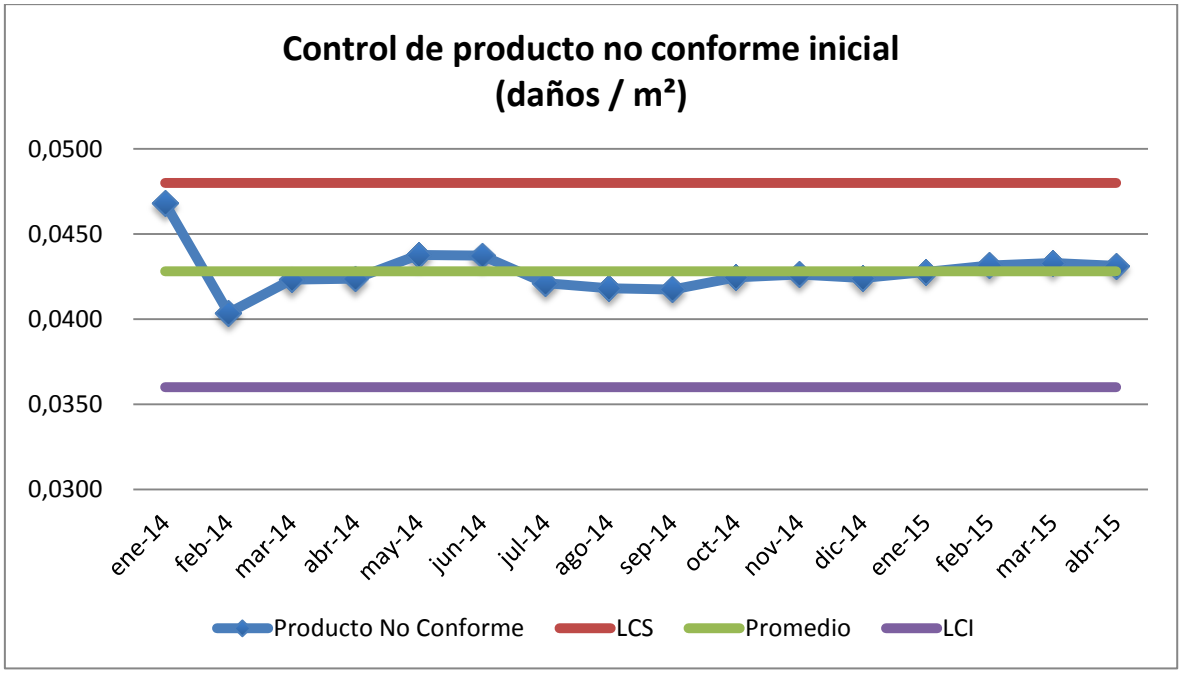


Figura 49: Control de producto no conforme inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

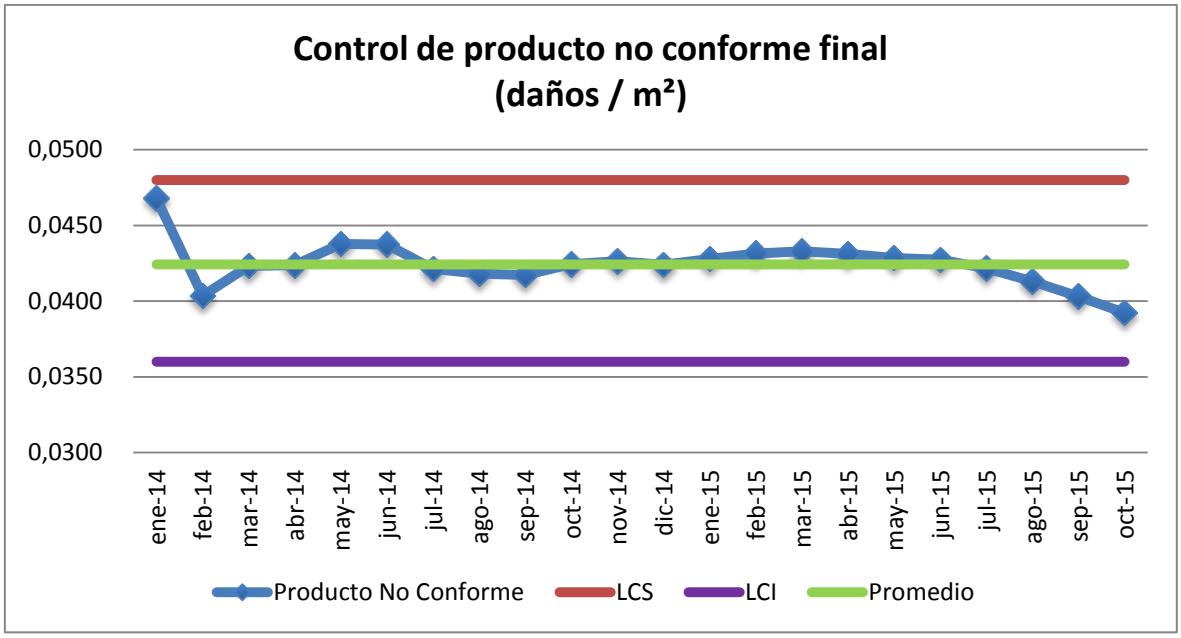


Figura 50: Control de producto no conforme final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Adicionalmente, se realizó el mismo análisis anterior pero con fecha al 31 de octubre del 2015, se muestra un valor de Cp igual a 1,3505; el Cpks fue de 1,2534 y el Cpki de 1,4476, manteniendo los límites superior e inferior en los mismos valores que los fijados al 30 de abril del 2015. En función de los análisis realizados tanto antes y después de introducir las mejoras, se puede afirmar que el proceso de producto no conforme se encuentra en capacidad de cumplir los requerimientos para minimizar los daños ocurridos en las ventanas de aluminio durante el transporte, de esta forma se evitarán los reprocesos debido a este problema detectado durante la fase investigativa del presente proyecto, y por la aplicación de las medidas correctivas.

Para garantizar que las mejoras introducidas se vayan a mantener en el tiempo, será responsabilidad del jefe de planta, refrescar periódicamente estas mejoras, y revisar constantemente las actividades que ejecutan los obreros de la fábrica, con la finalidad de detectar a tiempo nuevas causas que puedan generar en el futuro algún reproceso. No se debe creer que las mejoras introducidas son las únicas, también los obreros tienen ideas creativas e innovadoras ya que ellos están más en contacto con los procedimientos que se ejecutan en la planta.

4.4. Eficiencia del tiempo de entrega

La eficiencia del tiempo de entrega se obtiene al comparar el tiempo planificado contra el tiempo de entrega real, multiplicada por un factor amplificador de 100, para que sea medida de manera porcentual. En este caso los dos valores del tiempo están expresados en días. En la Figura 51, se indican tanto los valores en azul de la eficiencia mensual (diferenciales) como los valores en rojo de la tendencia de la eficiencia (acumulados). Estos valores son los que fueron recopilados desde enero del 2014 hasta octubre del 2015.

Según lo que se puede apreciar en el gráfico siguiente, en el mes de abril del 2015, se tenía una eficiencia diferencial del 79,17% y una eficiencia acumulada del 80,11%. En el mes de octubre del 2015 se llegó a obtener una eficiencia mensual del 90,91% y una eficiencia acumulada del 81,53%, lo que nos indica que se obtuvo una mejora del 11,74% diferencial y del 1,42% acumulada, luego de implementar las mejoras introducidas tanto en el procedimiento de fabricación, como en el de instalación de las ventanas contratadas por los clientes. Debido a estas mejoras se logró pasar de un tiempo de entrega de 22,9375 días en promedio desde enero del 2014 hasta abril del 2015, a un tiempo de entrega de 21,8333 días en promedio desde mayo hasta octubre del 2015.

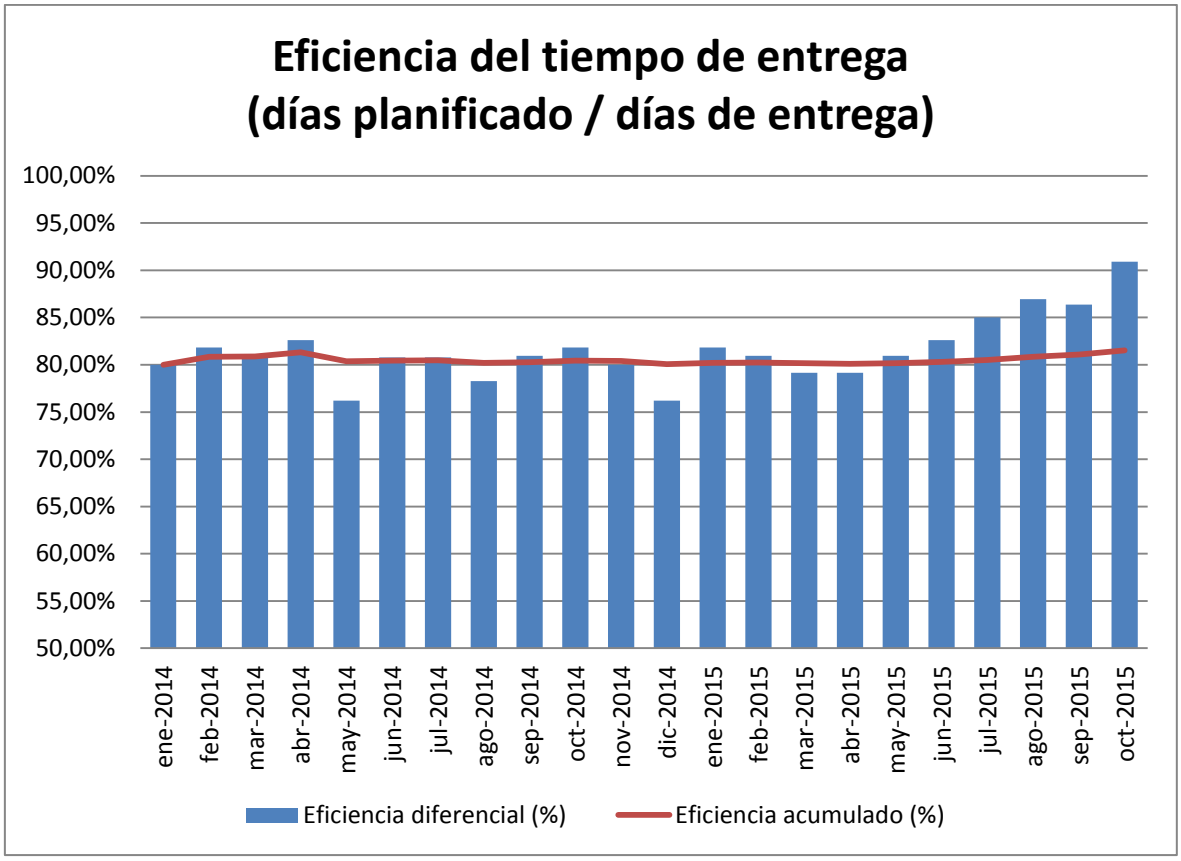


Figura 51: Eficiencia del tiempo de entrega final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 21:
Resultados de la eficiencia final

