



INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD DE TALCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

PROYECTO DE MEJORAMIENTO

**DISEÑO DE PLAN DE REMUNERACIONES PARA LA
EMPRESA ALUMINIOS DEL MAULE S.A.**

AUTOR:

JAIME FERNANDO HIDALGO GONZALEZ

PROFESOR TUTOR:

ANDRES IBACACHE ESCUDERO

CURICÓ - CHILE

MARZO DE 2019

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Curicó, 2019

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecer a Dios por darme la oportunidad de llegar a esta instancia y haberme dado la fuerza suficiente en cada momento de mi vida para lograr mis objetivos y sueños como lo es este proyecto de titulación.

Agradecer a mi madre Lorena que siempre ha estado para apoyarme en los momentos difíciles, junto a ellos mi familia y todos mis tíos que me han brindado su apoyo incondicional.

A Daniela R. y su familia que me han brindado un techo donde vivir, buenos momentos y el ánimo necesario cuando no he tenido las fuerzas suficientes para seguir luchando. Gracias por todo, siempre los tendré presente en mi corazón.

A mis amigos Nicolás P., Ignacio F., Felipe P., Felipe C. Juan B., Diego L. y a todos aquellos que me han acompañado en la universidad, bellas amistades que tampoco voy a olvidar.

A mis amigas de siempre: Rayén G. que ayudó a imprimir este documento, M. Fernanda de la Peña, por sus consejos y ánimos, y a todas quienes han expresado su preocupación y sus buenas vibras para tener mis convicciones firmes, a pesar de todo.

Al hogar de estudiantes universitarios de Curicó por darme un lugar donde vivir en esa ciudad, también a los miembros de la casa Rodríguez: Víctor, Giovanni, Patricio, Javier, Nicolás (“flaco”), Guillermo y los demás chicos que me brindaron su apoyo.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación, surge de la necesidad de la empresa Aluminios del Maule S.A. de contar con un sistema de remuneraciones capaz de disminuir los costos de fabricación que son generados a partir de la baja utilización o ineficiencia de la capacidad instalada.

El pago de sueldos variables en su componente de bonos de producción y pago a ratos, representan los problemas principales de pago de remuneraciones para los operarios de la empresa, cuya regulación está estipulada bajo los estatutos del contrato colectivo que la empresa en conjunto con el sindicato de trabajadores, han llegado a acuerdos.

Para la ejecución de este proyecto de titulación, se han utilizado herramientas referentes al manejo de la calidad total: uso de cartas de control y confección de pautas de fabricación para la resolución de dificultades en cuanto a la calidad de los productos. Junto con lo anterior se realiza un cruce de información con un estudio histórico o empírico, del análisis de los estados de resultados consolidados, para obtener una tendencia o razón de proporción para el pago de sueldos.

Finalmente, se aprobó el plan de implementación del proyecto constando de 410 días a partir de septiembre del presente año, junto con lo anterior se mide la rentabilidad del proyecto utilizando la herramienta de simulación de riesgo por método de Montecarlo que entrega información relevante de la probabilidad de rentabilidad de este proyecto de titulación por medio del análisis del valor actual neto y tasa interna de retorno.

Jaime Fernando Hidalgo González (jhidalgo13@alumnos.utalca.cl)
Estudiante Ingeniería Civil Industrial - Universidad de Talca
Marzo de 2019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 : DESCRIPCIÓN SITUACIONAL Y ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA	4
1.1 Descripción del negocio	5
1.2 Problemática	8
1.2.1 Diagnostico preliminar	8
1.2.2 Planteamiento del problema	10
1.3 Objetivo general	11
1.4 Objetivos específicos	11
1.5 Resultados tangibles esperados	12
CAPÍTULO 2 : MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....	13
2.1 Motivación.....	14
2.1.1 La pirámide de las necesidades de <i>Maslow</i>	14
2.1.2 Teoría X e Y de <i>McGregor</i>	16
2.2 Control estadístico de procesos	19
2.2.1 Carta de Control P	20
2.2.2 Carta de Control P con n variable.....	22
2.2.3 Carta de Control NP.....	23
2.2.4 Carta de Control C	24
2.2.5 Carta de Control U.....	25
2.3 Herramientas Six-Sigma	26
2.3.1 <i>Brainstorming</i>	27
2.3.2 Diagrama de Pareto.....	28
2.3.3 Diagrama de Ishikawa.....	29
2.4 Informe ISTAS	30
2.5 Marco legal de negociaciones colectivas	32
2.5.1 Tipos de Sindicato	32
2.5.2 Tipos de negociaciones colectivas.....	33
2.5.3 Procedimiento de negociación colectiva.....	34
2.6 Compensaciones laborales	35
2.6.1 Aspectos generales de un sistema de remuneraciones	35
2.6.2 Tendencias de compensaciones laborales	36
2.7 Método de Montecarlo	38
2.8 Metodología de solución	39
CAPÍTULO 3 : ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO	42
3.1 Actividades del diagnóstico.....	43
3.1.1 Situación actual de la empresa	43
3.1.2 Análisis de la situación actual	48
3.2 Resultados del diagnóstico	52
3.3 Conclusiones del diagnóstico	53

CAPÍTULO 4 : ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE COSTOS E INGRESOS.....	55
4.1 Pago de remuneraciones.....	56
4.2 Análisis del comportamiento de las ventas.....	56
4.2.1 Ventas de fabricación.....	57
4.3 Estructura de costos principales.....	59
4.3.1 Materia prima directa.....	59
4.3.2 Costos de mano de obra de fabricación.....	62
CAPÍTULO 5 : CALCULO DE CAPACIDADES INSTALADAS.....	67
5.1 Productos estándares.....	68
5.1.1 Ventanas correderas.....	68
5.1.2 Ventanas proyectantes.....	69
5.2 Proceso productivo de aluminios y termopaneles.....	69
5.2.1 Asignación de tareas productivas.....	70
5.2.2 Elaboración de orden de taller.....	70
5.2.3 Extraer materias primas.....	70
5.2.4 Cortar aluminios.....	71
5.2.5 Destajar aluminios.....	71
5.2.6 Armar o encajar perfiles.....	72
5.2.7 Dimensionar o vidriar.....	72
5.2.8 Montar o ensamblar.....	73
5.2.9 Almacenar productos terminados.....	73
5.2.10 Corte de separadores (Proceso DVH).....	73
5.2.11 Armado de separadores (Proceso DVH).....	74
5.2.12 Lavado y secado de cristales (Proceso DVH).....	74
5.2.13 Prensado y sellado (Proceso DVH).....	74
5.3 Proceso productivo de muebles.....	75
5.3.1 Asignación de tareas productivas.....	75
5.3.2 Elaboración de orden de taller.....	75
5.3.3 Extracción de materias primas.....	76
5.3.4 Cortar melamina.....	76
5.3.5 Enchapar.....	76
5.3.6 Armar muebles.....	77
5.3.7 Embalaje.....	77
5.3.8 Almacenar productos terminados.....	77
5.4 Proceso productivo PVC.....	77
5.4.1 Asignación de tareas productivas.....	78
5.4.2 Elaboración de orden de taller.....	78
5.4.3 Extracción de materias primas.....	78
5.4.4 Cortar o trozar PVC.....	79
5.4.5 Destajar PVC.....	79
5.4.6 Soldar PVC.....	80
5.4.7 Limpieza y armado.....	80

5.4.8	Cubicación de cristal.....	81
5.4.9	Vidriar, enjuntillar y montar hojas.....	81
5.4.10	Almacenar productos terminados.....	81
5.5	Estadísticas de capacidad.....	81
5.6	Capacidades instaladas calculadas.....	83
CAPÍTULO 6 : INCENTIVO A LA CALIDAD, PAUTAS DE FABRICACIÓN Y NUEVAS TARIFAS ASOCIADAS.		87
6.1	Estándares de calidad.....	88
6.2	Estadísticas de pérdidas.....	89
6.3	Cruce de información con capacidades instaladas.....	92
6.4	Cruce de información con presupuesto esperado.....	92
6.5	Calculo de tarifas asociadas.....	93
6.6	Bonificación por incentivo a la calidad.....	93
6.7	Pautas de fabricación.....	95
CAPÍTULO 7 : PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO FINANCIERO.		97
7.1	Plan de implementación.....	98
7.2	Supuestos de escenarios para la evaluación del proyecto.....	99
7.3	Aplicación del método de Montecarlo.....	101
CONCLUSIONES		106
BIBLIOGRAFÍA		110
ANEXOS		111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Logotipo Aluminios del Maule S.A	5
Ilustración 2: Ventas anuales históricas Aluminios del Maule	6
Ilustración 3: Nivel gerencial Aluminios del Maule.....	8
Ilustración 4: Pirámide de las necesidades de Maslow	16
Ilustración 5: Ejemplo de Carta de Control P.....	22
Ilustración 6: Ejemplo de Carta de Control NP.....	23
Ilustración 7: Ejemplo de Carta de Control C	25
Ilustración 8: Ejemplo de Carta de Control U	26
Ilustración 9: Ejemplo de diagrama de Pareto.....	29
Ilustración 10: Ejemplo de diagrama de estratificación.....	30
Ilustración 11: Tipos de negociaciones colectivas reconocidas por el Código del Trabajo	33
Ilustración 12: Carta Gantt de planificación para el proyecto	41
Ilustración 13: Evolución del pago de remuneraciones por actividad	45
Ilustración 14: Resultado global de los factores de riesgo psicosocial	46
Ilustración 15: Preferencia de compensaciones para trabajadores	47
Ilustración 16: Preferencia de trabajo activo para operarios	48

Ilustración 17: Diagrama de Ishikawa	49
Ilustración 18: Diagrama de Pareto para el pago de sueldos a operarios (año 2018)	50
Ilustración 19: Diagrama de Pareto para el pago de estipendios variables (año 2018)	50
Ilustración 20: Diagrama de Pareto (causas de devolución)	52
Ilustración 21: Evolución de las ventas (periodo 2015-2018).....	57
Ilustración 22: Evolución de las ventas de fabricación.....	58
Ilustración 23: Participación de ventas por unidad de negocio (2018).....	59
Ilustración 24: Evolución de costos en MPD	60
Ilustración 25: Participación en costos MPD por actividad	61
Ilustración 26: Relaciones graficas en costos MPD.....	61
Ilustración 27: Evolución de costos en MOF	63
Ilustración 28: Participación en costos MOF	64
Ilustración 29: Promedio de bonos de producción por jerarquía.....	64
Ilustración 30: Promedio de pago a ratos por jerarquía	65
Ilustración 31: Pago de sueldo variable por jerarquía.....	66
Ilustración 32: Relaciones gráficas de costos MOF.....	66
Ilustración 33: Diagrama de flujo aluminios y muebles con capacidad	85
Ilustración 34: Diagrama de flujo de muebles con capacidad	86
Ilustración 35: Distribución de presupuesto para remuneraciones	93
Ilustración 36: Proyección de bono por incentivo a la calidad.....	95
Ilustración 37: Ventana de elaboración de pautas	96
Ilustración 38: Detalle de perfiles ventana V1 tipo AL-15	96
Ilustración 39: Gráfico de distribución de probabilidad del VAN	102
Ilustración 40: Gráfico de distribución de probabilidad de la VAN incremental.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen pago de remuneraciones a operarios (promedio de ingresos anuales)	10
Tabla 2: Cuadro comparativo teoría X e Y	19
Tabla 3: tabla de frecuencias de devoluciones por tipo de error	51
Tabla 4: Familia de línea de aluminios	68
Tabla 5: Tipos de ventanas correderas.	69
Tabla 6: Perfiles de ventanas económicas.....	69
Tabla 7: Medición de tiempo ideal y real estimado por centro de trabajo	82
Tabla 8: Medición de productividad en etapa de corte	82
Tabla 9: Referencia de productividad en etapa de corte	83
Tabla 10: Composición casa tipo Rauquén (ventanas)	84
Tabla 11: Composición casa tipo Rauquén (muebles).....	84
Tabla 12: Resumen reportes cartas de Control Procesos de aluminios.....	91
Tabla 13: Resumen reportes cartas de Control Procesos de termopaneles.	91
Tabla 14: Resumen reportes cartas de Control Procesos de muebles.	91
Tabla 15: Tarifas asociadas	94
Tabla 16: Parámetros del prototipo elaborador de pautas.	96

Tabla 17: Resumen plan de implementación	99
Tabla 18: Supuestos de entrada para la simulación de riesgo	100
Tabla 19: Escenarios para supuestos de entrada.....	100
Tabla 20: Resultados de la simulación de Montecarlo para el VAN.....	101
Tabla 21: Resultados de la simulación de Montecarlo para la VAN incremental.....	103
Tabla 22: Flujo de caja base por medio del método de Montecarlo (valores en UF)	104
Tabla 23: Flujo de caja incremental base por medio del método de Montecarlo (valores en UF)	105

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Organigrama Aluminios del Maule	111
Anexo 2: Diagrama profesional de flujo (proceso de PCV)	112
Anexo 3: Diagrama profesional de flujo (proceso de muebles)	113
Anexo 4: Diagrama profesional de flujo (proceso de aluminios y termopaneles)	114
Anexo 5: Requerimiento de material (Ventana 2 hojas correderas AL-15).....	115
Anexo 6: Requerimiento de material (Ventana 2 hojas correderas AL-20).....	116
Anexo 7: Requerimiento de material (Ventana 2 hojas correderas AL-25).....	117
Anexo 8: Requerimiento de material (Ventana proyectante económica)	118
Anexo 9: Requerimiento de material (Ventana proyectante con paño fijo económica)	119
Anexo 10: Requerimiento de material (Ventana fija AL-32).....	120
Anexo 11: Requerimiento de material (Ventana proyectante AL-32).....	121
Anexo 12: Requerimiento de material (Ventana proyectante con paño fijo AL-32).....	122
Anexo 13: Requerimiento de material (Ventana fija AL-42).....	123
Anexo 14: Requerimiento de material (Ventana proyectante AL-42).....	124
Anexo 15: Requerimiento de material (Ventana proyectante con paño fijo AL-42).....	125
Anexo 16: Ingresos MOF por trimestre	126
Anexo 17: <i>Rendering</i> casa tipo Rauquén	126
Anexo 18: Detalle exterior y <i>layout</i> planta baja casa tipo Rauquén.....	127
Anexo 19: Detalle frontal, puertas y ventanas casa tipo Rauquén	128
Anexo 20: Detalle escaleras, techumbre, cocina, muros y tabiquería casa tipo Rauquén	129
Anexo 21: Emplazamiento y detalles casa tipo Rauquén	130
Anexo 22: Registro de corte de aluminios (1era medición).....	131
Anexo 23: Registro de corte de aluminios (2da medición)	131
Anexo 24: Registro de destaje de aluminios (1era medición).....	131
Anexo 25: Registro de destaje de aluminios (2da medición)	132
Anexo 26: Registro de armado de aluminios (1era medición)	132
Anexo 27: Registro de armado de aluminios (2da medición)	132
Anexo 28: Registro de vidriado de aluminios (1era medición).....	133
Anexo 29: Registro de vidriado de aluminios (2da medición).....	133
Anexo 30: Registro de montaje de aluminios (1era medición)	133
Anexo 31: Registro de montaje de aluminios (2da medición)	134
Anexo 32: Registro de corte de separador de termopanel (1era medición)	134

Anexo 33: Registro de corte de separador de termopanel (2da medición)	134
Anexo 34: Registro de armado de separador de termopanel (1era medición)	135
Anexo 35: Registro de armado de separador de termopanel (2da medición)	135
Anexo 36: Registro de lavado y secado de separador de termopanel (1era medición)	135
Anexo 37: Registro de lavado y secado de separador de termopanel (2da medición)	136
Anexo 38: Registro de corte de muebles (1era medición)	136
Anexo 39: Registro de corte de muebles (2da medición)	136
Anexo 40: Registro de enchape de muebles (1era medición)	137
Anexo 41: Registro de enchape de muebles (2da medición)	137
Anexo 42: Registro de perforado de muebles (1era medición).....	137
Anexo 43: Registro de perforado de muebles (2da medición).....	138
Anexo 44: Registro de rebaje de muebles (1era medición)	138
Anexo 45: Registro de rebaje de muebles (2da medición)	138
Anexo 46: Registro de armado de muebles (1era medición)	139
Anexo 47: Registro de armado de muebles (2da medición)	139
Anexo 48: Carta de Control Corte de aluminios (1era medición)	139
Anexo 49: Carta de Control Corte de aluminios (2da medición)	140
Anexo 50: Carta de control destaje de aluminios (1era medición).....	140
Anexo 51: Carta de control destaje de aluminios (2da medición).....	141
Anexo 52: Carta de control armado de aluminios (1era medición).....	141
Anexo 53: Carta de control armado de aluminios (2da medición).....	142
Anexo 54: Carta de control vidriado de aluminios (1era medición).....	142
Anexo 55: Carta de control vidriado de aluminios (2da medición).....	143
Anexo 56: Carta de control montaje de ventanas (1era medición).....	143
Anexo 57: Carta de control montaje de ventana (2da medición)	144
Anexo 58: Carta de Control Corte de separadores de termopanel (1era medición)	144
Anexo 59: Carta de Control Corte de separadores de termopanel (2da medición)	145
Anexo 60: Carta de control armado de separadores de termopanel (1era medición)	145
Anexo 61: Carta de control armado de separadores de termopanel (2da medición)	146
Anexo 62: Carta de control lavado y secado de separadores de termopanel (1era medición).....	146
Anexo 63: Carta de control lavado y secado de separadores de termopanel (2da medición)	147
Anexo 64: Carta de Control Prensado y sellado de separadores de termopanel (1era medición)	147
.....	147
Anexo 65: Carta de Control Prensado y sellado de separadores de termopanel (2da medición)	148
.....	148
Anexo 66: Carta de Control Corte de muebles (1era medición)	148
Anexo 67: Carta de Control Corte de muebles (2da medición)	149
Anexo 68: Carta de control enchape de muebles (1era medición)	149
Anexo 69: Carta de control enchape de muebles (2da medición)	150
Anexo 70: Carta de Control Perforado de muebles (1era medición).....	150
Anexo 71: Carta de Control Perforado de muebles (2da medición).....	151
Anexo 72: Carta de control rebaje de muebles (1era medición)	151
Anexo 73: Carta de control rebaje de muebles (2da medición)	152

Anexo 74: Carta de control armado de muebles (1era medición) 152
Anexo 75: Carta de control armado de muebles (2da medición) 153
Anexo 76: Hoja de trabajo para ventana corredera AL-15 tipo V1..... 154
Anexo 77: Distribución de probabilidad para el costo unitario..... 155
Anexo 78: Distribución de probabilidad para la variación de costos 155
Anexo 79: Distribución de probabilidad para el precio unitario 155
Anexo 80: Distribución de probabilidad para la tasa de disminución de defectos..... 156
Anexo 81: Distribución de probabilidad para la tasa del volumen de ventas 156

GLOSARIO

RR.HH.: Recursos Humanos

ERP: Sistema de planificación de recursos empresariales, del acrónimo en inglés *enterprise resource planning*.

Costo Empresa: corresponde al costo real que paga la empresa por trabajador (para efectos de este documento el costo empresa se descompone en sueldo total imponible más el aporte del empleador a invalidez, cesantía y pago a la asociación de seguridad en caso de accidentes).

Branding: anglicismo aplicado a la mercadotecnia que se enfoca en la marca e imagen de un producto o servicio.

Pecuniario: relacionado con el pago de dinero.

MPD: Costo de materia prima directa

MOF: Costo de mano de obra de fabricación

CI: Costos indirectos de fabricación, considera tanto materia prima indirecta como mano de obra indirecta.

Cashflow: flujo de caja, corresponde a la proyección de los flujos de dinero que permiten determinar la rentabilidad del proyecto.

INTRODUCCIÓN

En el tiempo presente, las empresas buscan la excelencia operacional por diferentes métodos que le permitan diferenciarse de la competencia que cada vez abarca más nichos de mercado y que finalmente, satura el mercado oferente y sobre lo cual, se deben adoptar medidas para la captación de clientes o la fidelización de clientes habituales para mejorar la imagen de la empresa ante sus usuarios.

Para ello, el Ingeniero Civil Industrial por medio de sus conocimientos en materia de logística, gestión de procesos y tecnología, gestión de la organización y gestión de las operaciones, entre otras áreas de ejecución, se encarga de planificar, implementar, medir y controlar, los proyectos propuestos a empresas para alcanzar dichos objetivos en un marco de programación estratégica basado en indicadores que establecen metas a corto, mediano y largo plazo.

En el presente trabajo de investigación se abordan las problemáticas que afectan a Aluminios del Maule y que obstaculizan los objetivos de la empresa en la búsqueda de su excelencia operacional, que van desde el uso ineficiente de la utilización de las capacidades instaladas, hasta los métodos de fabricación que usan los trabajadores para elaborar productos que muchas veces no resultan como productos de alta calidad.

Uno de los objetivos de este informe es identificar y fomentar una circunstancia ideal para la ejecución de este proyecto de titulación y la concordancia con la misión y visión de empresa, junto con el cumplimiento de su plan estratégico para llevar a cabo las actividades de esta empresa. Si bien, tanto la misión como visión de esta empresa se encuentran prácticamente cumplidas al ser de las mejores dentro de la región dentro del rubro metalmecánico, no se debe descartar el hecho de que debe mejorar su gestión en su estructura de costos que comprenda tanto la necesidad de los trabajadores de obtener sueldos acordes a sus esfuerzos y el objetivo de la empresa en este aspecto de mejorar su estructura de costos.

Es por esto que el lineamiento de las tareas específicas de este proyecto de título busca en primera instancia en conocer el comportamiento de los operarios y a que recompensas responden de buena forma, sea tanto de forma pecuniaria como lo es el pago de sueldos y bonos, así como también los premios no pecuniarios, como el otorgar días de descanso, permisos especiales, mejoras en las relaciones entre empleador y empleado, junto con el reconocimiento por las labores que realiza día a día. Para lo anterior, el protocolo de riesgos psicosociales comprende la ejecución de un informe que identifique estos aspectos de recompensa como factores de riesgo ante los cuales los trabajadores prestan mayor importancia, a este documento se le conoce como ISTAS y que está gestionado por las asociaciones de seguridad chilenas en conjunto con los departamentos de prevención de riesgos de cada empresa para confeccionar un reporte completo de esta información y proponer algunas soluciones para mitigar estas necesidades.

Se abordan además diversas temáticas teóricas que hacen referencia al comportamiento de los trabajadores como lo es la motivación laboral por medio de las teorías de Maslow y McGregor que permiten obtener una radiografía de la cultura de la producción de Aluminios del Maule. Estas teorías desarrolladas entre la década de los 60 y 80, identifican aspectos de como los individuos deben desarrollarse tanto intrapersonalmente (suplir sus propias necesidades) e interpersonalmente como el comportamiento y reconocimiento que recibe de sus pares y superiores. Junto con lo anterior se describe un marco legal de negociaciones colectivas, el cual revela los estatutos legales y los procedimientos que estos siguen para la regulación de cada uno de los acuerdos que concilian los operadores y los empleadores, en la búsqueda del mutuo beneficio.

Los análisis exploratorios para la confección de tarifas asociadas a la producción y la elaboración de una propuesta de incentivos o bonificaciones a la calidad, se ocupan herramientas inherentes al manejo y gestión de la calidad total, como lo es el caso de diagramas de Pareto e Ishikawa para la identificación de problemas y causas raíces además de su nivel de impacto que estos poseen.

Una segunda parte recopila información de mediciones *in situ* de la capacidad instalada y la tasa de defectos asociada a los procesos de aluminios y muebles para identificar los procesos cuello de botella y aquellos que se encuentran fuera de control.

Finalmente, se ha aprobado por parte de la empresa, un plan de implementación que será considerada como variación de capital de trabajo, al no tomar como referencia la utilización de maquinaria, terrenos o cualquier adquisición de activos fijos, si no que más bien se trata de la utilización de recursos humanos tanto administrativos de planta como profesionales externos a la empresa, este tiene un costo aproximado de MM\$63 y una duración de 410 días a contar de septiembre del presente año, junto con lo anterior una simulación de riesgo a través del método de Montecarlo recaba análisis estadístico de la rentabilidad del proyecto en curso (74,53%), que revela que la rentabilidad es altamente probable con un nivel de confianza de un 95%.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN SITUACIONAL Y ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

En este capítulo, se le concede al lector un primer acercamiento a la motivación y lineamientos de desarrollo de este proyecto de título, donde se contextualiza la identidad de la empresa, junto con la problemática y los objetivos que se plantean para su resolución.

El lugar donde se desarrolla el presente trabajo de investigación corresponde a la empresa Aluminios del Maule S.A. dedicada al rubro metalmecánico, especializado en la fabricación de terminaciones de construcción para proyectos habitacionales (edificios departamentales, casas unifamiliares, viviendas sociales, entre otros) así como también, oficinas administrativas para empresas.

Tiene, además como servicios complementarios la instalación de cerámicas, pisos flotantes, alfombras y porcelanato, sin embargo, estos no generan un costo de mano de obra de fabricación.

Las dependencias se ubican en calle 6 Norte # 2380 entre 16 y 18 oriente, de la ciudad de Talca (complejo conocido como Parque Industrial). Este sector de la ciudad es un lugar propicio para la instalación que de empresas que realizan una producción en serie, gracias a que existe una cercanía a diferentes vías de acceso logístico de gran importancia, como lo es el caso de la ruta 5 sur, que se encuentra a 500 metros y a 800 metros de una de las salidas principales hacia el centro de la ciudad (calle 2 norte) colindando con la alameda de Talca, considerándose una ventaja competitiva para la organización, la cual puede tener un acceso más expedito con sus proveedores y sus clientes más recurrentes.