Mes - año	Tiempo planificado (días)	Tiempo planificado acumulado (días)	Tiempo de entrega (días)	Tiempo de entrega acumulado (días)	Eficiencia diferencial (%)	Eficiencia acumulado (%)
ene-2014	20,00	20,00	25,00	25,00	80,00%	80,00%
feb-2014	18,00	38,00	22,00	47,00	81,82%	80,85%
mar-2014	17,00	55,00	21,00	68,00	80,95%	80,88%
abr-2014	19,00	74,00	23,00	91,00	82,61%	81,32%
may-2014	16,00	90,00	21,00	112,00	76,19%	80,36%
jun-2014	21,00	111,00	26,00	138,00	80,77%	80,43%
jul-2014	21,00	132,00	26,00	164,00	80,77%	80,49%
ago-2014	18,00	150,00	23,00	187,00	78,26%	80,21%
sep-2014	17,00	167,00	21,00	208,00	80,95%	80,29%
oct-2014	18,00	185,00	22,00	230,00	81,82%	80,43%
nov-2014	20,00	205,00	25,00	255,00	80,00%	80,39%
dic-2014	16,00	221,00	21,00	276,00	76,19%	80,07%
ene-2015	18,00	239,00	22,00	298,00	81,82%	80,20%
feb-2015	17,00	256,00	21,00	319,00	80,95%	80,25%
mar-2015	19,00	275,00	24,00	343,00	79,17%	80,17%
abr-2015	19,00	294,00	24,00	367,00	79,17%	80,11%
may-2015	17,00	311,00	21,00	388,00	80,95%	80,15%
jun-2015	19,00	330,00	23,00	411,00	82,61%	80,29%
jul-2015	17,00	347,00	20,00	431,00	85,00%	80,51%
ago-2015	20,00	367,00	23,00	454,00	86,96%	80,84%
sep-2015	19,00	386,00	22,00	476,00	86,36%	81,09%
oct-2015	20,00	406,00	22,00	498,00	90,91%	81,53%

Fuente: **Freyse Cía. Ltda.**

Los datos mostrados en la Figura 51, indican que existe una variación considerable mes a mes de los valores de la eficiencia por lo cual se deben acumular los valores para evitar la estacionalidad de los mismos.

Para verificar que luego de introducir las mejoras es viable aumentar la eficiencia del tiempo de entrega, se utilizó el control de procesos, aplicando los conceptos teóricos para evidenciar la estabilidad y la capacidad del proceso. Se recolectaron y se registraron los datos mensuales tanto del tiempo de entrega programado como del tiempo de entrega real y se calculó la eficiencia desde enero del 2014 hasta octubre del 2015. Estos valores se indican en la Tabla 22.

Tabla 22:
Valor de la capacidad de la eficiencia del tiempo de entrega

Media móvil (YTD)	30-abr-2015
Especificación	98,0000%
Media	80,4044%
Desviación estándar	0,0035
Cp	1,4421
Cpks	1,5340
Cpki	1,3501
LCS	82,0000%
LCI	79,0000%
Ancho de Banda	3,0000%
LCSN	81,4445%
LCIN	79,3642%

Media móvil (YTD)	31-oct-2015
Especificación	98,0000%
Media	80,4946%
Desviación estándar	0,0042
Cp	1,2028
Cpks	1,2071
Cpki	1,1985
LCS	82,0000%
LCI	79,0000%
Ancho de Banda	3,0000%
LCSN	81,7418%
LCIN	79,2475%

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Según los datos mostrados en las tablas anteriores, se puede apreciar que se realizan los cálculos correspondientes en dos fechas distintas. La tabla de la izquierda contiene los datos recopilados al 30 de abril del 2015, es decir en la fecha que se tomó como punto de partida o también conocido como la línea base para la presente investigación. La tabla con los valores que se muestra a la derecha contiene los datos calculados al 31 de octubre del 2015, fecha que se ha considerado como final de la investigación.

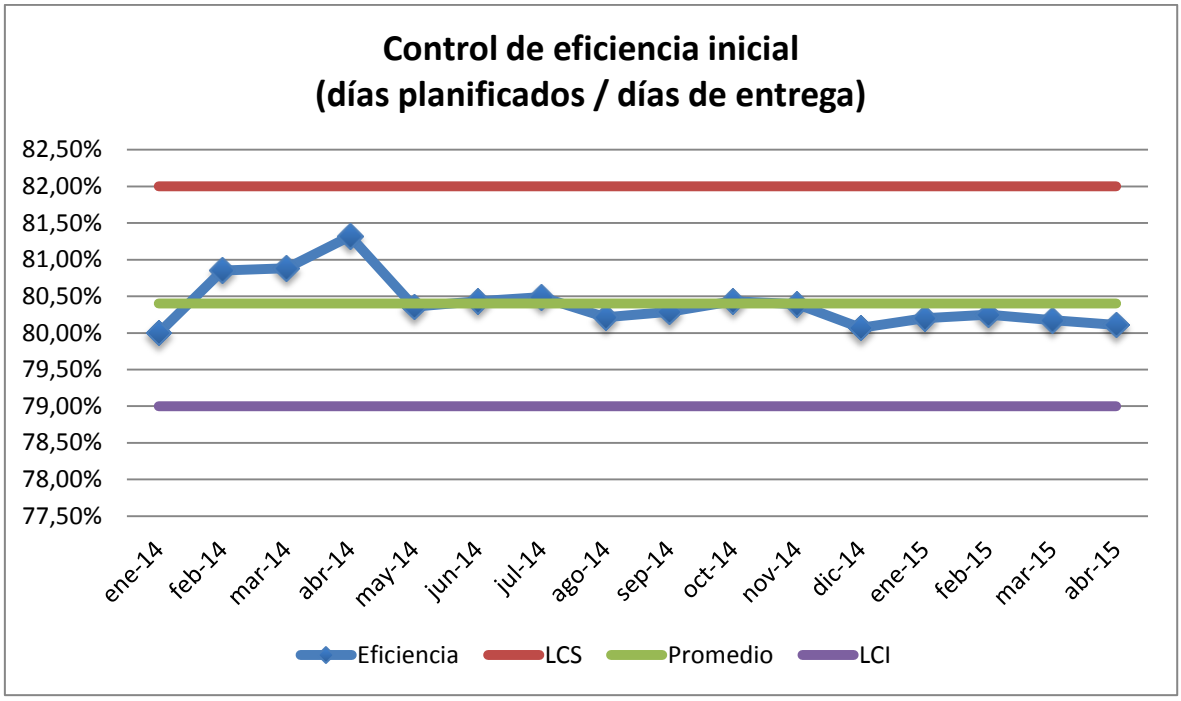


Figura 52: Control de eficiencia inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

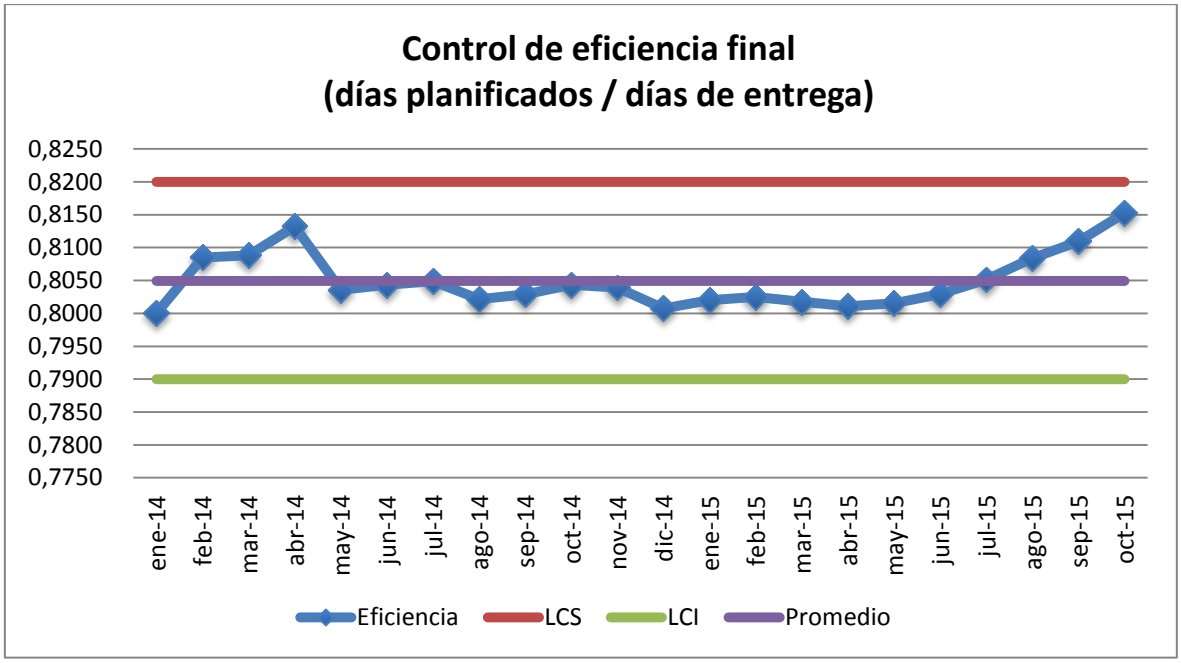


Figura 53: Control de eficiencia final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

También se puede apreciar los datos que se obtuvieron al 30 de abril del 2015, se tenía una capacidad del proceso (Cp) de 1,4421; el valor de la capacidad potencial de cumplir con las especificaciones del proceso, superior (Cpks) fue de 1,5340 y el (Cpki) inferior fue de 1,3501; se colocaron como límite superior 82,00% y límite inferior 79,00%. Verificando estos datos obtenidos, se puede apreciar, que el proceso es capaz de cumplir el propósito de lo requerido por la empresa, además nos indica que el proceso se encontraba de una manera estable.

De la misma forma expuesta, se realizó el mismo análisis anterior pero con fecha al 31 de octubre del 2015, se muestra un valor de Cp igual a 1,2028; el Cpks fue de 1,2071 y el Cpki de 1,1985; manteniendo los límites superior e inferior en los mismos valores que los fijados al 30 de abril del 2015. En función de los análisis realizados tanto antes y después de introducir las mejoras, se puede afirmar que el proceso de eficiencia en el tiempo de entrega de las ventanas a los clientes, se encuentra en capacidad de cumplir los requerimientos para garantizar la entrega de las ventanas de aluminio en el tiempo acordado con los clientes, por lo cual se mantendrá a los clientes satisfechos y se evitarán posibles multas debido a la entrega a destiempo de los trabajos encomendados a la organización.

Estos datos significan que hasta el mes de abril del 2015 se entregaban las obras en 24 días cuando se habían planificado entregar en 19 días, lo cual generaba un retraso de 5 días. Al 31 de octubre del 2015 se logró entregar los proyectos contratados en 22 días, los cuales contaban con un tiempo planificado de 20 días, es decir se obtuvo un retraso 2 días en la entrega de las ventanas fabricadas e instaladas. Con lo cual se nota una mejora sustancial en el tiempo de entrega, el cual podrá ser mejorado con el fin de evitar retrasos que sean atribuibles a la Freyse Cía. Ltda. Se debe tomar muy en cuenta que mientras más real sea la programación de la fabricación e instalación de las ventanas de aluminio, se podrá acordar un tiempo de entrega al cliente más fiable y fácil de cumplirlo. Si bien es cierto no debería existir demora en la entrega de los productos, se ha solicitado al jefe de planta que documente los problemas que son responsabilidad del cliente.