Ilustración 1: Logotipo Aluminios del Maule S.A



Fuente: Aluminios del Maule (Página Web)

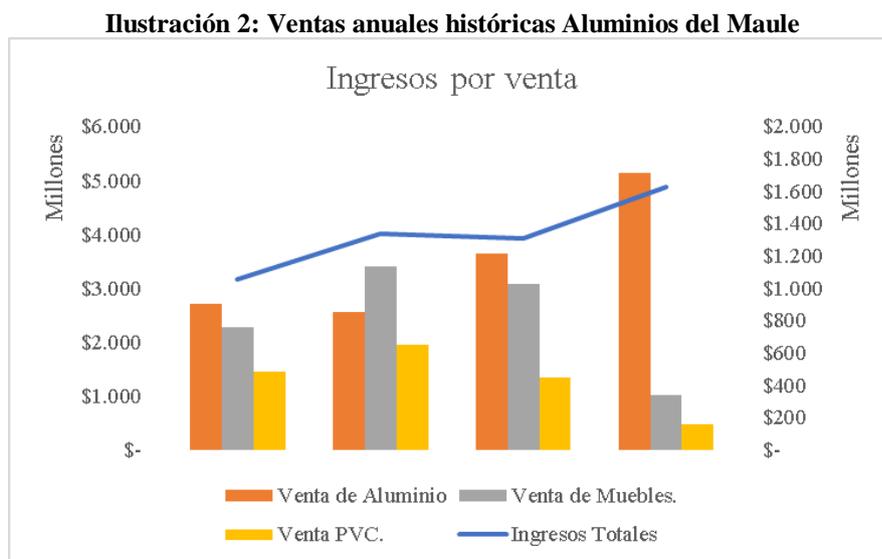
1.1 Descripción del negocio

La empresa Aluminios del Maule se ha desempeñado en el negocio de la fabricación de piezas de aluminio como unidad de negocio principal desde 1986, constituyéndose así, como empresa de responsabilidad limitada, en la cual sus socios solo se restringían en rendir cuentas en base

al capital invertido por cada uno. No fue hasta el año 1989, que su modalidad de consorcio mercantil se transformó en una sociedad anónima.

Su enfoque de mercado está dirigido hacia clientes (empresas) dedicados en al rubro de la construcción, donde existe un convenio con la Constructora Independencia, dedicada a proyectos habitacionales, abarcando un 86% de las ventas, mientras que el resto, se realizan ventas hacia clientes particulares. Sin embargo, es importante destacar que Aluminios del Maule, en función de los avances de los proyectos adjudicados a la empresa constructora, tiene la potestad de incentivar o no, la venta a clientes personales, basado en la no existencia de una cláusula definida que obligue a la empresa a reservar dicha cantidad de producto. Lo anterior se debe a que las gerencias generales de ambas empresas se encuentran vinculadas entre sí, bajo la dirección de don Cesar Leiva, quien es gerente general de ambas organizaciones.

La empresa registra ingresos por ventas anuales de aproximadamente MM\$4.000, de las cuales se descomponen la venta de aluminios, muebles, estructuras de PVC, además de la colocación de alfombras, pisos flotantes, cerámicas y porcelanatos, como parte de la unidad de negocio destinada a servicios. La Ilustración 2 muestra una evolución histórica de las ventas anuales de Aluminios del Maule.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la empresa

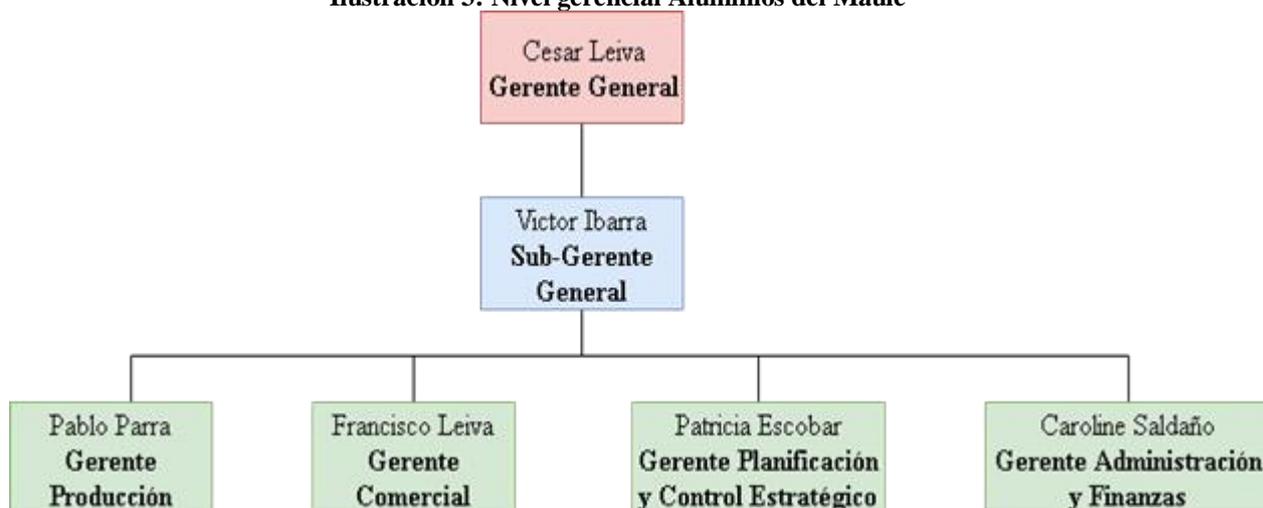
La empresa enfoca su estructura organizacional, en tres unidades de negocio claves y un área de apoyo que maneja la planificación y el control estratégico de la empresa (indicadores de rentabilidad, producción, ventas, satisfacción del cliente, entre otros aspectos). Como niveles superiores de mando, se destacan gerente y subgerente general. Se describen a continuación las unidades de negocio en cuanto a estructura organizacional:

- **Producción:** encargado de la recepción de materias primas, procesos de transformación definidos por centros de trabajo, embalaje y en muchos casos el transporte de los productos hacia su destino final. A nivel gerencial, esta unidad de negocio es comandada por el gerente de producción, encargado de la gestión y coordinación de la línea productiva en su totalidad. En jefatura, existen encargados de las unidades productoras de aluminios, muebles y revestimientos. A nivel operarios, se encuentran los supervisores de línea y bodega, junto con la mano de obra calificada que tiene una nómina de 46 trabajadores a la fecha.
- **Comercial:** encargada de la comercialización del producto, marketing de ventas y servicios de atención al cliente, cuenta con un gerente comercial como primer nivel que tiene a cargo una coordinación comercial compuesta por tres ejecutivos los cuales, realizan la consolidación de ventas de la diferente gama de productos a disposición, cerrando acuerdos con clientes tanto particulares como también llegar a convenios o acuerdos de negociación de ventas con la constructora Independencia.
- **Administración y Finanzas:** encargados de la administración general de la empresa, manejo de los ingresos, costos y gastos contables, balances financieros, estados de resultados consolidados, manejo de los costos empresa por mano de obra calificada, registro de asistencia, reclutamiento y selección del personal, además del manejo legal de la empresa, contratación y pago de sueldos, contribuciones y finiquitos. Esta área tiene a su disposición, al gerente de administración y finanzas, que tiene como subordinación en primer nivel al encargado de los sistemas de información (ERP *Unysoft*), además del jefe de finanzas. En el tercer estrato se encuentran los analistas

contables, jefatura de personal y prevención de riesgos, el encargado de adquisiciones y el jefe de bodega (encargado del manejo de inventario de los productos terminados).

La Ilustración 3 exhibe una esquematización del nivel gerencial de cargos en Aluminios del Maule, donde para más información puede revisar el Anexo 1.

Ilustración 3: Nivel gerencial Aluminios del Maule



Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la empresa

1.2 Problemática.

En este apartado se identifica la problemática que motiva a Aluminios del Maule, invertir recursos en el estudio exploratorio del comportamiento de las remuneraciones, y como este estudio finalmente, sirve de base para realizar una propuesta que satisfaga tanto las necesidades de los trabajadores, como los intereses de la gerencia, qué en este caso, corresponde a la disminución de sus costos de fabricación.

1.2.1 Diagnostico preliminar.

Durante las primeras reuniones acordadas con el subgerente general y la gerente de planificación y control estratégico en conjunto, se han abordado las problemáticas con el pago de la componente variable de los sueldos del personal, que desempeña sus labores en el área de producción.

Según los testimonios entregados, los costos de mano de obra de fabricación representan una problemática que para la gerencia es necesario que sea abordado con urgencia, debido a que este representa cerca de un 20% en promedio con respecto a los ingresos totales de las unidades de negocio pertenecientes al proceso productivo.

De lo anterior, se sospecha que la causa raíz puede deberse a un uso ineficiente de la capacidad instalada que, al no cubrir la producción mínima para satisfacer la demanda de los clientes durante las jornadas normales de trabajo, se incurre en el pago de bono a tratos, correspondiente al pago de una tarifa de producción en horas extra.

Si bien todos los trabajadores reciben la totalidad del pago de su sueldo base, estos son categorizados según su experiencia y habilidades dentro de su puesto de trabajo al momento de recibir el sueldo variable. En primera instancia están los maestros, que reciben el 100% de las bonificaciones de producción, pagos a tratos y otros bonos asociados, mientras que ayudantes y aprendices reciben un 50% y un 25% de los bonos respectivamente.

A lo anterior se le suma que, existe una gran cantidad de ventanas y muebles en devolución por parte de los clientes, los cuales reclaman que no cumplen con los estándares de calidad identificando al momento de su fabricación, imposibilitando su instalación. Por otra parte, otra de las causas que se suma al problema del alto costo de fabricación es que no existe un control de mermas dentro de la línea productiva, que permita tanto identificar la cantidad de productos defectuosos al final del proceso como también el estudio de cada centro de trabajo donde potencialmente pueden existir falencias, donde se sospecha que existe una mala praxis por parte de los trabajadores.

La Tabla 1 muestra un resumen del pago de remuneraciones a operarios por concepto de remuneraciones fijas, bonificaciones menores pagadas tanto mensualmente como las pagadas en fechas específicas (aguinaldos), aportes del empleador a seguridad, invalidez y cesantía, y remuneraciones variables tanto asociadas a la productividad, como el pago de bonos de producción y tratos, como también el beneficio de semana corrida, basada en la compensación de los jornales por días domingos y festivos, por el hecho de trabajar bajo los

estatutos de un contrato que contempla la remuneración de sueldo fijo más comisiones por fabricación. Cabe destacar además que esta tabla se puede apreciar de forma comparativa las remuneraciones recibidas por maestros, ayudantes y aprendices en un año laboral.

Tabla 1: Resumen pago de remuneraciones a operarios (promedio de ingresos anuales)

Concepto	Maestro	Ayudante	Aprendiz
Sueldo Base	\$3.449.519	\$2.350.970	\$1.877.807
Gratificaciones	\$905.536	\$852.353	\$626.255
Horas Extra	\$23.772	\$15.445	\$20.125
Horas Inasistencia	\$-14.013	\$-16.581	\$-14.293
Compensación del día	\$3.757	\$3.751	\$2.300
Bono de producción	\$935.976	\$970.672	\$127.426
Tratos	\$1.004.981	\$1.254.404	\$451.613
Beneficio semana corrida	\$565.105	\$645.637	\$165.360
Bono de antigüedad	\$17.074	\$0	\$0
Otros bonos	\$40.080	\$0	\$87.836
Bono Asistencia	\$73.052	\$49.278	\$16.550
Reembolso de vacaciones	\$152.510	\$133.986	\$7.460
Bono de negociación colectiva	\$166.362	\$188.367	\$45.850
Aguinaldos	\$5.371	\$4.178	\$25.010
Bono de bodega (negociación colectiva)	\$2.976	\$0	\$7.625
Total de haberes imponibles	\$7.332.059	\$6.452.459	\$3.446.924
Total de haberes no imponibles	\$49.929	\$75.106	\$7.000
Seguridad	\$242.691	\$213.577	\$114.094
Cesantía	\$168.072	\$156.966	\$85.620
Invalidez	\$110.780	\$100.071	\$50.924
Costo Empresa	\$15.235.590	\$13.450.637	\$7.151.485

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa (año 2018)

1.2.2 Planteamiento del problema

En términos pragmáticos, un incentivo a la producción dentro de los horarios de trabajo que junto con ello considere la elaboración de un producto de calidad, es de suma importancia para conseguir una alta rentabilidad por parte de estas unidades de negocio, además de la satisfacción del cliente final.

Sin embargo, la empresa incurre en pérdidas importantes relacionadas con el pago de compensaciones de la mano de obra calificada donde, además dada una dotación considerable de trabajadores, estos tienen la potestad de formar sindicatos laborales y realizar negociaciones colectivas. Este tipo de acuerdos por ley y dispuesto en los artículos 333 y 369 del Código del Trabajo (referente a las negociaciones colectivas), la empresa está imposibilitada de modificar los acuerdos de pacto por decisión parcializada si no, que en caso de no llegar a un acuerdo por ambas partes (empresa y sindicato), el contrato colectivo anterior debe extender su vigencia por un periodo más.

En este sentido, la negociación colectiva contemplada los ítems de bonificación de producción, el pago a ratos y bonos que no están en función de la fabricación (llámese bono por asistencia, indemnizaciones por mutuo acuerdo, bonos por excelencia académica, aguinaldos, entre otros), lo que dificulta el replanteamiento de un nuevo sistema tarifario que resultase motivador al confeccionar productos de calidad y fomentar la disciplina laboral dentro de los puestos de trabajo pertinentes.

1.3 Objetivo general

Diseñar y proponer un nuevo sistema de remuneraciones que permita la disminución de los costos de la mano de obra de fabricación y fomente la elaboración de productos de calidad.

1.4 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del problema: determinar la cultura de los operarios y a que estímulos de recompensa responden.
- Determinar los lineamientos de una nueva política de remuneraciones basadas en datos empíricos, capacidad instalada y estándares de calidad exigidos.
- Diseñar un sistema tarifario que tome en consideración el incentivo a desarrollar productos conformes para el cliente, en cuanto a la cantidad demandada y la calidad de dichos elementos.

- Evaluar el impacto económico de la incorporación del nuevo sistema tarifario al pago de remuneraciones.

1.5 Resultados tangibles esperados.

Se espera entregar una propuesta de sistema tarifario que incentive la mejora de la calidad de los productos con la finalidad de obtener una mayor rentabilidad en una unidad de negocio de aluminios, junto con promover la responsabilidad laboral por medio de la asistencia periódica y a tiempo, cambio del concepto de pertenencia y tener claridad de que la línea funciona como un conjunto donde los resultados afecta a todos los miembros del equipo de trabajo. En ello se tiene expectativas de reducir el costo empresa que se percibe por trabajador y optimar los índices de satisfacción al cliente.

Junto con ello se entregará un procedimiento documentado que permita realizar un control adecuado de los procesos con el fin de evitar cruces de información no verídicos entre el personal de producción y control de calidad, conocidos también como pautas de fabricación. Con esto se espera tener una inspección fidedigna de la terminación de los productos, evitando desechos indeseables y tiempos de ciclo prolongados junto con la responsabilidad de que la misma línea este comprometida con el control de calidad.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo se presenta el modo en el cual se aborda la problemática planteada, mencionando los elementos teóricos y técnicos a utilizar (teorías de motivación, acercamientos a la administración de operaciones y simulación de procesos, marco de legalidad y tendencias en los sistemas de compensaciones), junto con la metodología de solución definida por etapas.

2.1 Motivación

El motor de un individuo para la subsistencia dentro de la sociedad desde inicios de la época de las cavernas ha sido siempre su afán de superación, con el fin de mejorar su situación actual de forma constante y progresiva. Bajo este concepto, surge la temática de la motivación como impulsor de la sociedad y, por ende, de los objetivos y metas que posee cada empresa que son evaluados al final del periodo financiero.

Existen diferentes teorías que rescatan la temática de la motivación como un conjunto de métodos que permiten satisfacer las necesidades humanas desde su forma más básica hasta la más elevada o compleja.

2.1.1 La pirámide de las necesidades de *Maslow*

Abraham Maslow postula que la motivación surge de la satisfacción de diferentes tipos de necesidades clasificadas en estratos dentro de una pirámide, la cual esquematiza el comportamiento humano desde el punto de vista de sus ambiciones y metas personales. Conforme suceda la satisfacción de las necesidades más básicas, son desarrolladas otras que cambian el comportamiento de los sujetos, sin embargo, esto no asegura que pudiesen surgir deseos más elevados por sobre los básicos, ya que, si se toma como ejemplo, una persona que tenga dificultades al momento de generar ingresos o recursos, y no por ello carecerá de la pretensión de pertenecer a un colectivo que está estratificada en una escala superior. Junto con ello, los ciclos de motivación de necesidades más básicas requieren de periodos más cortos que las elevadas, es decir, si una persona tiene una necesidad de autorrealización, esta requiere de un lapso temporal más largo que cubrir cualquiera de las necesidades básicas situadas en la base de la pirámide.

Los estratos jerárquicos se definen en 5 categorías ordenadas desde la necesidad más básica (base de la pirámide) hasta la más elevada (cúspide de la pirámide), estas son de tipo: fisiológicas, de seguridad, de amor y pertenencia junto con la estima, definidas como necesidades “deficitarias”, vale decir, hacen alusión a una carencia propiamente tal del

individuo que requiere ser completada, mientras que la autorrealización categorizada como “desarrollo del ser” tiene referencia en las obligaciones del individuo (Koltko, 2006).

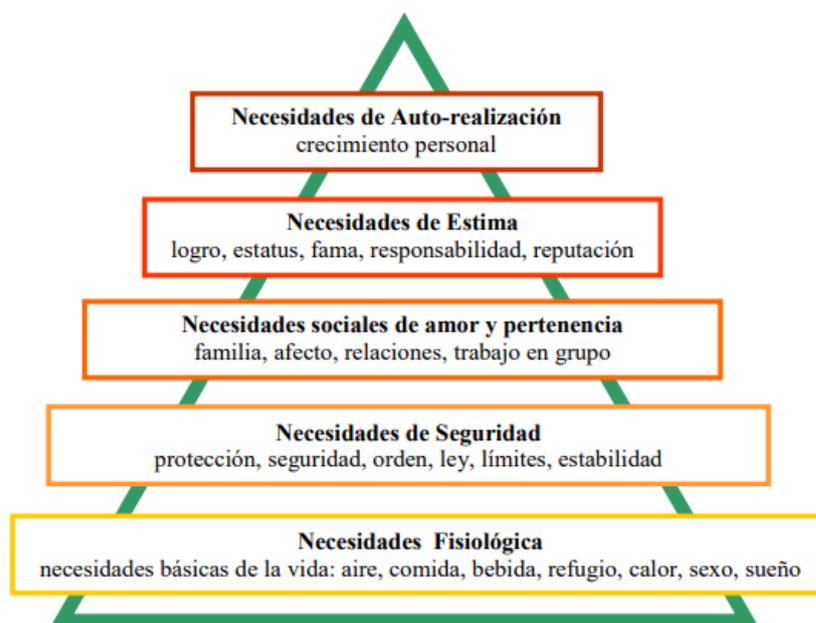
Una breve descripción de cada uno de estos estratos permite caracterizar los diferentes tipos de necesidades que surgen a partir del deseo personal. Estos son:

- **Necesidades fisiológicas:** tienen su origen en la naturaleza biológica del hombre y corresponden a las necesidades de primer nivel que aseguran la supervivencia de la especie humana. Ejemplos de estas necesidades son: comer, beber, dormir, las relaciones sexuales, refugio.
- **Necesidades de seguridad:** están orientadas a la seguridad individual, el orden, la estabilidad y la protección. Necesidades como estas se encuentran: la solvencia económica, adquisición de un puesto de trabajo, protección de la integridad física, posesión de ingresos y recursos, acceso a salud y resguardo contra el crimen de la propiedad personal.
- **Necesidades de amor, afecto y pertenencia:** radica en el deseo de pertenecer o afiliarse a uno o más grupos sociales, atención emocional como el amor, afecto o comprensión del individuo. Algunos ejemplos de esto son: pertenecer a grupos eclesiásticos o cualquier club social (llámese talleres de algún tipo, clubes de esparcimiento como *Rotary Club*, etc.), la concepción de una familia estable. Esto lo hace con el fin de evitar los sentimientos de soledad y alinearse con el estereotipo social moderno.
- **Necesidades de estima:** se emplazan en la autoestima de la persona, en la forma de que reconozcan sus méritos, logros, cumplimiento de sus metas, el reconocimiento público de la persona, la imagen del individuo y el respeto que impone sobre sus pares. Este estrato a su vez se divide en dos tipos de necesidades de estima: una inferior que corresponde al reconocimiento, la fama, el estatus, atención, reputación y dignidad, y otra superior que engloba necesidades de respeto a sí mismo, incluyendo sentimientos de confianza, competencia, maestría, logro, independencia y libertad.
- **Necesidades de autorrealización:** representa la cúspide de las necesidades del individuo que apuntan a la realización personal o el cumplimiento de su propósito, es

decir, es la satisfacción personal de alcanzar su potencial máximo en lo que se desempeña o en su talento innato del ser, lo que a modo de ejemplo sería que un compositor debe hacer música, un artista debe pintar y un poeta, escribir.

En la Ilustración 4 se esquematiza esta pirámide y los niveles estratificados de necesidad del individuo.

Ilustración 4: Pirámide de las necesidades de Maslow



Fuente: Adaptado de Maslow's Hierarchy of Needs (A. Chapman, 2007)

2.1.2 Teoría X e Y de McGregor.

Douglas McGregor (1906-1964) fue un reconocido psicólogo, economista y profesor universitario del instituto técnico de *Massachusetts*. Propuso una teoría de motivación humana basada en dos tipos de perfiles del trabajador, una pesimista (Teoría X) y una optimista (Teoría Y), en la cual la primera postula un perfil de dominación de la empresa por sobre el individuo pues este lo considera insuficiente para realizar labores por sí mismo y una capacidad mínima o nula de pro-actividad, en contraposición de la segunda que reivindica esta imagen que se tiene del individuo, haciéndolo merecedor de un pensamiento crítico, es entusiasta y diligente, por lo

que no requiere de un Control Por parte de la empresa ni esfuerzos por mejorar su conducta que ya de por sí, es deseable dentro de una empresa.

La teoría X basa sus metodologías de acción en estos postulados básicos que forman una concepción del individuo como parte de la organización, en la cual se muestra como un ser irascible o perezoso por naturaleza, a los cuales no les agrada su profesión y necesita una supervisión periódica:

- El directivo es el responsable del funcionamiento y la coordinación de los elementos que componen la labor productiva: recursos (dinero, materiales, personal, maquinaria y equipos) en pro de fines económicos.
- La organización insta a modificar las conductas indeseables de los individuos, vigilar sus movimientos, y moldear su comportamiento en base a las necesidades de la empresa.
- Si la organización no interviene de forma activa sobre el actuar de los individuos, estos tienden a comportarse de forma displicente e incluso resistente ante la imposición de conseguir los objetivos que pretende alcanzar la empresa, por lo que estos, como forma de persuasión, deben ser recompensados, castigados, amonestados y controlados en detrimento de su capacidad de actuar con aplomo y autosuficiencia.

Además de los puntos descritos anteriormente, existen creencias subyacentes sobre el comportamiento del trabajador que si bien, son menos explícitas, son extendidas:

- El hombre común es indolente e incapaz de trabajar por iniciativa propia.
- Carece de responsabilidades y prefiere que se le ordene.
- Es aprovechado e impasible ante las necesidades de la empresa.

Esta teoría es la más común y la más adoptada por las empresas de manufactura, ya que estas se rigen por procedimientos estandarizados que deben asegurar la calidad del producto, un nivel óptimo de producción, entre otras facultades que las organizaciones priman para tener un Control Cada vez más arraigado y potente.

Por otra parte, existe una contrapropuesta que reivindica la imagen del individuo y lo hace más participe de las decisiones que se toman en conjunto con la empresa, además de categorizarlo como un trabajador que se comporta de forma ideal, y que por lo tanto no requiere de una supervisión por parte de la organización, conocida como teoría Y, que se basa en los siguientes postulados:

- La organización sigue siendo responsable del funcionamiento y coordinación de los elementos que componen la labor productiva: llámese todo tipo de recursos utilizados.
- Las personas no son por naturaleza pasivas o resistentes a los cambios que comúnmente realizan las empresas en sus políticas, sino que, gracias a su experiencia han obtenido como resultado un nivel de moldeamiento de sus costumbres y pro-actividad.
- Son perfectamente capaces de asumir responsabilidades, tienen una conducta optimista con respecto a los objetivos que dicta la empresa, por lo que no necesitan un control exhaustivo y paulatino por parte de un supervisor, es más, el objetivo de la organización es justamente impulsar el reconocimiento y desarrollo este tipo de comportamientos deseables.
- La tarea esencial de la empresa en este sentido es facilitar a los operarios las herramientas y condiciones necesarias para conseguir los objetivos deseados por la organización de tal forma que las personas puedan conseguir sus propios objetivos que, por convención, está ligado al objetivo organizacional.

Esta teoría se basa en la creación de oportunidades, explotar las capacidades intrínsecas del individuo, fomentar el desarrollo y las directrices propias del trabajador, lo que se le llama una “dirección por objetivos o metas”, en contraposición de una “dirección mediante el control”. Esta metodología, a pesar de ser algo ortodoxa en la práctica, las empresas optan por generar cambios en su estructura de recompensa que permitan asemejar el comportamiento de los trabajadores al modelo Y, en contraposición de resoluciones estrictas y castigos impuestos por las organizaciones hacia los obreros que no cumplen sus labores a cabalidad, planteada muchas veces como solución al comportamiento de los trabajadores descrito en el modelo X.

A modo de resumen, la Tabla 2 muestra una comparación de ambos postulados.

Tabla 2: Cuadro comparativo teoría X e Y

Supuestos	
Teoría X	Teoría Y
1. Trabajan lo menos posible.	1. Consideran al trabajo como juego.
2. Carecen de ambición.	2. Son autosuficientes en sus ambiciones.
3. Evitan responsabilidades.	3. Buscan responsabilidad.
4. Prefieren que las manden.	4. Tienen imaginación y creatividad.
5. Se resisten a los cambios.	5. Motivados y perfeccionistas.
6. Son crédulas y están mal informadas.	6. Se identifican con la empresa y se informan al respecto.
7. Haría muy poco por la empresa si no fuera por la dirección.	7. Asumen las metas de la empresa y son reconocidos.

Fuente: Adaptado de El lado humano de las organizaciones (McGregor, 1960)

2.2 Control estadístico de procesos.

Una manera de controlar los procesos industriales modernos parte de la base del uso de una metodología estadística y de herramientas que generan reportes integrados sobre la medición, supervisión, control y mejora de la calidad. La finalidad de mantener un control estadístico de los procesos tiene que ver con un manejo de la calidad eficiente el cual, a través de muestras aleatorias tomadas en un tiempo determinado, permiten observar el comportamiento de la producción establecido dentro de límites de control. Estos controles estadísticos son capaces de medir y obtener información relevante de los procesos en cuanto a volumen de producción, tiempo de producción, tasa de defectos u otros elementos inherentes (control de temperatura, presión, flujo, etc.).

Existen diferentes representaciones visuales conocidas como Gráficas de Control o Cartas de Control que plasman estos resultados que se obtuvieron a través de las mediciones aleatorias y sobre el cual se obtienen parámetros promedio o rangos de resultados.