Para lograr mantener el proceso estable, se ejecutaron algunas mejoras que incidieron en subir la eficiencia, en especial la reprogramación continua, la cual es la que permite llegar a acuerdos con los clientes para una entrega a tiempo de las obras contratadas. Para las obras grandes se coordinará con el dueño del proyecto entregas parciales en función del avance de la obra civil. Debido a todos estos factores que indicen de una u otra forma en el tiempo de entrega, se realizará una programación mensual pero que será revisada y actualizada semanalmente en función de nuevas obras pequeñas que sean aceptadas por el gerente general o por el avance de la obra civil de las obras grandes (edificios).

Como se había comentado anteriormente, otra de las mejoras aplicadas para mejorar el tiempo de entrega es tener todos los materiales comprados para la fabricación e instalación de los elementos contratados, incluyendo los perfiles necesarios para cubrir las imperfecciones de la obra civil, ya que al evitar las compras de perfiles a última hora se va a cumplir con el tiempo de entrega al cliente, y se evitarán gastos innecesarios que afectarían a la utilidad de la empresa.

Estos cambios, aunque en apariencia son mínimos, han surtido un efecto muy positivo en la imagen de la empresa, de esta forma se ha logrado mejorar el tiempo de entrega a los clientes, aumentando su confianza en la empresa, ya que algunos clientes nuevos le habían comentado al gerente general que tuvieron muchos problemas, en relación al tiempo de entrega con empresas de la competencia en proyectos anteriores. Esto posiciona de mejor manera la empresa y será sin duda alguna un factor determinante para que nuevos clientes decidan contratar con la empresa.

Si bien es cierto estos no son los únicos cambios que se pueden realizar, será responsabilidad del jefe de planta y del gerente general identificar nuevas oportunidades de mejora con la cual se podrán garantizar tiempos reales de entrega a los diversos clientes que confían en la empresa. Por ningún motivo se puede pensar que no existen formas de optimizar el tiempo ya que podrían caer en un estado de confort en el cual se cree que se ha llegado a lo mejor que se pueden realizar las actividades y eso no es verdad, siempre existe algo que es mejorable.

4.5. Desperdicio del material en el proceso de corte

Para lograr realizar el cálculo del desperdicio del material se lo obtiene al relacionar, los kilogramos de merma de aluminio desperdiciados durante el proceso de corte, contra los metros cuadrados de ventanas de aluminio construidas en la planta, estas ventanas serán instaladas en las premisas de los clientes.

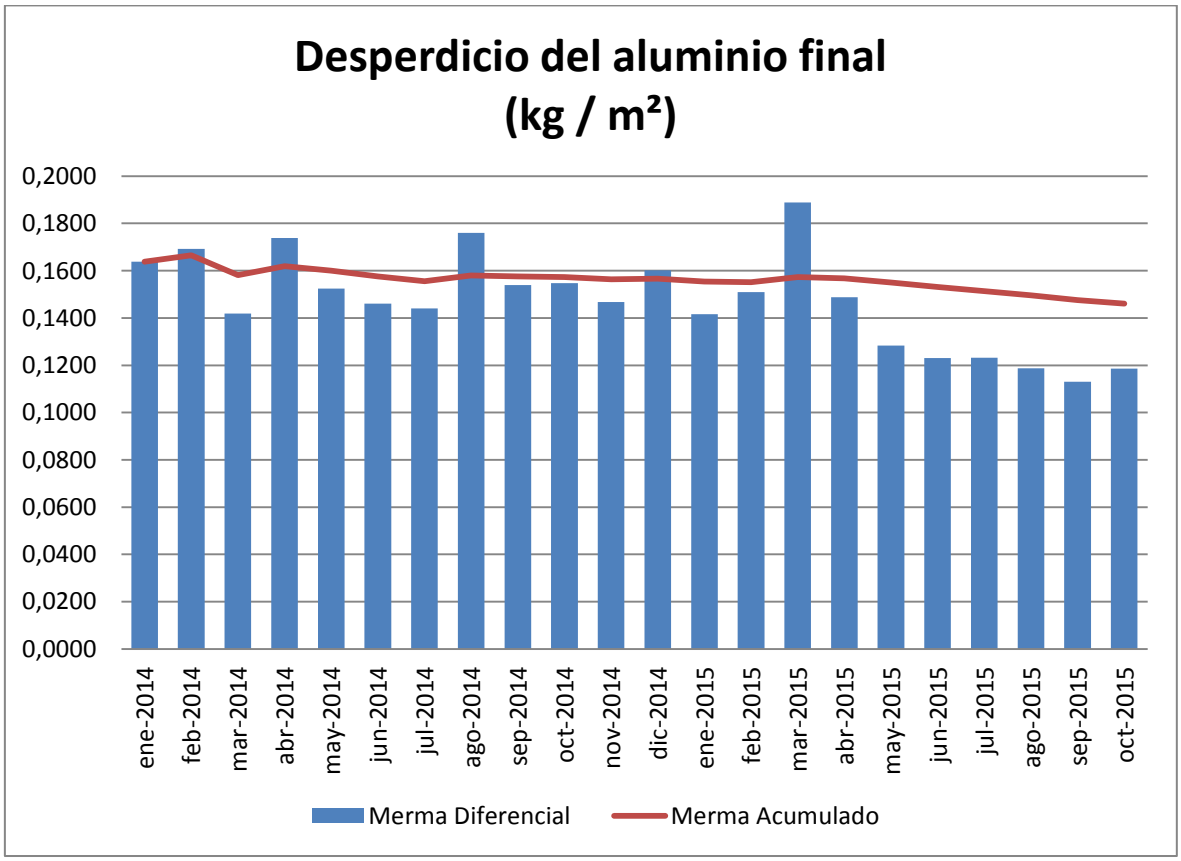


Figura 54: Desperdicio del aluminio final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 23:
Resultados de la merma final

Mes - año	Ventanas entregadas (m²)	Ventanas entregadas acumuladas (m²)	Merma de aluminio (kg)	Merma de aluminio acumulado (kg)	Merma diferencial (kg/m²)	Merma acumulado (kg/m²)
ene-2014	299,20	299,20	49,00	49,00	0,1638	0,1638
feb-2014	295,46	594,66	50,00	99,00	0,1692	0,1665
mar-2014	303,14	897,80	43,00	142,00	0,1418	0,1582
abr-2014	281,94	1179,74	49,00	191,00	0,1738	0,1619
may-2014	282,12	1461,86	43,00	234,00	0,1524	0,1601
jun-2014	321,82	1783,68	47,00	281,00	0,1460	0,1575
jul-2014	305,43	2089,11	44,00	325,00	0,1441	0,1556
ago-2014	278,44	2367,55	49,00	374,00	0,1760	0,1580
sep-2014	292,29	2659,84	45,00	419,00	0,1540	0,1575
oct-2014	284,34	2944,18	44,00	463,00	0,1547	0,1573
nov-2014	293,00	3237,18	43,00	506,00	0,1468	0,1563
dic-2014	299,72	3536,90	48,00	554,00	0,1601	0,1566
ene-2015	296,52	3833,42	42,00	596,00	0,1416	0,1555
feb-2015	291,46	4124,88	44,00	640,00	0,1510	0,1552
mar-2015	285,99	4410,87	54,00	694,00	0,1888	0,1573
abr-2015	295,68	4706,55	44,00	738,00	0,1488	0,1568
may-2015	311,80	5018,35	40,00	778,00	0,1283	0,1550
jun-2015	317,08	5335,43	39,00	817,00	0,1230	0,1531
jul-2015	332,76	5668,19	41,00	858,00	0,1232	0,1514
ago-2015	336,79	6004,98	40,00	898,00	0,1188	0,1495
sep-2015	344,93	6349,91	39,00	937,00	0,1131	0,1476
oct-2015	354,15	6704,06	42,00	979,00	0,1186	0,1460

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

En la Figura 54, se pueden apreciar los valores obtenidos tanto los diferenciales como los acumulados, se muestra que hasta el mes de abril del 2015 la merma acumulada era de 0,1568 kg/m^2 y para el mes de octubre del 2015 pasó a ser de 0,1460 kg/m^2, logrando una disminución de 0,0108 kg/m^2. Con respecto a los valores diferenciales (mensuales) en el mes de abril del 2015 se tenía una merma de 0,1488 kg/m^2 y en el mes de octubre se registró una merma de 0,1186 kg/m^2, por lo cual se logró obtener una disminución de 0,0302 kg/m^2. Lo que nos indica que con las medidas adoptadas, se evita desperdiciar 0,0302 kg de aluminio por cada metro cuadrado de ventana fabricada. Este valor también se podría interpretar como que por cada 44,01 metros cuadrados de ventanas fabricadas en la planta, se evita desperdiciar un perfil completo, tomando en cuenta como referencia el peso de un perfil de referencia 1383 que es el que más se utiliza para la fabricación de las ventanas proyectables cuyo peso es de 1,33 kilogramos.

Luego de implementar las mejoras introducidas al proceso de corte, como son la automatización y la capacitación al jefe de planta para la utilización del *software* adquirido, se ha logrado el objetivo de minimizar el desperdicio del material al momento de ejecutar el procedimiento de corte del aluminio. En la actualidad los cortes de aluminio se los realizan por paquete para toda una obra, o juntando varias ventanas a fabricar de distintos clientes, para ello se introducen las medidas definitivas, el tipo de ventana a fabricar y la referencia de los perfiles que se van a utilizar, en función del diseño de las mismas. Una vez que se ingresó toda la información anterior, el *software* realizará el cálculo del número de perfiles requeridos y el orden que se debe seguir para ejecutar el proceso de corte del aluminio con el fin de evitar un alto desperdicio del material.

Se debe tomar en cuenta que fue necesario tener el inventario inicial de los perfiles existentes en la fábrica, ya que el *software* Corte Certo también permite llevar un adecuado registro de las existencias luego de ejecutados los cortes a los perfiles que se van a utilizar para la fabricación de las ventanas programadas. De esta forma se puede conocer de antemano si para una determinada obra será necesario o no comprar nuevos perfiles o se podrá cubrir la demanda con las existencias que se tienen almacenadas en la planta, ya que tener un inventario alto no es muy rentable para la empresa, pues el mismo genera un capital de trabajo estático, este capital de trabajo se podría utilizar de una manera más rentable para la organización.