Para efectos de este documento se ahonda en el conocimiento literario sobre las cartas de control por atributos, que permite determinar proporciones adimensionales (como lo es un

atributo defectuoso de un producto) de diferente tipo, siendo las metodologías más utilizadas en la disminución de desperdicios y detección de fallas sistemáticas.

2.2.1 Carta de Control P

La Carta de Control P, conocida también como carta de fracción defectuosa o no concordante, constituye una herramienta por atributos que diferencia los productos dentro de una línea, a través de una muestra aleatoria (que puede ser fija o variable), determina la proporción o tasa de defectos por periodo determinado, y estos son agrupados en una medición global. La finalidad del uso de una Carta de Control P, supone realizar una inspección simplificada y económica de la operación.

Como parte de la elaboración de este tipo de gráficas, se procede en primera instancia a la recopilación de muestras aleatorias en grupos definidos por intervalos de tiempo determinados. Estos intervalos pueden ser definidos como horas, días o semanas, sin embargo, si este rango de tiempo es cada vez más corto, el tiempo de respuesta o retroalimentación del modelo será cada vez más eficiente. Se sugiere además, que las muestras (n) tomadas deben tener como mínimo 30 datos (o que al menos sea lo suficientemente grande para detectar al menos un artículo defectuoso) y que el número de subgrupos (k) sea a lo menos de 25, partiendo del supuesto de que las proporciones de defectos tienden a una distribución binomial.

Posteriormente se procede a calcular la proporción defectuosa de cada subgrupo por medio de la siguiente fórmula:

$$p_i = \frac{D_i}{n}$$

Donde p_i es la proporción defectuosa del subgrupo i , D_i es la cantidad de defectos dentro del subgrupo y n es el tamaño de la muestra constante. Para construir los límites de control de la gráfica, se calcula la proporción defectuosa promedio \bar{p} a partir de la siguiente fórmula:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k D_i}{n \cdot k}$$

Donde \bar{p} corresponde a la proporción defectuosa promedio, D_i a la cantidad de defectos por subgrupo, k la cantidad de subgrupos y n el tamaño de muestra constante.

Obtenido esto se obtienen los límites de control de la gráfica:

$$LSC = \bar{p} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{n}}$$

$$LC = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{n}}$$

Siendo LSC el límite de control superior, LC el límite central y LIC el límite inferior de control. Es posible además que el LIC tome un valor negativo, pero para efectos de concordancia, no es posible que exista una proporción negativa de defectos, para lo cual su valor en este caso se reemplaza por un 0.

Existen variadas herramientas que son utilizadas para la confección de graficas de control, donde comúnmente *Microsoft Excel* es el programa por excelencia, sin embargo, otros *softwares* estadísticos realizan este tipo de operaciones al importar una base de datos, tales son los casos de *RStudio*®, *Minitab*®, *SPSS*®, entre otros.

En la Ilustración 5 se muestra un ejemplo de Gráfica de Control P donde cada punto corresponde a la tasa de defectos por subgrupo. Se observa además la tendencia existente de estos puntos durante el experimento. Esto permite verificar puntos críticos dentro de la línea o los que escapan de los límites de control, lo que posibilita un análisis sobre las causas que ocasionan dichas anomalías (las causas más comunes son los cambios de turno, error de mediciones, fallas humanas o fallas de la maquinaria).

Ilustración 5: Ejemplo de Carta de Control P



Fuente: elaboración propia

2.2.2 Carta de Control P con n variable

Al igual que la anterior metodología se aplica el mismo procedimiento para obtener la gráfica de control, salvo que el tamaño de cada subgrupo es variable y es denotado como n_i . Para este caso el cálculo de los límites de control plasmados en la gráfica, se usa la medida de tendencia central (promedio) para el tamaño de los subgrupos denotado como \bar{n} , esto con el fin de simplificar la configuración de la carta.

Por lo tanto, las ecuaciones se realizan de la siguiente manera:

$$p_i = \frac{D_i}{n_i}$$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k D_i}{\bar{n} \cdot k}$$

$$LSC = \bar{p} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$LC = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

De lo anterior se desprende una carta de control similar a la exhibida en la Ilustración 5, con la misma salvedad de que si existe un LIC negativo, este es reemplazado por un 0.

2.2.3 Carta de Control NP

A partir de lo anterior se desprende el uso de las Cartas de Control NP para el uso de valores enteros para observar la cantidad de productos defectuosos a partir de una muestra constante.

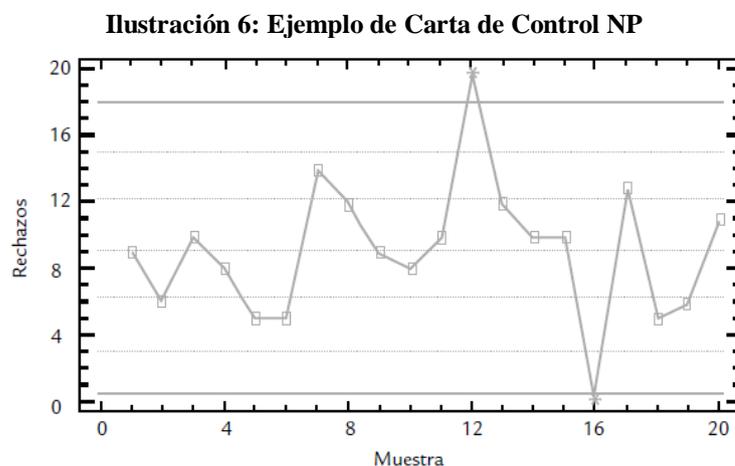
Las Cartas de Control NP representan una alternativa de manejo de datos estadísticos, que de igual forma estos pudiesen ser trabajados como cartas p ya que ocupan las mismas fórmulas para calcular tasas de defectos por subgrupo y promedio, difiriendo en el cálculo de límites de control.

$$LSC = n\bar{p} + 3 \cdot \sqrt{n\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}$$

$$LC = n\bar{p}$$

$$LIC = n\bar{p} - 3 \cdot \sqrt{n\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}$$

La Ilustración 6 ejemplifica una gráfica de Control NP donde la diferencia radica en que se controla la cantidad de defectos en lugar de la proporción de estos. Para este tipo de cartas rigen los mismos criterios que las cartas P.



Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigma (Gutiérrez; de la Vara, 2004)

2.2.4 Carta de Control C

Las Cartas de Control C son utilizadas para controlar una cantidad de defectos individuales por cada subgrupo, lo que permite ampliar el análisis no solo al atributo de defectuoso o no defectuoso, si no que considera todos los tipos de defecto que pudiesen existir en un proceso (como fallas en las dimensiones, pintura, etc.) y son calculados dentro de un total de defectos sobre el total de subgrupos, conocido como \bar{c} , el cual se asume que sigue una distribución de probabilidad Poisson, se calcula de la siguiente manera:

$$\mu_{c_i} = \bar{c} = \frac{\text{total de defectos}}{\text{total de subgrupos}} = \sigma_{c_i}$$

Luego el cálculo de los límites de control Para este tipo de cartas se calcula de la siguiente manera:

$$LSC = \bar{c} + 3 \cdot \sqrt{\bar{c}}$$

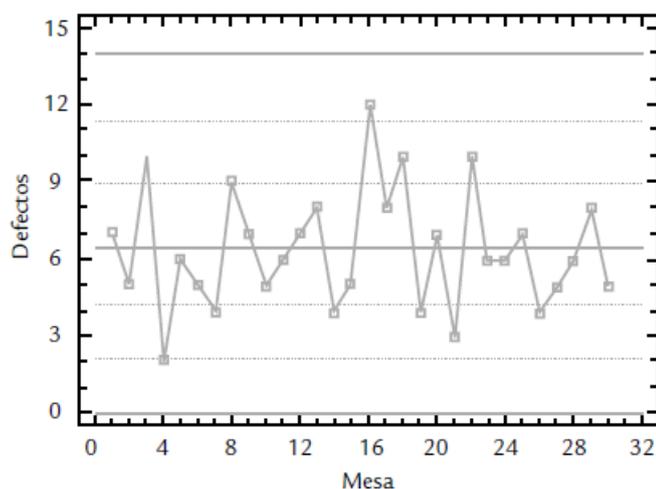
$$LC = \bar{c}$$

$$LIC = \bar{c} - 3 \cdot \sqrt{\bar{c}}$$

En la Ilustración 7 se muestra una ejemplificación de una Carta de Control C para un proceso de lacado de una fábrica de muebles. Todos los defectos son registrados con el fin de conocer y mejorar el proceso. Este tipo de cartas suelen ser útiles para la estandarización de procesos en fase de prueba, puesto que analiza múltiples tipos de defectos y que, aunque estos existan, se consideran como defectos menores y no repercuten en el rechazo del producto final.

Existe la salvedad de que este tipo de cartas, el tamaño del subgrupo debe ser constante y que por lo general se considera un promedio de defectos superior a 9, de lo contrario, el análisis de la carta no será efectivo.

Ilustración 7: Ejemplo de Carta de Control C



Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigma (Gutiérrez; de la Vara, 2004)

2.2.5 Carta de Control U

La carta de Control U tiene como característica u objetivo principal la medición de un parámetro \bar{u} que se traduce en la cantidad promedio de defectos que existen por artículo o unidad de referencia y que, a diferencia de las Cartas de Control C, el tamaño de la muestra puede ser variable.

$$\mu_i = \frac{c_i}{n_i} \quad \mu_{u_i} = \bar{u} = \frac{\text{total de defectos}}{\text{total de artículos inspeccionados}} \quad \sigma_{u_i} = \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

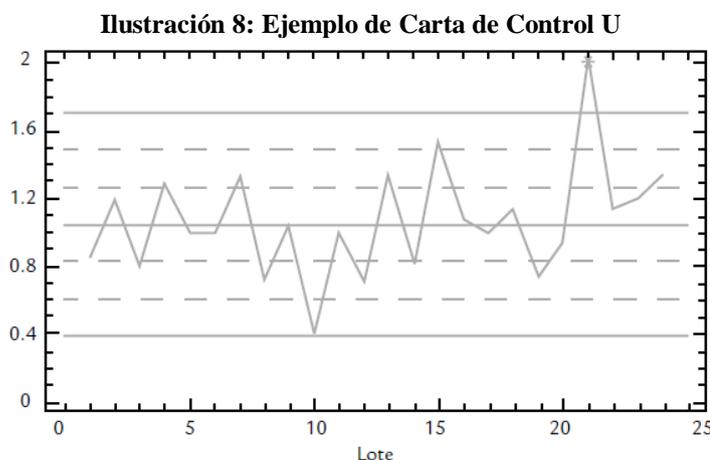
Luego los cálculos de límites de control son:

$$LSC = \bar{u} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LC = \bar{u}$$

$$LIC = \bar{u} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

La Ilustración 8 presenta la Carta de Control tipo U para el proceso de fabricación de piezas electrónicas, donde también existe la excepción de que, si los tamaños de muestras no son necesariamente constantes, se usa un tamaño promedio de subgrupo \bar{n} .



Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigma (Gutiérrez; de la Vara, 2004)

2.3 Herramientas Six-Sigma

La metodología Six-Sigma o Seis Sigma son un conjunto de herramientas que apuntan a la excelencia operacional y la persecución de una meta de calidad común para los procesos que una organización estimase convenientes.

Para que un proceso opte a una calidad Seis Sigma, se requiere un diseño de la línea productiva tal que la cantidad de defectos a largo plazo sea de 0,002 partes por millón, es decir, que la cantidad de defectos tenga una variación mínima, casi despreciable.

Diferentes herramientas son utilizadas como fase preliminar y que para efectos de este proyecto serán fundamentales para diagnosticar y determinar el problema de fondo que existe tanto en el manejo de la calidad en la línea productiva y que esto sea plasmado como una mejora al ambiente de trabajo, haciendo propicia la implementación de un sistema de remuneraciones basado en la competencia productiva (confección de productos de calidad y a tiempo).

2.3.1 *Brainstorming*

Es en primera instancia una herramienta que permite detectar ideas aleatorias por parte de un equipo de trabajo, ya sea gerencia o directamente relacionada con el área de operaciones de una empresa. A través de instrumentos de encuesta o reuniones de trabajo, cada miembro del equipo discute ideas sobre una o varias problemáticas que afectan a la organización, con el fin de identificar causas raíz y ser agrupadas posteriormente como tópicos elementales.

Esta clase de herramientas sinérgicas ayuda a las corporaciones a detectar posibles vías de solución a aquellos problemas donde la respuesta resulta ser compleja y en muchos casos se encuentran otros caminos de acción hacia causas subyacentes.

Para que ello se lleve a cabo, deben existir ciertas reglas que permitan un mejor funcionamiento de este ejercicio:

- **Suspender el juicio:** es necesario que no existan críticas entre los miembros del equipo de trabajo, por lo que es necesario establecer este consenso para que las ideas fluyan libremente, evitando aseveraciones destructivas y posponiendo los análisis para procesos siguientes.
- **Pensar libremente:** las personas deben tener una mentalidad abierta a la creatividad y tener libertad para expresarse, aunque se trate de una idea disparatada e imposible de llevarse a cabo que, con la debida interpretación y posterior corrección, se transforma en una vía de solución accesible.
- **Una gran cantidad de ideas:** la cantidad de las ideas es importante y para esto es crucial que todos los miembros del equipo de trabajo participen en el ejercicio, ya que las ideas que ve una persona no son las mismas que ve otra, lo que una visión en conjunto entrega una perspectiva más globalizada de la situación. En algunas sesiones se fija un objetivo sobre la cantidad de ideas que debiesen estar plasmadas al finalizar una reunión, del orden de 50 a 100.

- **El efecto multiplicador:** los participantes pueden sugerir mejoras o cambios a las ideas mencionadas por sus compañeros de trabajo, este aspecto fortalece la participación y la confianza de los miembros del equipo de trabajo para solucionar los problemas de una organización y también fomenta una mejor relación entre los pares.

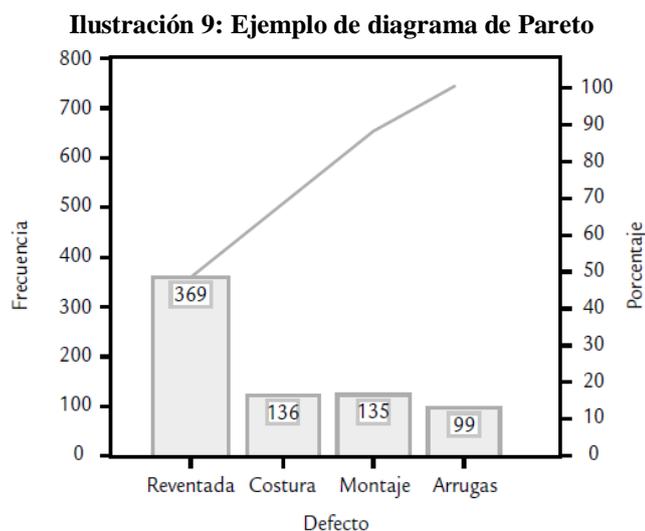
Ahora bien, una reunión de lluvia de ideas consta actividades que garantizan el orden y secuenciación del ejercicio:

- Escoger un secretario que realice un registro detallado de lo que se plantea en la reunión.
- Un moderador que organice el caos que genera por la cantidad de ideas que son mencionadas, los miembros deben respetar un turno para dirigir la palabra y siempre con el debido respeto a sus pares.
- Mantener un ambiente relajado y alegre para que estas ideas puedan fluir de mejor forma.
- Limitar la sesión a un tiempo máximo de 15 a 30 minutos.
- Realizar copias de las ideas más relevantes rescatadas de la sesión
- Añadir y evaluar ideas dentro de reuniones sucesivas, las cuales no debiesen ser realizadas el mismo día.

2.3.2 Diagrama de Pareto

Esta metodología se basa en la premisa de que el 80% de los resultados es ocasionado por causas comunes, vale decir, son causas que constantemente son registradas en los procesos. Para ello, el diagrama de Pareto es un gráfico especial de barras y líneas que tiene como campo de estudio son los datos explícitos teniendo como rol fundamental la identificación de problemas vitales, así como también sus principales causas. Con ello se establece un plan de prioridades para tomar un curso de acción pertinente para un problema. En la Ilustración 9 se aprecia un ejemplo de diagrama de Pareto para una línea productiva de botas, donde las frecuencias se identifican como barras y el porcentaje o proporción del total como una curva.

Cabe destacar que las frecuencias deben estar ordenadas de mayor a menor, para una mejor confección del gráfico.



Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigma (Gutiérrez; de la Vara, 2004)

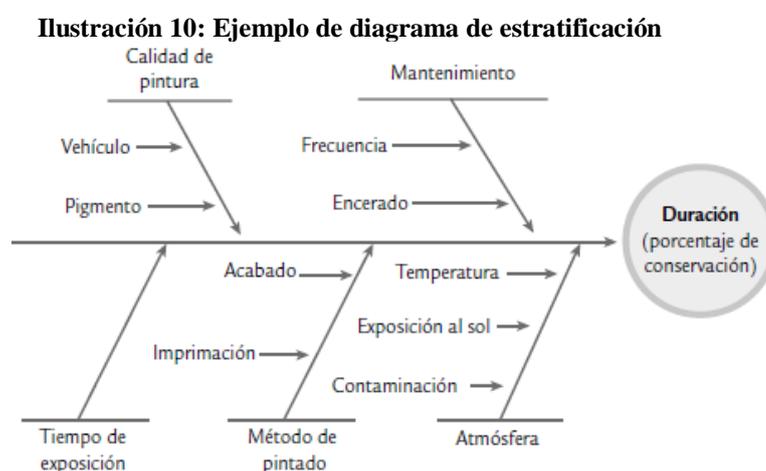
2.3.3 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causa efecto es utilizado como una esquematización de las causas raíces de un problema. A través de esta metodología, se fuerza a realizar una búsqueda de las razones que ocasionan un contratiempo evitando atacarlo directamente, sino que, al investigar los verdaderos obstáculos subyacentes se elabora un plan de acción que permita controlar y erradicar el problema de raíz.

Existen numerosos tipos de diagrama causa efecto, pero para efectos de esta investigación, se describe el diagrama de estratificación o enumeración de causas.

- **Diagrama de estratificación o enumeración de causas:** el diagrama de enumeración de causas es un producto de la lluvia de ideas que se lleva a cabo en las diferentes reuniones, donde se exponen, analizan y depuran las opiniones vertidas. Para poder atacar causas reales y no consecuencias, es importante realizar un ejercicio iterativo de 5 porque, a fin de profundizar en la búsqueda de los orígenes de la problemática. La

construcción de este tipo de esquemas parte con un análisis previo, para que el abanico de ideas sea cada vez más reducido y enfoca los esfuerzos hacia las raíces más trascendentales y que se repiten con mayor frecuencia. Las ventajas de ocupar este tipo de diagramas es que las causas potenciales son agrupadas, permitiendo enfocar los esfuerzos en el análisis del problema en si, además de su baja complejidad, sin embargo, los inconvenientes que tiene es que los enfoques generalizados suelen distorsionar la investigación de la problemática y se requiere un conocimiento suficiente del proceso. La Ilustración 10 muestra un ejemplo de diagrama de estratificación.



Fuente: *Control estadístico de la calidad y seis sigma* (Gutiérrez; de la Vara, 2004)

2.4 Informe ISTAS

El informe o protocolo de vigilancia de riesgos psicosociales, mejor conocido como encuesta ISTAS, es un instrumento de encuesta aplicado que mide el grado de satisfacción de los trabajadores con respecto a las condiciones laborales sobre la cual estos operan.

Este instrumento, es aplicado por la asociación de seguridad al cual está afiliada una empresa y permite conocer *in situ* las opiniones de la fuerza laboral con respecto a los factores de riesgo percibidos por cada trabajador:

- **Exigencias psicológicas:** considera la cantidad o volumen de trabajo del trabajador y el tiempo que este dispone al realizarlo (variable cuantitativa), el manejo de diversos conocimientos y control de muchas dimensiones a la vez (variable cognitiva), la percepción del desgaste emocional como consecuencia de situaciones laborales (variable emocional), emociones u opiniones negativas que el trabajador esconde a sus pares (variable de percepción al peligro o esconder emociones), y exigencias sensoriales en relación a los sentidos (variable sensorial).
- **Trabajo activo:** involucra la autonomía respecto al contenido y las condiciones de trabajo en cuanto al orden, método, cantidad, etc. (variable de influencia), control sobre los tiempos de trabajo y para abandonar el mismo, en caso de ser necesario (variable de control temporal), percepción del trabajo como fuente de conocimiento y desarrollo de sus habilidades (variable de desarrollo), la consideración del trabajo como algo más allá de un instrumento (variable de sentido) y la implicación de cada persona con la empresa (variable de integración).
- **Apoyo social y calidad de liderazgo:** abarca la percepción de los trabajadores con respecto a la definición de su puesto de trabajo como claridad de su rol, sus funciones y tareas, la existencia de contradicciones que se presentan en el trabajo y de los conflictos de carácter profesional o ético (conflicto de rol), calidad de dirección para asegurar el crecimiento personal, motivación y bienestar de los trabajadores (calidad de liderazgo), recibir de superiores información adecuada, suficiente, necesaria y oportuna (relación con superiores) y la recepción de ayuda necesaria y oportuna de pares, junto con el sentimiento de formar parte de un grupo social (relación con compañeros de trabajo).
- **Compensaciones:** contempla la percepción del reconocimiento de los superiores y compañeros por el mérito obtenido y esfuerzo realizado al desempeñar sus labores cotidianas (variable de estima), percepción de inseguridad en el empleo (valoración del contrato de trabajo) y opinión de las características del puesto de trabajo, tales como lugar, horario y tareas que se realizan (valoración del trabajo).
- **Doble presencia:** preocupación en el área doméstico familiar que pudiese afectar al trabajador en su desempeño laboral.

Estas dimensiones adquieren un peso ponderado por pregunta realizada, y son identificadas como factores de riesgo psicosocial que afectan al trabajador y al clima laboral en general dando una calificación de alta, media o baja, según el valor de dicho peso. La finalidad de esto es retroalimentar a la administración de la empresa y adoptar medidas de seguridad que aminoren o eliminar directamente el factor de riesgo, asignando un responsable para su aplicación e inspección.

2.5 Marco legal de negociaciones colectivas.

La negociación colectiva se define como un derecho que constituye la acción de la faz funcional de la libertad sindical, y que en el caso de Chile se manifiesta en el procedimiento dictado en el libro IV del Código del Trabajo y refutado por la Constitución Política de la República dispuesto en el artículo 19 numero 16 (Dirección del Trabajo, 2017).

2.5.1 Tipos de Sindicato

Los diferentes tipos de sindicato regulados por ley son:

- **Sindicato de empresas:** aquella que agrupa trabajadores de una misma empresa
- **Sindicato interempresa:** la cual agrupa trabajadores de dos o más empleadores distintos
- **Sindicato de trabajadores independientes:** agrupación de trabajadores que no dependen de ningún empleador
- **Sindicato de trabajadores eventuales o transitorios:** constituido por trabajadores que realizan labores transitorias o por duración de una faena en específico.
- **Sindicato de Industria:** agrupación de un solo sindicato de trabajadores que no pertenecen a una empresa en concreto, si no que desempeñan labores en el rubro
- **Sindicato de Oficio:** se agrupan como trabajadores que poseen el mismo oficio y/o se desempeñan en las mismas actividades sin la necesidad de coincidir en la misma empresa.

2.5.2 Tipos de negociaciones colectivas

Las negociaciones colectivas reconocidas por ley son:

- **Reglada:** es aquella que, regulada por la ley, puede desarrollarse entre el empleador y uno o más sindicatos de la empresa o un grupo de trabajadores. Estas negociaciones están sujetas en a las normas dispuestas en el libro IV del Código del Trabajo, dando lugar a derechos, prerrogativas y obligaciones previstas.
- **No reglada:** es una negociación ajustada a la normativa descrita en el artículo 314 del Código del Trabajo y se caracteriza por llevarse a cabo una negociación directa entre uno o más empleadores y organizaciones sindicales en representación de los trabajadores afiliados, que no da lugar a derechos, prerrogativas y obligaciones previstas, concluyendo con la suscripción de un convenio colectivo.
- **Semireglada:** puede ser llevada a cabo por un grupo de trabajadores para el solo efecto de negociar colectivamente, los cuales se excluyen a la misma normativa dispuesta en el artículo anterior.

Tanto la negociación colectiva no reglada como la semireglada dan como producto un convenio colectivo y en ambos casos se usa para efectos de una conformación de un posterior contrato colectivo. La Ilustración 11 muestra de forma esquematizada los tipos de negociación colectiva regidas por ley.

Ilustración 11: Tipos de negociaciones colectivas reconocidas por el Código del Trabajo



Fuente: Guía de negociación colectiva (Dirección del trabajo, 2017)

2.5.3 Procedimiento de negociación colectiva

La reforma laboral que entró en vigor a partir del 11 de abril de 2017 ha establecido una serie de cambios en la forma como la negociación colectiva se lleva a cabo. La ley 20.940 que se estipula en el título IV del Código del Trabajo, detalla en primera instancia que las negociaciones colectivas solo pueden ser de dos tipos: regladas y no regladas, sin embargo, para efectos de este documento, se detallara en materia de la secuencia de procedimientos que establece la ley.

- Se presenta una propuesta por parte del sindicato (art. 315) la cual, si no ha existido una negociación colectiva previa, se puede presentar en cualquier momento (art. 317), en caso contrario, el colectivo de trabajadores debe presentar la propuesta entre 40 y 45 días anteriores al termino de vigencia del contrato anterior (art. 322).
- La empresa dispone de un plazo de 15 días para responder con una contrapropuesta (art. 329), extensible a un plazo de 20 días (art. 332). Si por algún motivo, la empresa no presenta una propuesta de negociación en los plazos establecidos, la propuesta de los trabajadores pasa a formalizarse como contrato colectivo oficial (art. 333).
- Si la empresa ofrece una contrapropuesta en los plazos establecidos, continúan las negociaciones, para la cual, la empresa debe recibir una respuesta del sindicato sobre la cual se pueden formular observaciones (art. 329), se aceptan proposiciones y se acepta la escrituración del contrato colectivo (art. 333).
- Si el sindicato de trabajadores no está de acuerdo con la propuesta de la empresa, tiene un plazo de 5 días para realizar una objeción de legalidad que en caso de no realizarse, continúan las negociaciones entre sindicato y empresa, en caso contrario, si la cantidad de trabajadores es menor a 1000, el inspector del trabajo intercede como mediador de la negociación colectiva, en caso de que sea mayor a 1000 es el director del trabajo quien cumple este rol (art.331)
- Se realiza sufragio para decidir sobre la última oferta que determina la empresa en donde si se logra un acuerdo, finalizan las negociaciones (art. 370, 371, 372), en caso contrario,

se aprueba la huelga que en un plazo de 10 días corridos se hace efectiva, donde continúan las negociaciones (art. 375 *lock out*), si la huelga no se hace efectiva, se da por aceptada la última oferta y es firmada el acta por ambas partes (art. 369).