Se utilizó la herramienta estadística control de procesos con el fin de verificar la estabilidad y capacidad del proceso para verificar si es viable el lograr minimizar el desperdicio del material durante el proceso de corte de los perfiles de aluminio. Por esta razón se obtuvieron y se registraron los datos mensuales de los kilogramos de aluminio que se desperdiciaron y los metros cuadrados de ventanas fabricadas, desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015 para sacar la línea base desde la cual se partió. Luego se implementaron las mejoras de la automatización y capacitación al jefe de la planta, se recolectaron y registraron los mismos datos mensuales desde el mes de mayo hasta el mes de octubre del 2015, fecha en la que se terminó el presente trabajo de investigación. Los resultados obtenidos, en las dos fechas mencionadas anteriormente, se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24:
Valor de la capacidad del desperdicio de material

Media Móvil (YTD)	30-abr-2015
Especificación	0,0500
Media	0,1584
Desviación Estándar	0,0032
Cp	1,8417
Cpks	1,7498
Cpki	1,9335
LCS	0,1750
LCI	0,1400
ANCHO DE BANDA	0,0350
LCSN	0,1679
LCIN	0,1489

Media Móvil (YTD)	31-oct-2015
Especificación	0,0500
Media	0,1562
Desviación Estándar	0,0048
Cp	1,2169
Cpks	1,3066
Cpki	1,1273
LCS	0,1750
LCI	0,1400
ANCHO DE BANDA	0,0350
LCSN	0,1706
LCIN	0,1418

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Los resultados que constan en la Tabla 24, fueron tomados en fechas diferentes, al inicio de la investigación, es decir al 30 de abril del 2015 y que será tomado como la línea base para el indicador de merma, estos datos están registrados en la tabla de la izquierda. Los resultados de la tabla de la derecha, en cambio, fueron recopilados al final de este trabajo investigativo, cuya fecha fue el 31 de octubre del 2015, a esta fecha ya se implementaron las mejoras al proceso de corte del aluminio y se evidencian las mejoras alcanzadas.

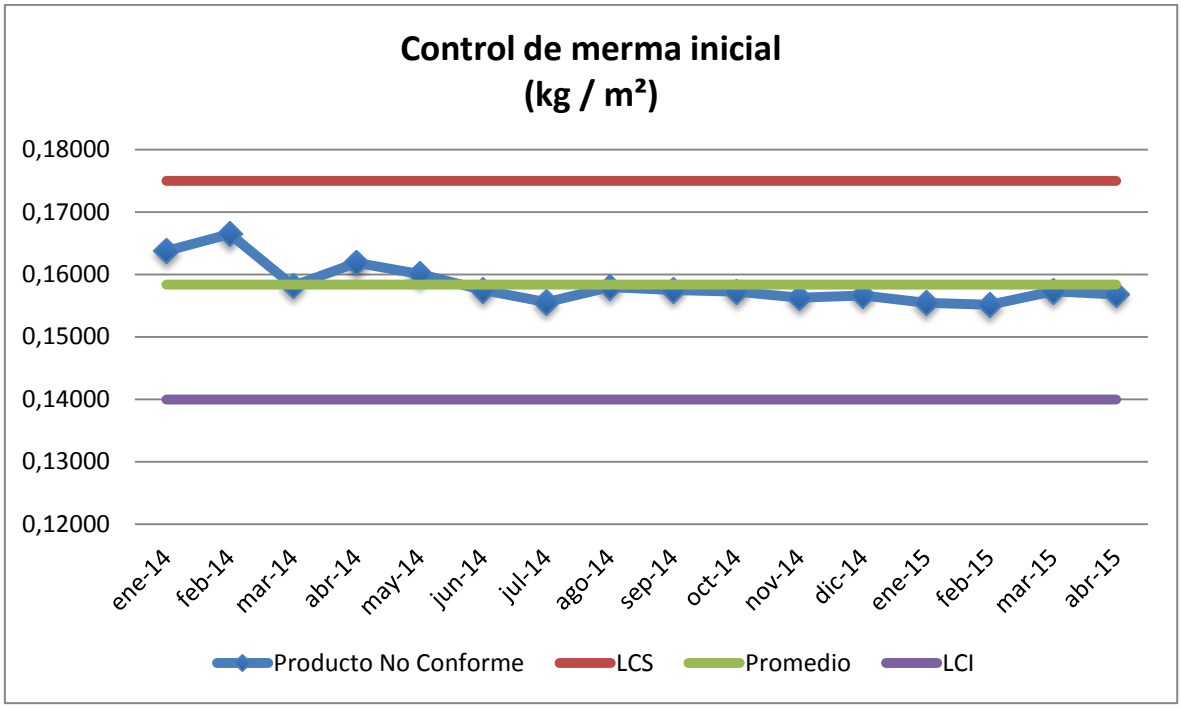


Figura 55: Control de merma inicial

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

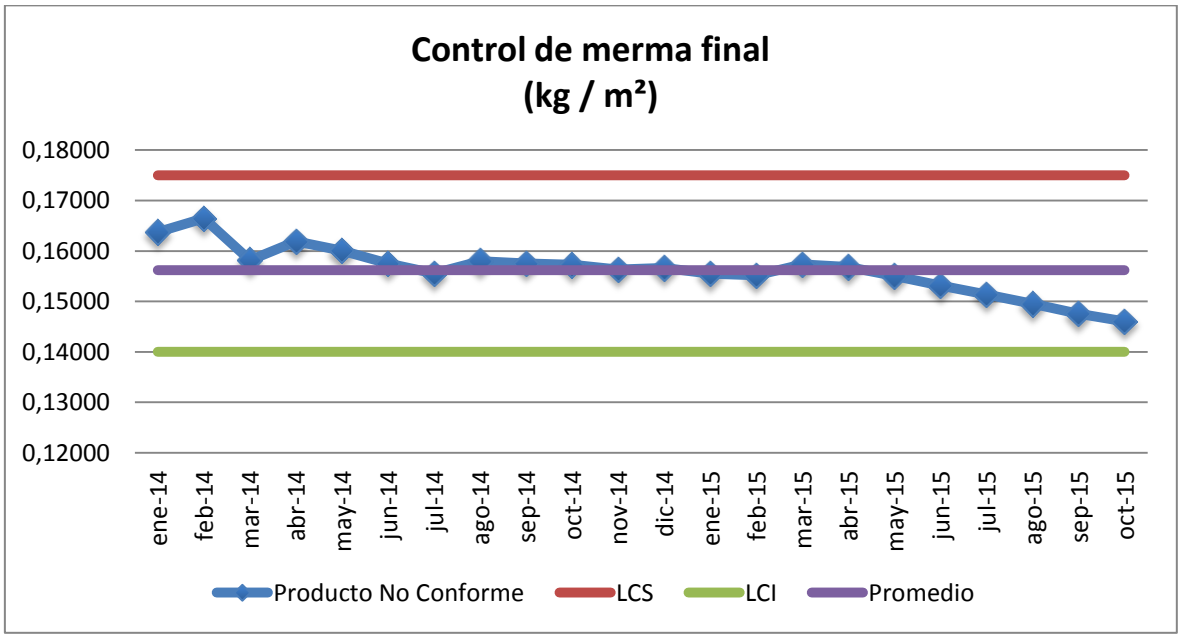


Figura 56: Control de merma final

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Según los datos registrados en la tabla de la fecha 30 de abril del 2015, el resultado de la capacidad del proceso (Cp) era igual a 1,8417; el dato de la capacidad potencial de cumplir con las especificaciones necesarias del proceso superior (Cpks) se logró un valor de 1,7498, y la inferior (Cpki) se registró con un valor de 1,9335; se configuró un límite superior igual a 0,1750 kg/m^2, y el límite inferior se colocó un valor igual a 0,14 kg/m^2. Analizando los resultados obtenidos, se puede indicar, que el proceso de minimizar el desperdicio durante el corte del aluminio tiene estabilidad y capacidad para cumplir el propósito de lo requerido por Freyse Cía. Ltda.

Tal como se analizaron los resultados obtenidos al 30 de abril del 2014, se realizó el mismo estudio anterior pero con fecha al 31 de octubre del 2015, a esta fecha se logró alcanzar un valor de Cp igual a 1,2169; el Cpks fue de 1,3066 y el Cpki de 1,1273; los valores que se fijaron para los límites superior e inferior fueron exactamente iguales a los valores que se colocaron al 30 de abril del 2015. Analizando los datos expuestos en las dos tablas, tanto al inicio como al final de la investigación y después de aplicar las opciones de mejora explicadas en el capítulo anterior, se evidencia que el proceso de reducir el desperdicio durante el corte del aluminio, se encuentra en la capacidad de cumplir con los requerimientos necesarios para satisfacer la reducción de la merma de aluminio, con el fin de mejorar la utilidad bruta de la empresa.

Para explicar de una mejora manera estos datos, los mismos nos indican que durante el mes de abril del 2015 se fabricaron 295,68 metros cuadrados de ventanas y se tuvo un desperdicio de 44 kilogramos de aluminio. Al 31 de octubre del 2015 se obtuvo un fabricación de 354,15 metros cuadrados y se contabilizó un desperdicio de 42 kilogramos de aluminio. Con estos datos se puede verificar que la fabricación de ventanas de aluminio tuvo un notable incremento y el volumen de aluminio desperdiciado se consiguió una disminución de 2 kilogramos. Las mejoras introducidas tanto en el procedimiento de fabricación de ventanas de aluminio, como en la reducción de la merma de material han incrementado la utilidad bruta de la empresa como se evidenciará en el siguiente apartado 4.6. Análisis económico de las soluciones implementadas.

Adquirir la licencia del programa Corte Certo, así como la capacitación al jefe de la planta permitió cumplir con el objetivo propuesto que es minimizar el desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio. Al analizar los datos finales con el gerente general, se logró evidenciar que la inversión realizada redundó en beneficios para la empresa, a pesar de que en un primer momento el Ing. Hugo Freire Jiménez no estaba cien por ciento de acuerdo en la adquisición del *software* como tampoco en la capacitación del jefe de la planta en el manejo de esta herramienta. También se conversó con Elvio Jaramillo, se mostró muy complacido con los resultados obtenidos al utilizar el programa Corte Certo, que en un primer momento no lo quería utilizar ya que tenía una apariencia muy complicada.

Al maximizar el uso de los perfiles de aluminio para una determinada obra, el proyecto tendrá una mejor utilidad, al sumar la utilidad de varios proyectos de los clientes que contrataron con Freyse Cía. Ltda, la empresa también aumentará su rentabilidad, por lo cual tanto la organización como las partes interesadas se benefician, logrando mantener satisfechos a los empleados y accionistas.

En un inicio la empresa no contaba con un inventario real de las existencias de perfiles de aluminio, por lo que se solicitó al gerente general realizar un inventario de la fábrica con corte al 30 de abril del 2015, este inventario se tomó como la línea base de las existencias de perfiles de aluminio, las mismas que fueron ingresadas en el *software* Corte Certo para mantener un control del stock, y conocer de antemano el número de perfiles que se van a requerir utilizar para una determinada obra, de los cuales cuántos se van a utilizar del inventario y cuántos deberán ser comprados a los distintos proveedores que tiene la empresa. El inventario con corte al 31 de octubre se muestra en las Tabla 25 y 26, siguientes se muestran los inventarios finales tanto de perfiles completos como de los retazos con corte al 31 de octubre del 2015, de esta forma se puede verificar que para atender las distintas obras fabricadas por la organización, se utilizó varios perfiles, logrando evitar un gasto innecesario de perfiles y reduciendo el valor del inventario.