2.6 Compensaciones laborales

Toda empresa hoy en día busca la forma de no solamente ser viable en la forma de captar y contratar, sino que también busca la permanencia del trabajador en la organización, esto se basa en la necesidad de generar un clima laboral agradable para los colaboradores que cuentan con cierta experiencia para realizar determinadas tareas que un operario recién ingresado, le pudiese resultar dificultoso y que, en consecuencia, se considere el pago de capacitaciones e inducciones.

Aspectos como solvencia económica como la capacidad de las personas de satisfacer sus necesidades básicas de manera sostenible y digna, prestaciones sociales que corresponden a beneficios derivados de negociaciones colectivas y de higiene y seguridad laboral, competente en el aspecto de prevención de riesgos asociados a la ejecución de labores y protección de la integridad física y psicológica del trabajador, corresponden a cuidados especiales cuando se desea abordar la problemática de como retener al capital intelectual capacitado dentro de la organización.

2.6.1 Aspectos generales de un sistema de remuneraciones.

Se define como remuneración a un estímulo que está dirigido a la persona por ejecutar una labor en particular dentro de una organización. Esto por lo general corresponde a un pago económico cuyos participantes dentro de esta transacción son el empleador (o en su defecto un representante) y el empleado, a esto último se le conoce como salario en su forma más básica de compensación física, el cual puede venir acompañado de otras regalías si así la situación lo amerita (bonificaciones, premiaciones y comisiones).

Un sistema de remuneraciones básicamente se compone de un procedimiento de premiación, vale decir, beneficios que motiven al trabajador a realizar labores con mayor entusiasmo o para incentivar un buen comportamiento que aporte un clima laboral agradable, y un procedimiento de sanciones, ya sean castigos potenciales o reales que son usados para condicionar ciertas conductas indeseadas.

2.6.2 Tendencias de compensaciones laborales.

Las tendencias de compensaciones laborales para la elaboración de sistemas tarifarios son:

- **Variabilidad en el salario:** el concepto de variabilidad en el salario obedece a la satisfacción de dos miradas que en muchos casos puede ser contrapuesta entre sí, lo que por una parte se encuentra la necesidad del empleado de obtener un mejor salario, aunque una parte este sometida a un riesgo de incertidumbre (pago a tratos), y el empleador que desea flexibilizar sus costos en mano de obra a través de sistemas tarifarios que condicionen al trabajador a producir de manera eficaz. Sin embargo, esto es aplicable a trabajadores que se someten a tareas repetitivas que no demandan un esfuerzo intelectual considerable a diferencia de los cargos administrativos donde el cumplimiento de metas se puede ver mermado por diferentes factores, tomando como ejemplo a los gerentes comerciales o gerentes bancarios que ofrecen un servicio, donde se especifica una serie de condiciones para los clientes, donde la mayoría de los casos, este desconfía argumentando que la información entregada le resulta difícil de procesar u otros factores subyacentes, imposibilitando el cumplimiento de objetivos por variables que escapan del mismo empleado.
- **Flexibilización de los beneficios:** se comprende en los márgenes de libertad laboral que le otorga el empleador a los trabajadores, que tiene como fin, adecuar el portafolio de beneficios sociales que ofrece la empresa a sus colaboradores. La mayoría de las empresas opta por flexibilizar beneficios que resulten no pecuniarios, además de externalizar este aspecto a otras empresas que ofrecen propuestas de plan tarifario

acordes a las exigencias del trabajador y que adicionalmente afecte en menor medida al presupuesto de la organización.

- **Programas de *work-life balance* (opciones de trabajo, pago con tiempo, etc.):** esta tendencia tiene beneficios para trabajadores que no se sienten satisfechos con una jornada laboral estándar y la estancia en un puesto determinado, generando estrés y cansancio y, en consecuencia, mermar su capacidad profesional. Para ello se incurre en prácticas como el pago de beneficio de días administrativos o permisos especiales para que los colaboradores puedan atender diligencias, emergencias o simplemente deseen tomar un descanso, junto con ello también pensar en el pago al individuo por medio de asesorías en diferentes aspectos que él requiera y que la empresa este capacitada para otorgar, como el derecho a la especialización laboral, o además la generación de contactos y redes para futuras contrataciones por medio de recomendaciones.
- **B2E (*Business to Employee*):** otorga facilidad al trabajador para que dentro de los mismos puestos de trabajo y con la ayuda de internet, pueda concretar sus diligencias, sin embargo, pudiese representar una desventaja ya que, aunque el colaborador se encuentre dentro de su centro de trabajo, está aumentando su tiempo de ocio, lo que no se reflejaría en la disminución del costo empresa que contempla la estancia de esa persona.
- **Programas de contribuciones a la comunidad:** como una manera de fomentar la responsabilidad social por parte del empleado, este se involucra en programas de voluntariado que inculcan un espíritu solidario. Desde la donación de equipos y materiales que estos no ocupan, o su aporte comunitario a la inserción de miembros no activos de la sociedad (drogadictos, presos, desempleados, etc.), o para el caso de aquellas actividades que demandan una mayor concentración, incentivar la investigación y desarrollo en pos de mejorar las circunstancias de la comunidad.
- **Gestión de una cultura generadora de compromiso:** destinado a nuevas generaciones estas prácticas son asociadas a la identificación del individuo dentro de un colectivo satisfaciendo su sentido de pertenencia a la organización, una identificación con la

misión y visión de empresa, que genere en el individuo un sentimiento de entusiasmo y hacer de su propiedad la orientación que tiene la organización de actuar como un todo.

2.7 Método de Montecarlo.

El método de Montecarlo corresponde a un procedimiento estadístico aplicado a problemas que requieren una selección de muestras aleatorias de una población (finita o infinita) de la cual es posible descifrar su distribución de probabilidad mediante números al azar, es decir, que esta metodología es capaz de describir cualquier fenómeno por medio de datos numéricos, que tienen la misma probabilidad de aparición (Peña, 2001).

Para resolver problemas de gran complejidad o problemas de tipo *NP-Hard*, se requiere del uso de programas computacionales que sean capaces tanto de generar una gran cantidad de números aleatorios planteados como datos de entrada, procesar estos datos por medio de una distribución dada y entregar una predicción del comportamiento para el fenómeno estudiado.

Algunas aplicaciones de este método en concreto, se mencionan la planificación de proyectos, donde es propuesto para el control periódico del diseño y construcción de obras civiles, tomando en consideración parámetros como presupuesto y cronograma de actividades, junto con las posibles variaciones producidas por eventos fortuitos que representan un factor de riesgo en los procesos (Flores, 2015). Por otra parte, también este método predice fenómenos físicos como los modelos de simulación para determinar la posición de una partícula en un acelerador de hadrones (Universidad de Sonora, 2011) y matemáticos como la estimación del número π por la generación de dígitos aleatorios que procesa un programa computacional (Valente, 2018).

Para efectos de este proyecto de titulación, la utilización de este método comprende la generación de situaciones aleatorias en la evaluación de proyectos y que se ven reflejados en los flujos de caja que predicen su rentabilidad. Comenzando con la entrega de parámetros conocidos como supuestos de entrada (precio y costo unitario, demanda estimada) que según los requerimientos del usuario, se determina una distribución de probabilidad donde se van a

generar datos aleatorios considerados como escenarios intermedios. Luego de ello, se construyen reportes que describen el comportamiento de los flujos de dinero en el futuro, desde un punto de vista probabilístico. El resultado es crucial al momento de tomar la decisión de ejecutar un proyecto, puesto que a través de este método, se conoce si este resulta rentable para el inversor.

2.8 Metodología de solución

A continuación, se plantea la secuencia de etapas y actividades que rigen el desarrollo del presente trabajo:

- a) **Etapa 1:** en primera instancia, se realiza un diagnóstico del problema enfocado a un análisis del comportamiento de las remuneraciones recibidas por los operarios, bajo el supuesto de que las bonificaciones menores son pagadas al máximo. Para ello se usarán diagramas de Pareto e Ishikawa para determinar las causas raíz que influyen en el manejo de la calidad de la producción, a partir de lo obtenido en una lluvia de ideas.
- b) **Etapa 2:** se pretende realizar un levantamiento de información de mayor profundidad en los niveles de participación que poseen las unidades de negocio y el nivel de incidencia que tienen los costos de mano de obra de fabricación, y a través de ello, establecer una política de remuneraciones con un sustento en la tendencia histórica de la relación entre los costos de mano de obra y los ingresos totales.
- c) **Etapa 3:** se realiza un estudio de medición de capacidades y defectos referente a los procesos de Aluminios del Maule, a través de una medición con apoyo de una unidad técnica especializada, que permite conocer en detalle la cantidad de actividades que es capaz de realizar un operario en cada jornada de trabajo, analizando sus funciones y materia prima que recibe para ello.
- d) **Etapa 4:** realizar un cruce de información entre el uso de políticas de remuneraciones con el levantamiento de información de las capacidades instaladas, de la cual se obtiene una tarifa por actividad y por elemento utilizado, vale decir, un punto de equilibrio entre lo que se produce y lo que destina a remuneraciones.

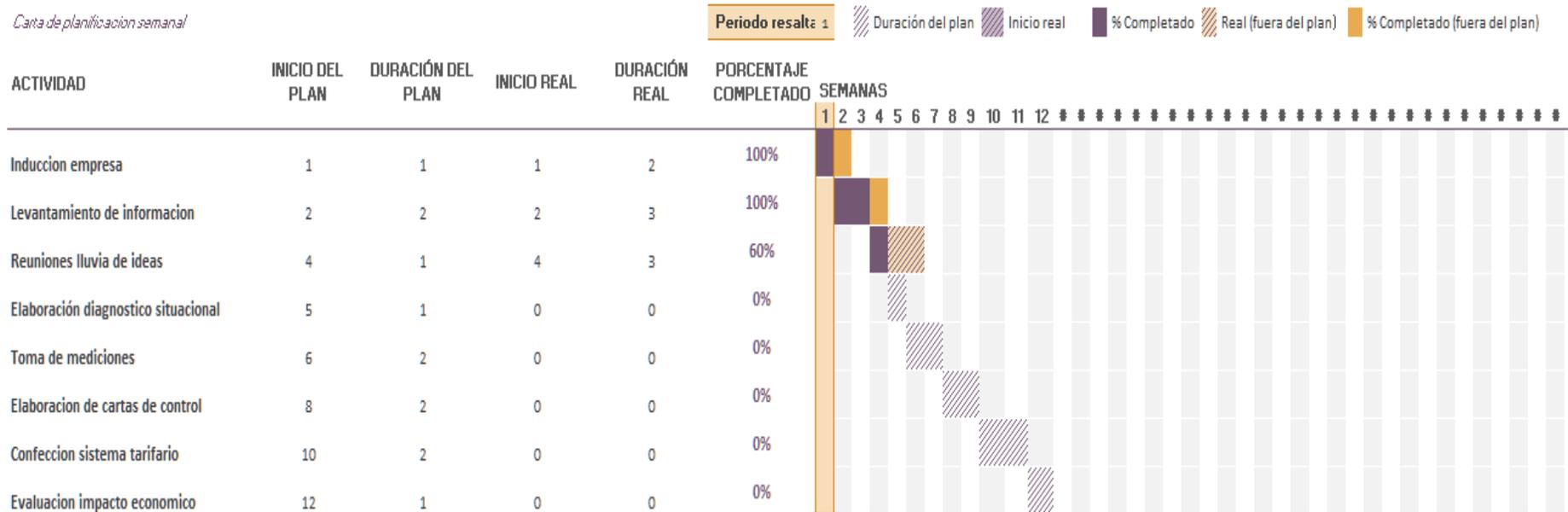
- e) **Etapa 5:** elaborar una propuesta de incentivo a la calidad que busque disminuir el nivel de defectos en la línea productiva. Para lo cual es necesario medir la cantidad de producto en “no conformidad” con los estándares que especifica el cliente objetivo y obtener parámetros con sustento estadístico, a través de las cartas de Control Por atributo.
- f) **Etapa 6:** evaluar el impacto financiero de los cambios propuestos por medio de flujos de caja puros e incrementales, determinando la factibilidad económica del proyecto desde un punto de vista probabilístico, usando el método de Montecarlo.

Todo ello se exhibe en la carta Gantt que se muestra en la **Error! Reference source not found.**

Ilustración 12: Carta Gantt de planificación para el proyecto

Proyecto de sistema de remuneraciones

Carta de planificación semanal



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DIAGNÓSTICO

En el presente capítulo se analiza en detalle la problemática y se realiza el diagnóstico de la situación actual de la empresa.

3.1 Actividades del diagnóstico.

El diagnóstico asociado a la problemática que aqueja a la organización, donde en primera instancia se ha identificado un costo elevado de la mano de obra de fabricación, debe ser considerado como una premisa para investigar a fondo las causas raíces y elementales del porque ocurre esta situación.