Tabla 25:
Inventario final de perfiles completos

Item	Referencia	Uso	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Observaciones
1	1382	Proyectable	4	$ 33,63	$ 134,52	Marco Doble
2	1383	Proyectable	8	$ 10,20	$ 81,60	Junquillo de Hoja y Marco
3	1384	Proyectable	8	$ 26,02	$ 208,16	Perimetral de Hoja
4	1385	Proyectable	8	$ 17,64	$ 141,12	Perimetral de Marco
5	1706	Mampara S-100	3	$ 16,67	$ 50,01	Tapa Acanalada
6	1707	Mampara S-100	6	$ 25,48	$ 152,88	Perimetral Móvil
7	1708	Mampara S-100	6	$ 11,03	$ 66,18	Junquillo
8	1824	Mampara S-100	3	$ 10,62	$ 31,86	Tapa Lisa
9	2231	Corrediza 7 perfiles	4	$ 14,48	$ 57,92	Vertical de hoja
10	2232	Corrediza 7 perfiles	2	$ 14,96	$ 29,92	Entrecierre fijo
11	2233	Corrediza 7 perfiles	6	$ 17,27	$ 103,62	Horizontal de hoja
12	2234	Corrediza 7 perfiles	4	$ 17,27	$ 69,08	Jamba Marco
13	2235	Corrediza 7 perfiles	2	$ 16,45	$ 32,90	Entrecierre móvil
14	2237	Corrediza 7 perfiles	3	$ 17,92	$ 53,76	Riel Superior
15	2238	Corrediza 7 perfiles	3	$ 16,83	$ 50,49	Riel Inferior
16	2229	Fija	2	$ 16,96	$ 33,92	Horizontal
17	2230	Fija	2	$ 17,65	$ 35,30	Vertical
18	2236	Fija	4	$ 7,41	$ 29,64	Junquillo
19	1027	Fija	2	$ 10,08	$ 20,16	Mullón
20	1162	Mampara S-200	4	$ 25,25	$ 101,00	Tapa Acanalada
21	1163	Mampara S-200	8	$ 31,45	$ 251,60	Perimetral Móvil
22	1164	Mampara S-200	8	$ 12,53	$ 100,24	Junquillo
23	1645	Mampara S-200	4	$ 21,86	$ 87,44	Tapa Lisa
				Total	**$ 1.923,32**	

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

Tabla 26:
Inventario final de retazos de perfiles

Item	Referencia	Uso	Cantidad	Metros	Valor por metro	Valor Total
1	1382	Proyectable	2	2,34	$ 5,25	$ 24,59
2	1383	Proyectable	4	2,34	$ 1,59	$ 14,92
3	1384	Proyectable	2	1,50	$ 4,07	$ 12,20
4	1385	Proyectable	2	1,50	$ 2,76	$ 8,27
5	1706	Mampara S-100	2	1,80	$ 2,60	$ 9,38
6	1706	Mampara S-100	2	2,45	$ 2,60	$ 12,76
7	1824	Mampara S-100	2	1,80	$ 1,66	$ 5,97
8	1824	Mampara S-100	2	2,45	$ 1,66	$ 8,13
9	2232	Corrediza 7 perfiles	2	1,10	$ 2,34	$ 5,14
10	2232	Corrediza 7 perfiles	2	1,80	$ 2,34	$ 8,42
11	2234	Corrediza 7 perfiles	2	2,20	$ 2,70	$ 11,87
12	2234	Corrediza 7 perfiles	4	1,80	$ 2,70	$ 19,43
13	2235	Corrediza 7 perfiles	2	1,10	$ 2,57	$ 5,65
14	2235	Corrediza 7 perfiles	2	1,80	$ 2,57	$ 9,25
15	2237	Corrediza 7 perfiles	1	1,60	$ 2,80	$ 4,48
16	2237	Corrediza 7 perfiles	2	1,20	$ 2,80	$ 6,72
17	2238	Corrediza 7 perfiles	1	1,60	$ 2,63	$ 4,21
18	2238	Corrediza 7 perfiles	2	1,20	$ 2,63	$ 6,31
19	2233	Corrediza 7 perfiles	1	1,60	$ 2,70	$ 4,32
20	2233	Corrediza 7 perfiles	2	1,20	$ 2,70	$ 6,48
21	2229	Fija	2	2,20	$ 2,65	$ 11,66
22	2229	Fija	3	1,90	$ 2,65	$ 15,11
23	2230	Fija	2	2,20	$ 2,76	$ 12,13
24	2230	Fija	3	1,90	$ 2,76	$ 15,72
25	1027	Fija	4	2,20	$ 1,58	$ 13,86
26	1027	Fija	3	1,90	$ 1,58	$ 8,98
27	1162	Mampara S-200	2	0,90	$ 3,95	$ 7,10
28	1162	Mampara S-200	1	1,80	$ 3,95	$ 7,10
29	1163	Mampara S-200	4	0,90	$ 4,91	$ 17,69
30	1163	Mampara S-200	2	1,80	$ 4,91	$ 17,69
31	1164	Mampara S-200	4	0,90	$ 1,96	$ 7,05
32	1164	Mampara S-200	2	1,80	$ 1,96	$ 7,05
33	1645	Mampara S-200	2	0,90	$ 3,42	$ 6,15
34	1645	Mampara S-200	2	2,40	$ 3,42	$ 16,40
35	1645	Mampara S-200	4	1,90	$ 3,42	$ 25,96
36	1645	Mampara S-200	1	1,80	$ 3,42	$ 6,15
					Total	**$ 384,29**

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

4.6. Análisis económico de las soluciones implementadas

En este apartado se presenta un análisis económico de las soluciones implementadas a lo largo de la investigación y que van a incidir positivamente en la utilidad bruta de la empresa. Para ello se van a valorizar cada uno de los resultados obtenidos, restando las inversiones o gastos que se generen de los mismos para evaluar el impacto final en los estados financieros de Freyse Cía. Ltda.

Con los datos obtenidos de la eficacia del proceso de fabricación, el valor promedio de la fabricación de ventanas de aluminio instaladas a los diferentes clientes de la empresa, desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015, fue de 294,16 metros cuadrados. Luego de implementar las mejoras, el valor promedio desde el mes de mayo hasta el mes de octubre del 2015 se obtuvo 332,92 metros cuadrados, para comparar iguales periodos también se ha obtenido el valor promedio de ventanas fabricadas desde el mes de mayo hasta el mes de octubre del 2014, este valor fue de 294,07 metros cuadrados. Analizando los resultados obtenidos entre los mismos periodos de mayo a octubre pero en diferentes años, 2014 y 2015, se puede establecer que se obtuvo un crecimiento del 13,21% en la eficacia del proceso de fabricación, gracias a las mejoras sugeridas e implementadas por la alta gerencia. En base a estos resultados, se pude verificar que se tuvo un incremento de 38,85 metros cuadrados. Tomando en cuenta que la utilidad neta de la empresa es de USD $ 12,61 por metro cuadrado fabricado, en este valor ya está incluido el descuento por las horas extras trabajadas por el personal de la fábrica, el aumento de la eficacia contribuye con USD $ 5.877,61 al año.

Como segundo paso, al aumentar la productividad del proceso de fabricación, mediante el control de los reprocesos que se ejecutaban en la planta, sea por los daños que se tenían durante el transporte, o por cambios en los diseños realizados por los constructores o los dueños del proyecto a última hora, o por error de las medidas al construir las ventanas de aluminio en la planta por parte de los obreros; también se contribuyó en la utilidad neta. En promedio desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015 se habían trabajado 400,75 horas-hombre mensuales únicamente en la fabricación de las ventanas de

aluminio, se pasó a 414,5 horas-hombre mensuales en promedio desde el mes de mayo hasta el mes de octubre del 2015. Para realizar una comparación adecuada, se obtuvo el promedio de horas-hombre trabajadas desde el mes de abril hasta el mes de octubre del 2014, el cual dio un valor de 401,67. En función de los datos recopilados entre los meses de mayo y octubre tanto del año 2014 y 2015, se puede evidenciar un incremento de 3,20% de mejora, en cuanto a las horas-hombre trabajadas para la elaboración e instalación de ventanas de aluminio. De acuerdo a estos datos, podemos verificar que se fabricaron más metros cuadrados de ventanas de aluminio con menor cantidad de horas-hombre. El costo promedio de la hora-hombre trabajada en la fabricación de ventanas de aluminio en la empresa asciende al valor de USD $ 4,68. Este valor multiplicado por las 12,83 horas-hombre mensuales, debido a la ejecución de las mejoras implementadas, nos da un valor anual proyectado de USD $ 721,44 que aportará a la utilidad bruta de la empresa.

En lo que respecta al aporte del tiempo de entrega también es muy importante ya que mientras más rápido se entregan las obras, existe más tiempo que será destinado para la fabricación e instalación de nuevos proyectos, de la misma manera, si se factura en menor tiempo a los clientes, se obtendrá una mayor liquidez para la empresa. El tiempo de entrega promedio que se manejaba desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015 era de 22,9375 días por mes, con las mejoras introducidas, este tiempo de entrega bajó a 21,8333 días por mes en promedio desde el mes de mayo hasta el mes de octubre del 2015. Con la finalidad de establecer las mejoras alcanzadas, se va a comparar los resultados obtenidos con el periodo similar, esto es desde mayo hasta octubre del 2014, en estos meses se obtuvo un valor promedio de 23,1667 días por mes. Con estos resultados obtenidos, se puede verificar que se logró disminuir 5,76% el tiempo de entrega de las ventanas contratadas por los clientes. Esta diferencia de tiempo de entrega se traduce en 1,33 días por mes adicionales a la producción mensual, tomando en cuenta que cada día la empresa produce USD $ 114,95 en lo que se refiere a ventanas de aluminio. Esto representa un valor anual proyectado de USD $ 1.839,25 de aporte a la utilidad bruta de la organización.

En cuanto a la merma del material, con los datos recopilados durante la investigación se calculó un desperdicio de 46,125 kilogramos de aluminio en promedio desde el mes de

enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015, lo que significaba para la empresa una pérdida de USD $ 329,33 mensual, tomando en cuenta que en promedio el kilogramo de aluminio cuesta USD $ 7,14. Luego de aplicar la utilización del *software* para el corte del aluminio, entre el mes de mayo y octubre del 2015 se logró llegar a un promedio de desperdicio de 40,1667 kilogramos de aluminio. Para realizar un análisis más consistente, se van a comparar dos periodos iguales pero de distintos años, por lo que se obtuvo los kilogramos desperdiciados promedio desde el mes de mayo hasta el mes de octubre del 2014, este valor fue de 45,3333 kilogramos. Realizando la comparación del mismo periodo pero con diferente año, es decir 2015 y 2014, se puede evidenciar que existió una reducción del desperdicio de aluminio del 11,40%. La diferencia obtenida es que se obtuvo una disminución de aluminio desperdiciado de 5,17 kilogramos menos en promedio por mes. Lo cual equivale a un valor proyectado anual de aporte a la utilidad bruta de la empresa de USD $ 442,68.

Al utilizar los retazos existentes, por parte de los obreros para la fabricación de las ventanas de aluminio contratadas por los clientes, se logró reducir el inventario, el cual generaba un valor importante que la empresa podía invertir en otro rubro con la finalidad de captar más clientes, por ejemplo en publicidad o en la adquisición de nueva maquinaria para fabricar elementos nuevos en la planta.

De acuerdo a los datos obtenidos en el mes de abril del 2015 se tenía un inventario de perfiles completos valorado en USD $ 7.634,40 y las existencias de retazos de perfiles sumaba la cantidad de USD $ 665,08, dando un valor total de USD $ 8.299,69. En el inventario tomado con fecha 31 de octubre del 2015, el valor del inventario de perfiles completos fue de USD $ 1.923,32 y del de los retazos de perfiles es de USD $ 384,29, por lo cual se obtiene un valor total del inventario final de USD $ 2.307,61, lográndose un ahorro del 72,20%, es decir se logró aumentar el capital de trabajo de la empresa en USD $ 5.992.08.

En la Tabla 27 se indica un resumen del aporte de cada objetivo a la utilidad bruta de la empresa:

Tabla 27:
Resumen del aporte a la utilidad bruta por cada indicador mejorado

Objetivo	Indicador	Diferencia	Unidad	Aporte a la utilidad bruta
Eficiacia de la producción de ventanas de aluminio	Eficacia	38,85	m²	$ 5.877,61
Productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio	Productividad	12,83	h-h	$ 721,44
Eficiencia del tiempo de entrega de las ventanas de aluminio	Eficiencia	1,33	días	$ 1.839,25
Desperdicio del material en el proceso de corte del aluminio	Merma	5,17	Kg	$ 442,68
			Total	**$ 8.880,98**

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

* Al lograr aumentar la eficacia del proceso de fabricación de ventanas de aluminio, se cumplió con el primer objetivo de esta investigación, de los datos recabados, la empresa tenía una eficacia mensual del 82,79% en abril del 2015, y se llegó a una eficacia del 91,72% mensual en el mes de octubre del 2015. El valor del cp para la eficacia quedó en 1,47201, lo que evidencia que el proceso está estable, y está en capacidad de cumplir lo requerido por la empresa. Si bien es una mejora significativa, es muy necesario que se continúe con el seguimiento de las actividades para detectar nuevas oportunidades de mejora, que redundarán en beneficio tanto de la empresa como de sus colaboradores, con el fin de llegar a estándares de calidad internacionales.

* Con la implementación de mejoras en la productividad del proceso de producción, tanto al introducir las mejoras al procedimiento de fabricación e instalación de ventanas de aluminio como al minimizar los reprocesos debido a los daños durante el transporte de las ventanas, como a los errores de los obreros al equivocarse en la lectura de las medidas, y así como también al cambio en los diseños de las ventanas por parte de los clientes, se logró aumentar las productividad de la fábrica de 0,7345 m^2/h-h en promedio mensual desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015 a una productividad promedio mensual de 0,8029 m^2/h-h, tomada desde el mes de mayo hasta octubre del 2015. Esta mejora también se ve reflejada en el proceso de productividad que se tiene un cp=1,0267, lo cual indica que es un proceso estable, y que la productividad puede ir mejorando a través del tiempo.

* Respecto a los daños producidos en las ventanas de aluminio durante el transporte, se logró una mejora muy significativa ya que se minimizó los daños tanto por rayaduras o abolladuras, así como también por vidrios rotos, al inicio se tenía un promedio mensual de ventanas dañadas de 12,69, desde el mes de enero del 2014 hasta el mes de abril del 2015, con las mejoras introducidas se llegó a obtener 10 daños en promedio mensual desde el mes de mayo hasta el mes de septiembre del 2015, si bien es cierto el número de daños se podría considerar alto, se debe tomar en cuenta que el producto al ser realizado con vidrio, es un elemento muy frágil que puede sufrir roturas en el transporte. El cp del proceso del producto no conforme quedo establecido en 1,3505, lo cual indica una estabilidad en el proceso y que es capaz de cumplir lo requerido por la organización.

* La eficiencia del tiempo de entrega se mejoró desde un valor mensual de 79,17% que se obtuvo en el mes de abril del 2015 hasta un valor mensual de 90,91% en el mes de octubre del 2015. El cp del proceso del tiempo de entrega quedó en 1,2028, lo que nos muestra que el proceso está estable y puede ser mejorado a lo largo del tiempo. El tiempo de entrega de los elementos fabricados es un factor clave para que los clientes se decidan por contratar a Freyse Cía. Ltda. y es una de las características que más cuida el gerente general a lo largo de estos 32 años que se mantiene en el mercado. Se debe recalcar que gran parte de los retrasos son responsabilidad de los clientes, sea por falta de acabados en la obra civil o por cambios en los diseños de última hora.

* Mediante la utilización del *software* para el corte del aluminio, se alcanzó el objetivo de minimizar el desperdicio del material en el proceso de corte, antes de la instalación de esta herramienta informática, se tenía una merma mensual en el mes de abril del 2015 de 0,1488 kg/m^2, una vez implementada la mejora se llegó a tener una merma mensual en octubre del 2015 de 0,1186 kg/m^2. Esto nos evidencia que por cada metro cuadrado de ventanas fabricadas se desperdicia 0,1186 kg de aluminio. Tomando en cuenta que la productividad del proceso de fabricación de ventanas de aluminio subió, esta disminución en la merma también favoreció a la empresa. El cp del proceso de corte del aluminio quedó en 1,2169 que indica que es un proceso estable. A medida que se explote más la herramienta informática instalada, se obtendrá menos desperdicio de aluminio, lo cual redundará en mayor utilidad para la empresa.

* El incremento de la cartera de clientes ha sido algo beneficioso para la empresa. Sin embargo, debido a las últimas decisiones políticas que se han tomado en el país por parte del gobierno ecuatoriano han incidido negativamente en el sector de la construcción, lo cual todavía no ha impactado en Freyse Cía. Ltda. ya que tiene acuerdos verbales con anterioridad con varios constructores de edificios, los cuales se encuentran en su etapa constructiva de obra civil. Por lo general los constructores firman los contratos con sus proveedores cuando el proyecto del edifico a construir está en planos. Según lo comentado por el gerente general de Freyse Cía. Ltda. lo más probable es que los próximos dos años se sientan los efectos negativos en los proveedores de las diversas constructoras del país, ya que la venta de casas o departamentos van a sufrir una baja respecto a los últimos años debido a que durante el presente año se han dado muchos despidos tanto en el sector público como el sector privado y en el país se percibe una falta de liquidez a todo nivel. Es muy probable que los promotores de estos proyectos constructivos deban rebajar los precios de los inmuebles para evitar tener muchas pérdidas.

* El aporte a la utilidad neta de la empresa con la implementación de las mejoras indicadas en el presente proyecto será de USD $ 8.880,98, lo cual se logró realizando inversiones de tiempo tanto de los obreros de la fábrica como del personal administrativo de la oficina, se contabilizó un total de 156 horas-hombre en inducciones y capacitación, lo que significó un total de USD $ 949,10. También se realizó una inversión en la compra de la licencia del *software* Corte Certo el cual fue de USD $ 750,00. De lo indicado anteriormente se tiene un total de la inversión de USD $ 1.699,10, lo cual indica que se obtuvo un beneficio de USD $ 7.181,88.

5.2. Recomendaciones

* Con el éxito obtenido al utilizar la herramienta informática para el proceso de corte del aluminio, Corte Certo, se recomienda a la empresa, que adquiera el *software* en dos dimensiones (2D), para realizar el cálculo del corte de vidrio, con lo cual se minimizará el desperdicio del vidrio que al momento está alrededor del 12%, con el uso esta herramienta de *software* es muy probable que se logre obtener un desperdicio del vidrio entre el 5% al 6%.

* El presente proyecto de investigación se enfocó en la mayor cantidad de elementos fabricados por Freyse Cía. Ltda. se recomienda que la metodología utilizada en este trabajo, se lo replique a los otros productos que ofrece la empresa a sus clientes como son: puertas batientes, puertas corredizas, puertas ducase, divisiones de oficina, puertas de baño, piel de vidrio para fachadas y claraboyas.

* En la parte administrativa el gerente general tiene que implementar un reglamento interno con el cual se podrá tener las reglas claras para todos los empleados de la empresa, tanto para los obreros de la planta como los empleados administrativos de la oficina. La utilización, la lectura y la puesta en práctica de este reglamento interno deberá ser una exigencia para todos los empleados, en este reglamento estarán contemplados tanto los deberes como los derechos de los trabajadores en especial el tema de sanciones con lo que se evitará futuros problemas legales al momento de tener que despedir a un empelado con bajo rendimiento.

* Como parte fundamental, la empresa deberá contar con un procedimiento para la calificación de los proveedores, con la finalidad de garantizar el suministro de los materiales necesarios para los diferentes proyectos contratado a la empresa tanto en cantidad como en calidad. Al momento la empresa cuenta con una cartera de proveedores basada en la experiencia del gerente general y no basada en un proceso de calificación.

* Freyse Cía. Ltda. también requiere contar con un procedimiento para la recepción de la mercadería comprada a los diversos proveedores, ya que se detectó que en un pedido realizado durante el presente proyecto llegaron dos perfiles que no correspondían a lo comprado. El procedimiento deberá establecer la verificación de todos los materiales adquiridos tanto en cantidad como en el estado físico de los mismos para realizar el reclamo correspondiente en tiempo y forma y evitar que transcurra demasiado tiempo en percatarse de un error en los materiales entregados por un proveedor. Por lo general los proveedores no asumen su responsabilidad si ha pasado un periodo de tiempo para hacer el reclamo correspondiente.

* Durante el presente proyecto se evidenció la falta de publicidad de la empresa, al momento la organización se basa en los contactos que mantiene el gerente general con sus clientes fieles que se han sumado durante los años que Freyse Cía. Ltda. se mantiene en el mercado, pero esto no es suficiente ya que es necesario aumentar la cartera de clientes, por lo que se recomienda que la empresa inicie una campaña publicitaria en redes sociales, lo cual está en auge al momento y la mayoría de personas consultan en las redes sociales sobre empresas o servicios que requieren.

* Uno de los problemas más grandes que tienen las empresas familiares es que todo se basa en la experiencia del dueño, todas las decisiones que se toman se las realiza en base a la experiencia del gerente general o presidente, no se tienen procesos documentados de las acciones que se deben ejecutar tanto en el área administrativa como en el área operativa, por lo que se sugiere que se inicie un levantamiento de procesos administrativos y operativos con la finalidad de que el gerente general empiece a delegar sus funciones y se tomen las decisiones en base a datos reales.

* Se sugiere que la empresa mantenga un procedimiento para realizar inventarios semestrales de todos los materiales, con este procedimiento se fijarán responsables y se tendrán datos actualizados con la finalidad de evitar un sobre almacenamiento de materiales y también evitar la pérdida de los mismos. Si bien es cierto la empresa hasta ahora no ha reportado pérdidas en números generales, es mejor mantener un control del inventario periódico.

BIBLIOGRAFÍA

Kaplan, R., (2004). Mapas Estratégicos. Cómo convertir los activos intangibles en resultados tangibles. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

Webster, A., (2000). Estadística aplicada a los negocios y la economía. Santa Fé de Bogotá: Mc. Graw Hill.

Levin, R. & Otros, (2004). Estadística para Administración y Economía. México: Prentice Hall.

Bacal,R., (2009). Cómo mejorar el rendimiento. Barcelona: Profit Editorial.

Bello, C., (2013). Producción y operaciones aplicadas a las pyme. Bogotá: ECOE Ediciones.

Gutiérrez, H., (2010). Calidad Total y Productividad. México: Mc. Graw-Hill.

Ishikawa, K., (1989). Introducción al Control de Calidad. Madrid: Díaz de Santos.

Ishikawa, K., (1989). ¿Qué es el Control Total de Calidad? La Modalidad Japonesa. Bogotá: Norma.

Vega, I., (2012). Procesos productivos. Obtenga la máxima rentabilidad. Bogotá: ECOE Ediciones.

Imai, M., (2001). Kaizen. La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. México: Compañía Editorial Continental.

Galgano, A., (1995). Los 7 Instrumentos de la Calidad Total. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Camisón, C. & Otros, (2006). Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid: Pearson Prentice Hall.

Corporación Ecuatoriana de Aluminio. (2013). Catáologo de Perfiles. Ecuador: Cedal.

Fernández García D. (1994). Biblioteca de la Carpintería Metálica. España: Ediciones Daly.

ANEXOS

ANEXO 01 – Perfiles utilizados en ventana corrediza siete perfiles

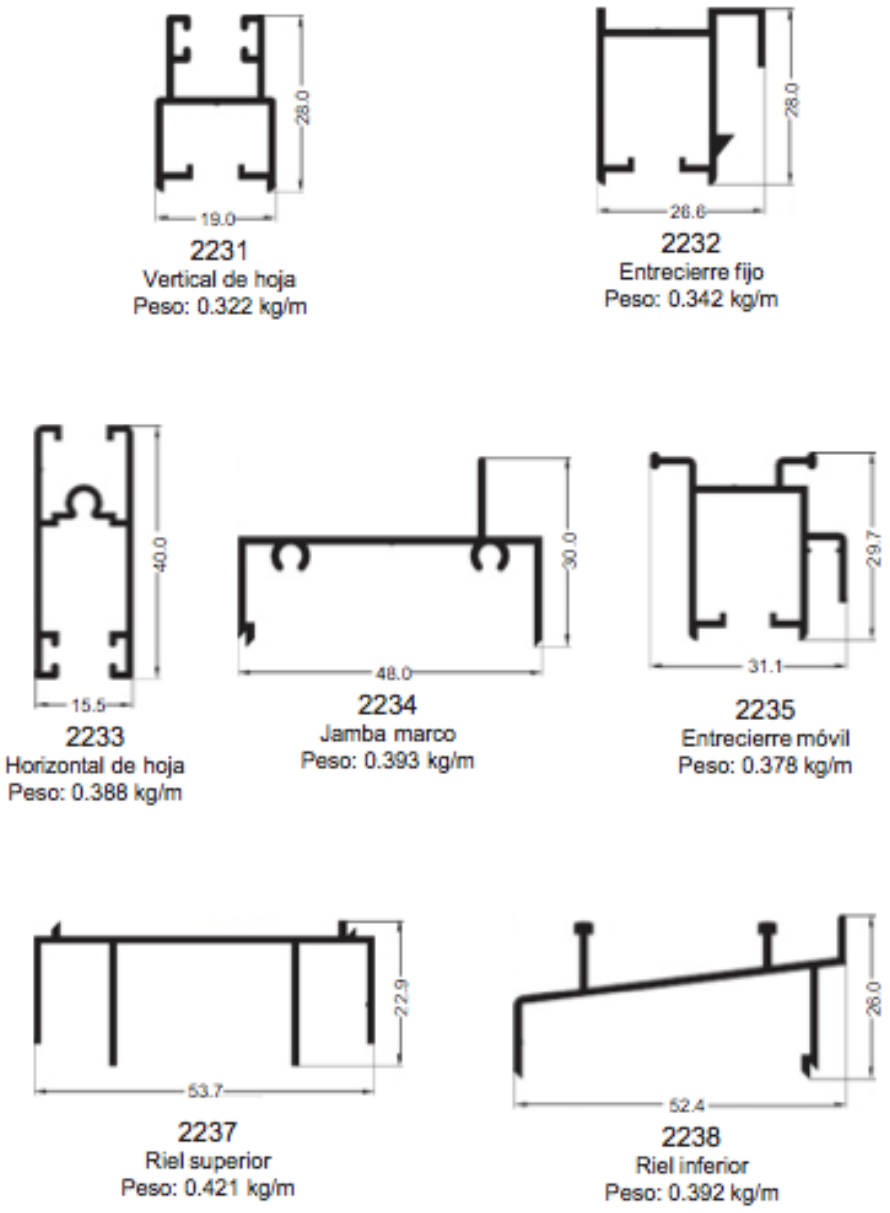


Figura 57: Perfiles utilizados para ventana corrediza de siete perfiles

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

ANEXO 02 – Perfiles utilizados en ventana corrediza económica

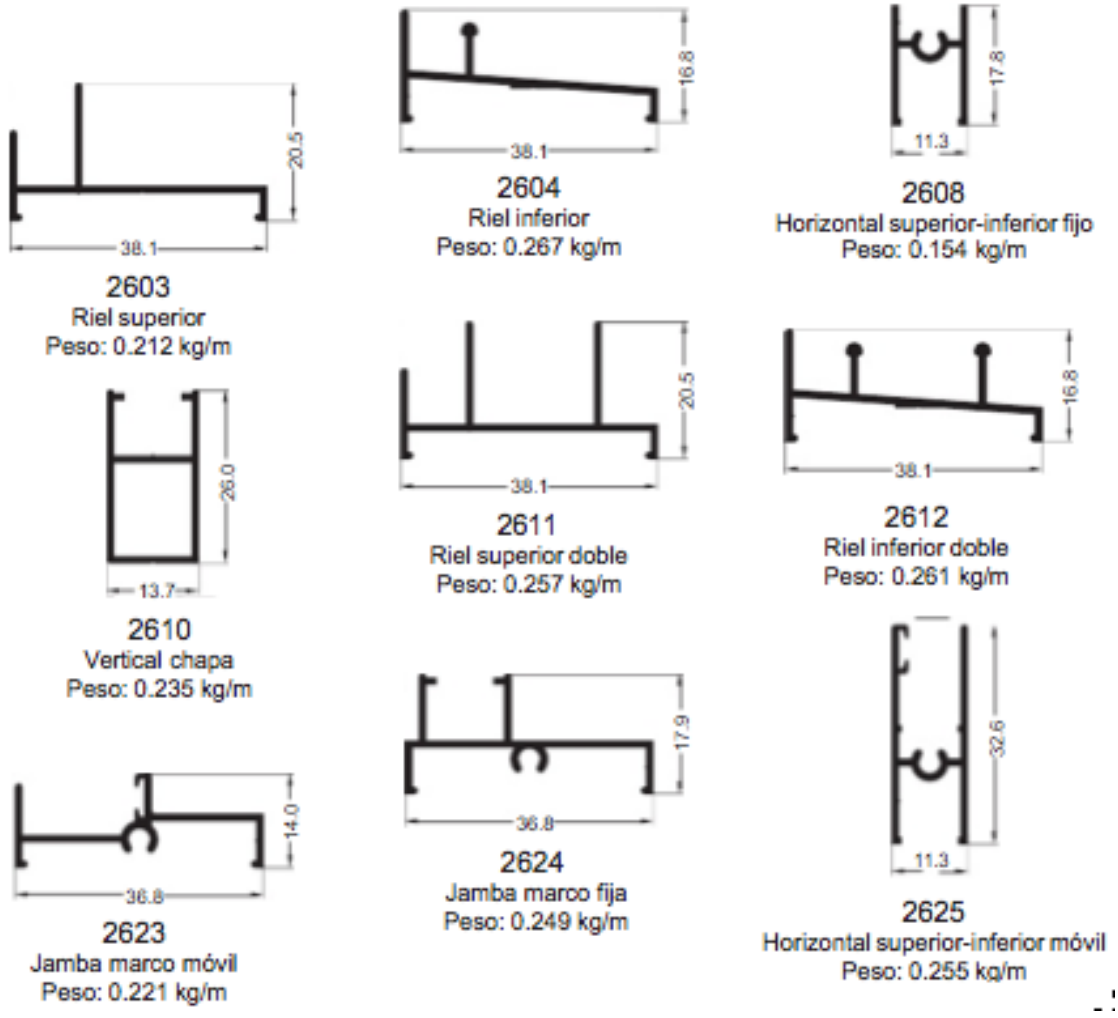


Figura 58: Perfiles utilizados para ventana corrediza económica

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

ANEXO 03 – Perfiles utilizados en mampara serie 100

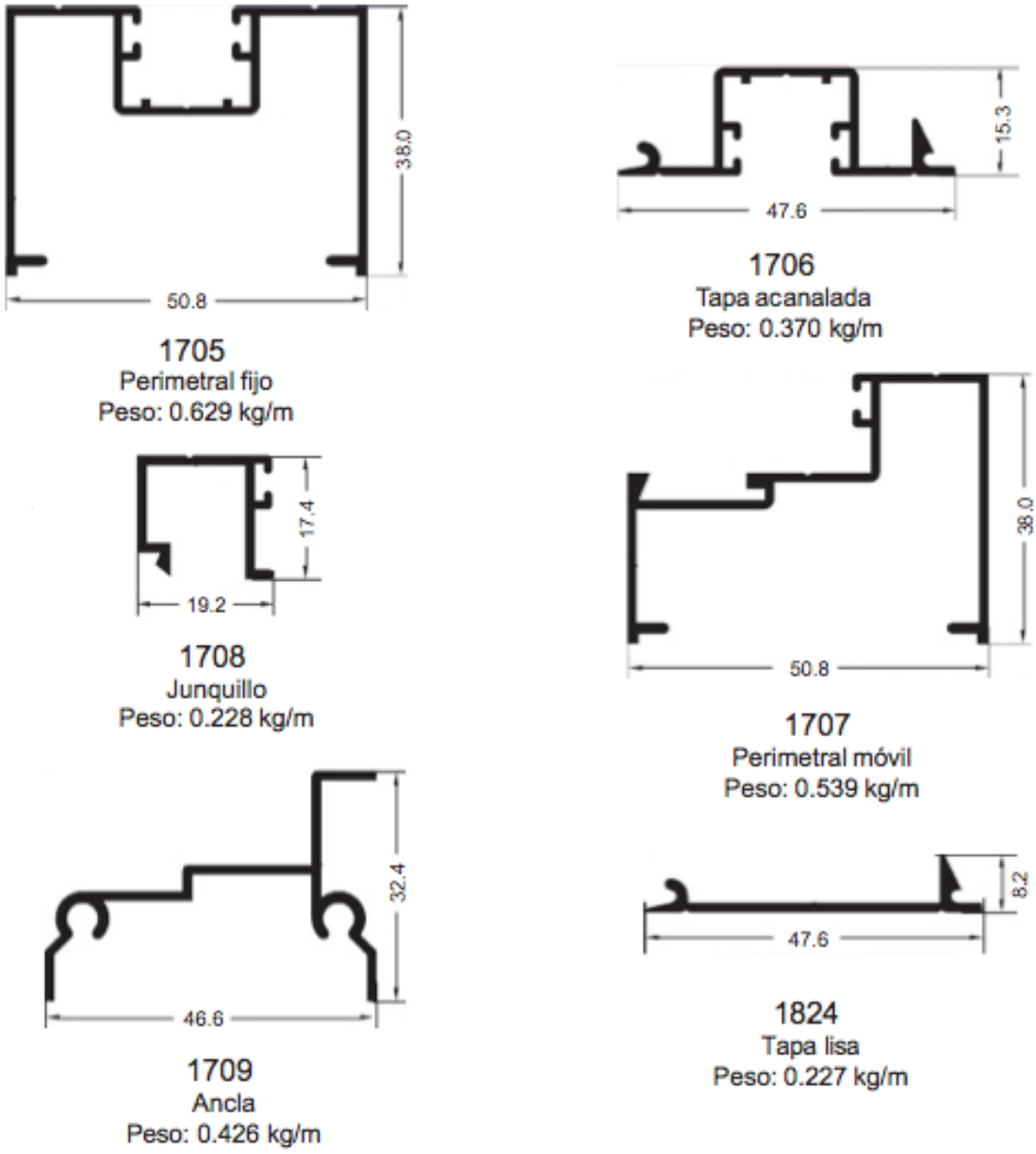


Figura 59: Perfiles utilizados para mampara serie 100

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

ANEXO 04 – Perfiles utilizados en mampara serie 200

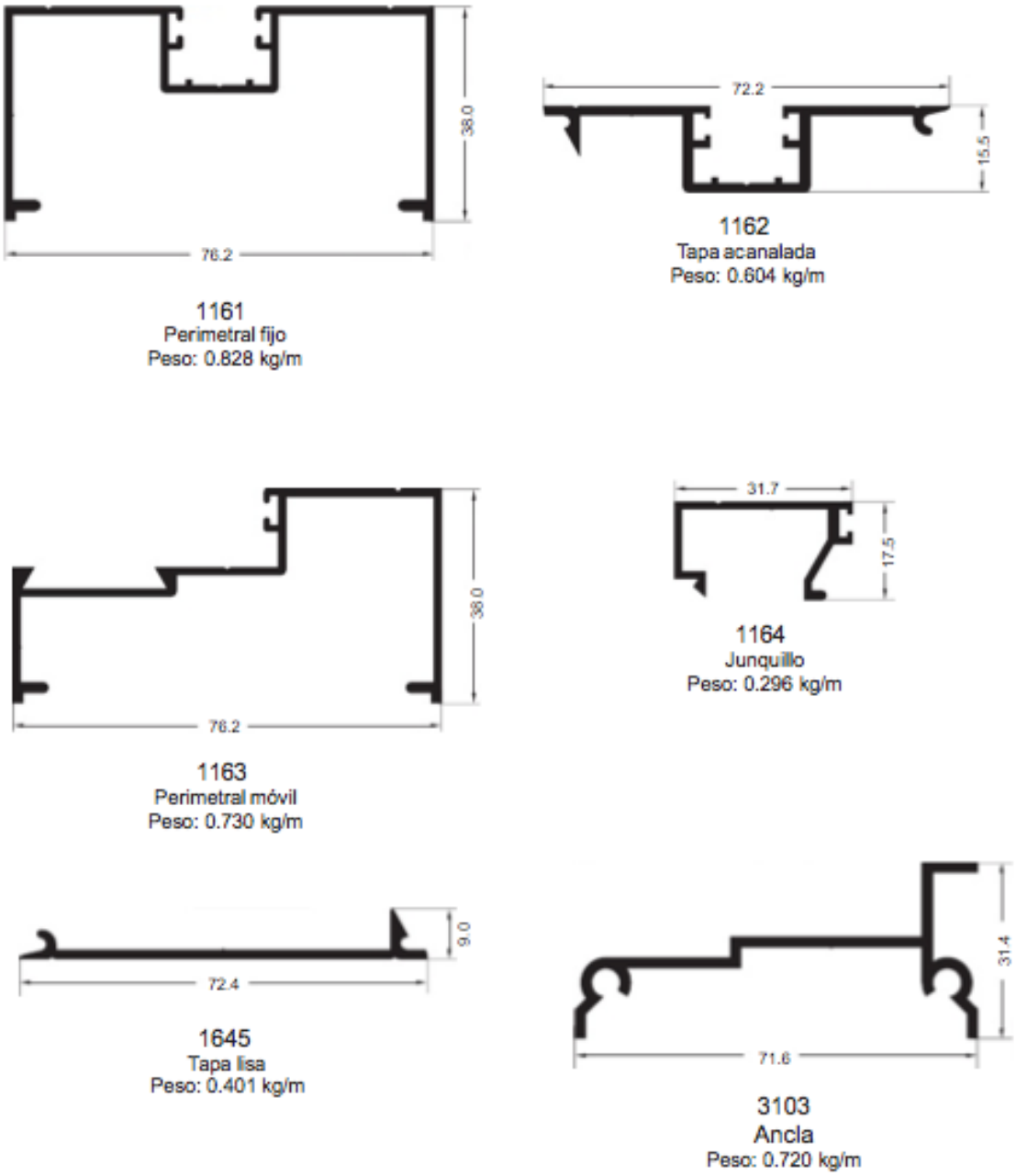


Figura 60: Perfiles utilizados para mampara serie 200

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

ANEXO 05 – Perfiles utilizados en ventana fija

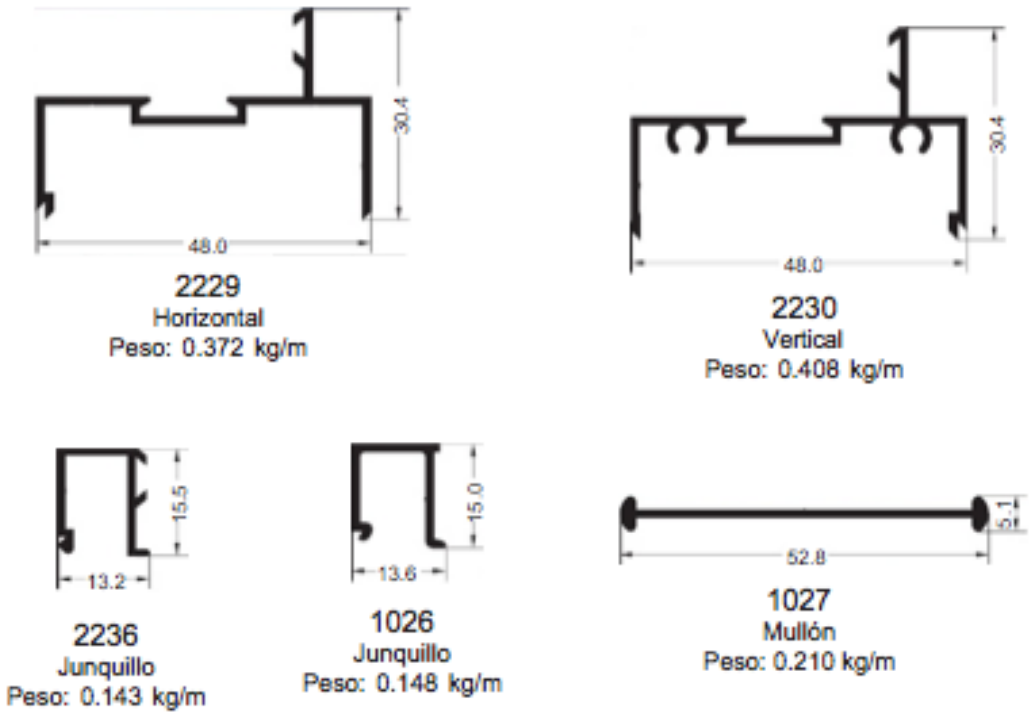


Figura 61: Perfiles utilizados para ventana fija

Fuente: Freyse Cía. Ltda.

ANEXO 06 – Perfiles utilizados en ventana proyectable

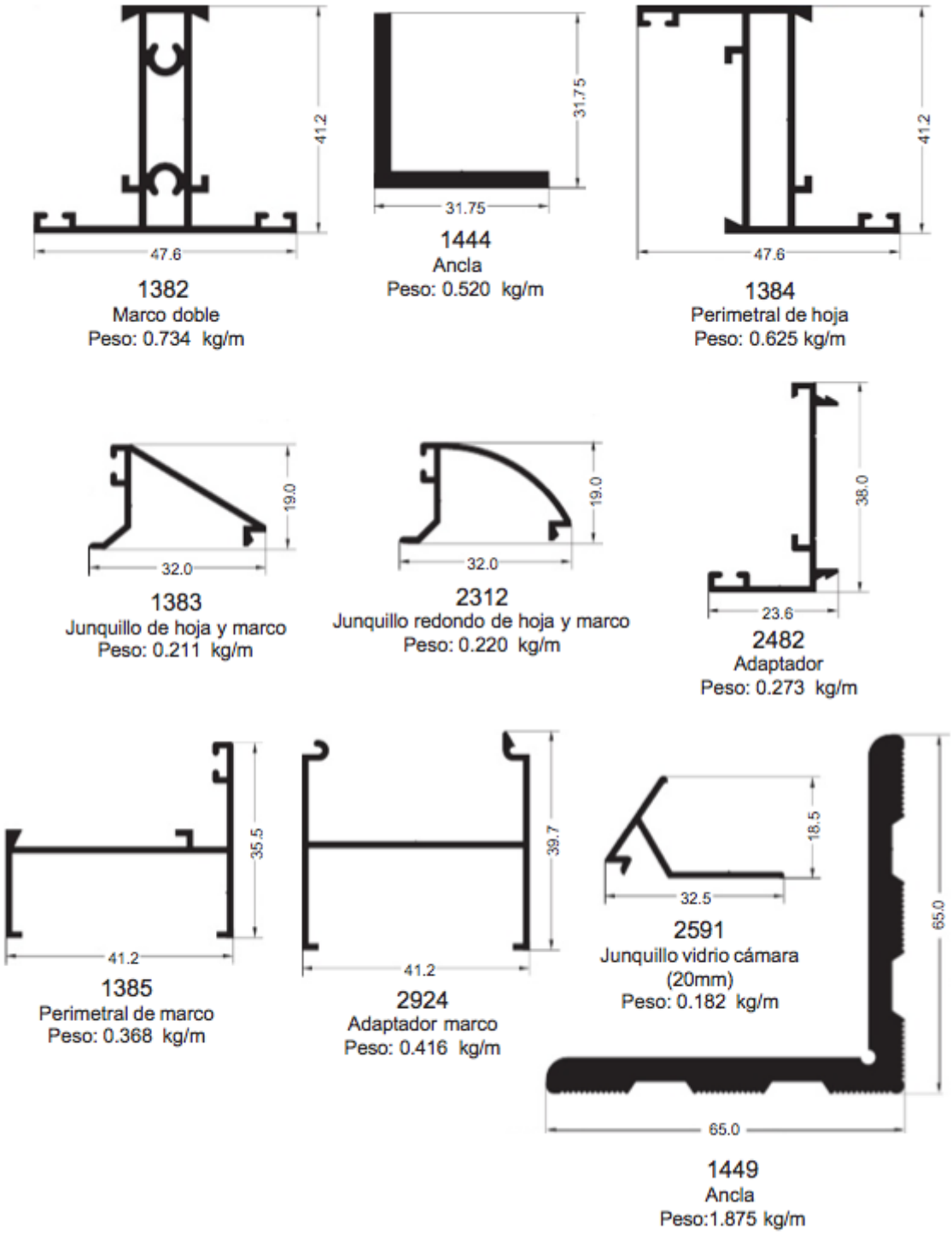


Figura 62: Perfiles utilizados para ventana proyectable

Fuente: Freyse Cía. Ltda.