3.1.1 Situación actual de la empresa.

La empresa Aluminios del Maule considera para el pago de sueldos de sus empleados, los siguientes ítems.

- Remuneraciones (Sueldo base, sobresueldos, gratificaciones).
- Indemnizaciones (por Código del Trabajo, mutuo acuerdo).
- Asignaciones (colación, puntualidad, aguinaldos, fallecimiento, escolaridad).
- Bonos (producción, vacaciones, antigüedad, bodega, choferes).
- No pecuniarios (día administrativo, previsión de salud).

El sueldo base es reajustado según la variación del IPC (el último fue un 2%), lo que protege al trabajador ante cualquier variación de la inflación de precios de la canasta familiar promedio.

Los sobresueldos como se estipula por ley tienen un cobro mínimo del 50% de recargo por sobre la hora normal de trabajo, así mismo se tiene estipulado en el contrato colectivo, el cumplimiento de este pago.

Las gratificaciones se cancelan a partir de un 25% del sueldo base mensual con una limitación de que el monto pagado no debe superar las 4,75 veces el ingreso mínimo mensual.

Las indemnizaciones comunes están normadas bajo las leyes del Código del Trabajo, es decir, el pago proporcional de los años de servicio equivalentes a un sueldo por año. Por otra parte, el sindicato de trabajadores tiene la potestad para postular a lo más tres trabajadores que

podrán acogerse al beneficio de retirarse de la empresa, percibiendo el 55% de su indemnización por los años de servicio, cuya causa de finiquito es de “mutuo acuerdo”.

Existe una indemnización por accidente o invalidez correspondiente a \$1.000.000 no acumulable a beneficio del trabajador afectado.

Las asignaciones colación se pagan dependiendo del lugar y el tiempo que duren las labores. Pagos que van desde los \$4.000 a los \$8.000. Junto con ello una asignación de puntualidad en función de los atrasos trimestrales y atrasos mensuales, parte con un monto máximo de \$50.000 que disminuye por tramos hasta directamente perder el beneficio. El pago de aguinaldos es de \$80.000 líquidos por concepto de asignación de marzo, fiestas patrias y navidad.

En caso de fallecimiento del trabajador, su cónyuge, sus padres o sus hijos reciben un aporte de \$600.000 para solventar gastos de servicio fúnebre, para el caso del fallecimiento de un familiar directo, el pago es de \$450.000.

Se estipula un monto total de premios de \$300.000 para los hijos de trabajadores que figuren en excelencia académica, los niveles o estratos corresponden a enseñanza básica desde 5^{to} básico (con nota superior a 6), enseñanza media (con nota superior a 6) y enseñanza superior (con nota superior a 5,5).

Los bonos de producción están en función de la cantidad máxima de actividades que realiza una persona en diferentes labores de la línea productiva, descritas en los sistemas tarifarios que usan actualmente, para ello también se estipula que los maestros reciben el 100% del bono, los ayudantes 50% del bono, el aprendiz y aquellos trabajadores que cumplen turnos nocturnos sin importar su antigüedad perciben un 25% de la bonificación.

Los trabajadores tienen derecho a un préstamo de vacaciones de \$200.000 como máximo que serán descontados del ingreso mensual en cuatro cuotas iguales y sucesivas.

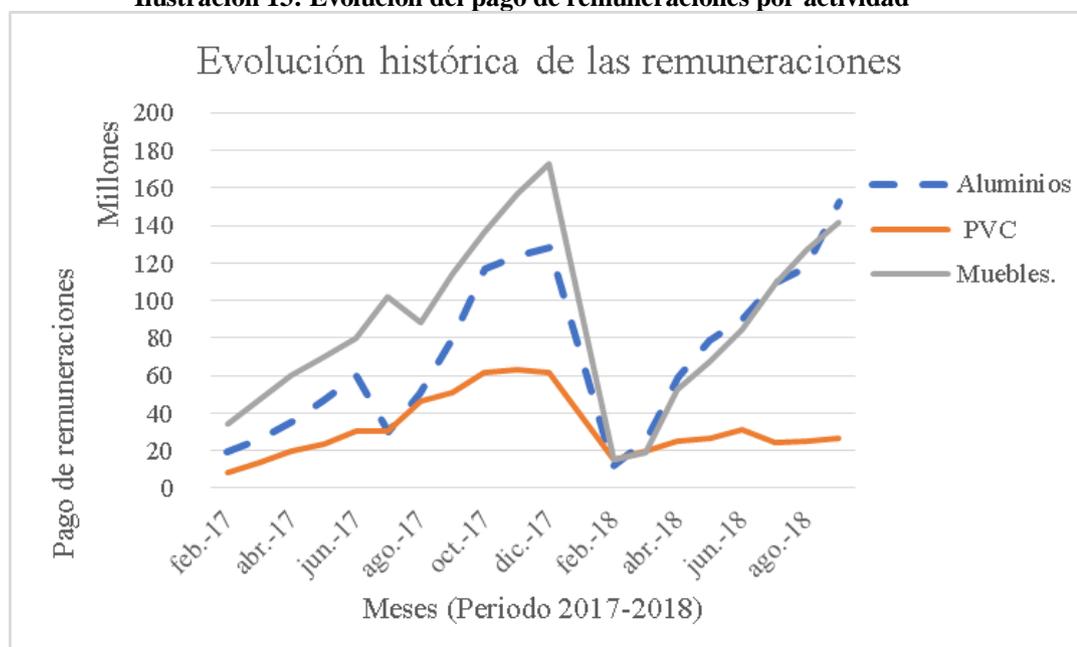
El bono por antigüedad se define como una percepción de bonos que van desde el reconocimiento de 7 a 25 años de servicio, recibiendo hasta un 30% más de la bonificación de producción. Se paga a los trabajadores encargados de bodega que tienen sobre 6 meses de experiencia una bonificación en función al desempeño de sus labores.

Los choferes perciben un viatico por viajes a Santiago partiendo desde los \$25.000 hasta los \$35.000 dependiendo de la cantidad de lugares que estos visiten para retirar material y la efectividad de dicho viaje.

Los beneficios no pecuniarios contemplan: un día libre con goce de sueldo al mes, chequeos de salud y oftalmológicos y elementos de seguridad estipulados por ley.

De lo anterior se desprende una evolución del pago de remuneraciones exhibida en la Ilustración 13 desde su entrada en vigor hasta la fecha, considerando la vigencia de este contrato colectivo, el cual comenzó a regir en febrero de 2017 y tiene contemplada su finalización en diciembre de 2018.

Ilustración 13: Evolución del pago de remuneraciones por actividad



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la empresa.

Además de ello, el informe ISTAS sostiene que uno de los factores de riesgo que preocupa a los trabajadores para su bienestar, son las compensaciones y en ese sentido, un impacto o un cambio en el pago de sueldo percibido, el trabajador presenta una cierta sensibilidad y una actitud reacia al cambio, por lo que cualquier modificación debe detallarse de forma clara e informar de forma debida al trabajador. La Ilustración 14 detalla el peso ponderado y el nivel de implicancia o riesgo dentro de los protocolos psicosociales.

Otros aspectos como la doble presencia (referido a la capacidad del trabajador de llevar de buena manera tanto su trabajo habitual en la empresa, con las labores y/o presencia en el hogar), el trabajo activo y apoyo social, apunta al reconocimiento tanto de la carga física que le es impuesta al trabajador como también el reconocimiento de sus labores dentro de la línea productiva.

Ilustración 14: Resultado global de los factores de riesgo psicosocial

	Exigencias psicológicas	Trabajo Activo y Desarrollo de Habilidades	Apoyo social y calidad del liderazgo	Compensaciones	Doble presencia
% ALTO	47,5%	55,7%	70,5%	52,5%	57,4%
% MEDIO	27,9%	32,8%	19,7%	41,0%	24,6%
% BAJO	24,6%	11,5%	9,8%	6,6%	18,0%
N Riesgo	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto

Fuente: Protocolo de riesgos psicosociales de aluminios del Maule (ACHS, 2017).

A petición expresa de la empresa, el enfoque que ha tomado este proyecto de título apunta a reconocer más a fondo aquellos factores de riesgo que implican las compensaciones laborales así como también el trabajo activo y desarrollo de habilidades, ya que en función del tiempo, se debieron escoger aquellas necesidades que debiesen satisfacerse con mayor urgencia.

En lo que respecta al ámbito de las compensaciones, ciertas preguntas del informe ISTAS apuntan a la preferencia de los trabajadores de recibir compensaciones monetarias por sobre regalías de otra índole. La Ilustración 15 muestra que con un 44% de las preferencias, prefiere recibir bonificaciones monetarias, un 18% prefiere recibir más días de descanso, 16% busca

permisos administrativos y un 22% responde a actividades recreativas o un reconocimiento público por parte de sus superiores (ya sea la celebración de cumpleaños o reconocimiento como empleado del mes).

Ilustración 15: Preferencia de compensaciones para trabajadores



Fuente: Protocolo de riesgos psicosociales de aluminios del Maule (ACHS, 2017).

Junto con ello y apuntando a las necesidades de mejora en su trabajo activo, tal y como se exhibe en la Ilustración 16, la mejora por medio de nuevas pautas de fabricación hablan de una tendencia de 60%, perteneciente a la categoría de otros, donde finalmente es la opinión que más se ha repetido entre los encuestados, mientras que un 29% apunta a un mejoramiento de los procesos, otro 11% desean que exista un encargado de control de calidad presente dentro de la línea.

Esto conlleva a considerar que las pautas de fabricación que ocupan hoy en día, al menos en el sector productivo de estructuras de aluminios y muebles, son rudimentarias y que requieren un cambio de estructura, que permita otorgar una mayor claridad al momento de confeccionar cada componente de los productos.

Ilustración 16: Preferencia de trabajo activo para operarios



Fuente: Protocolo de riesgos psicosociales de aluminios del Maule (ACHS, 2017).

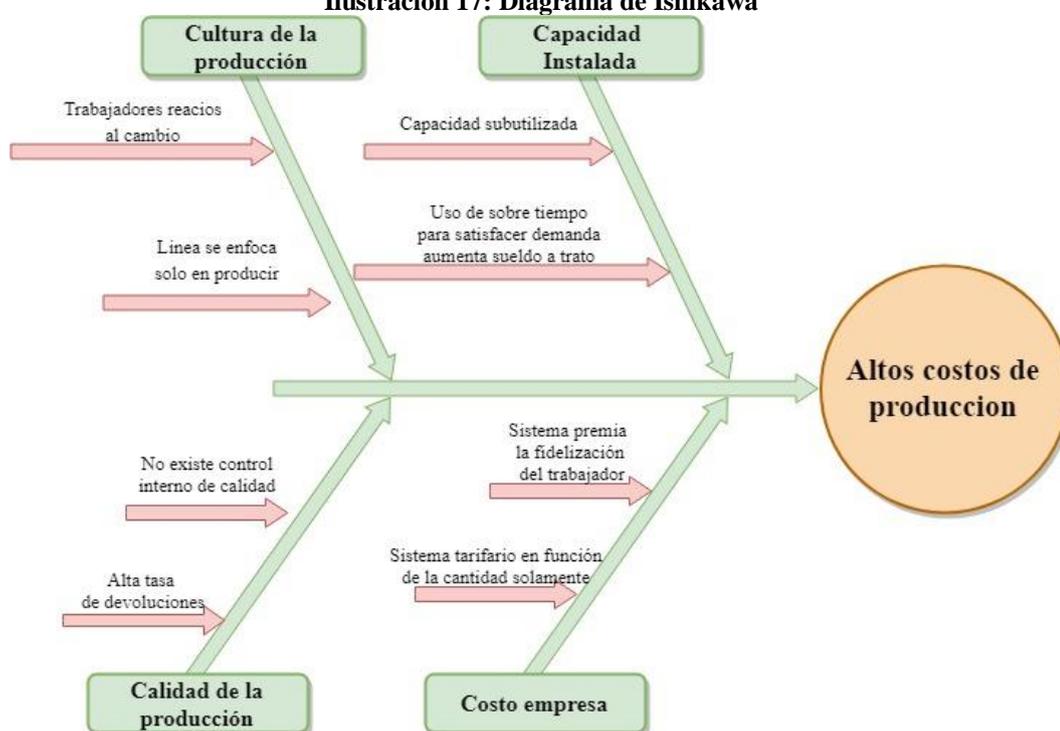
3.1.2 Análisis de la situación actual.

La situación actual del pago de remuneraciones de la empresa, difiere con el objetivo principal de mejorar el incentivo a la calidad de la producción, puesto que solo figuran el pago de beneficios en función de la cantidad o volumen de producción y bonificaciones para fidelizar a un trabajador que requiere de una capacidad mínima o conocimientos básicos en mecánica industrial.

Junto con lo anterior, no existe un control de calidad que permita un cruce de información verídica sobre la cantidad de actividades que un operario realiza por turno. La causa de esto radica en que los beneficios de producción incentivan a realizar la mayor cantidad de actividades posibles por unidad de tiempo. Todo esto esquematizado en la Ilustración 17.

El pago de indemnizaciones por mutuo acuerdo y pago por puntualidad, no poseen justificaciones basadas en la calidad del producto, sino más bien, en mantener al trabajador fiel a la organización y otorgar facilidades en su cláusula de salida. Lo anterior se grafica en la Ilustración 18 que muestra un diagrama de Pareto en función del costo empresa.

Ilustración 17: Diagrama de Ishikawa

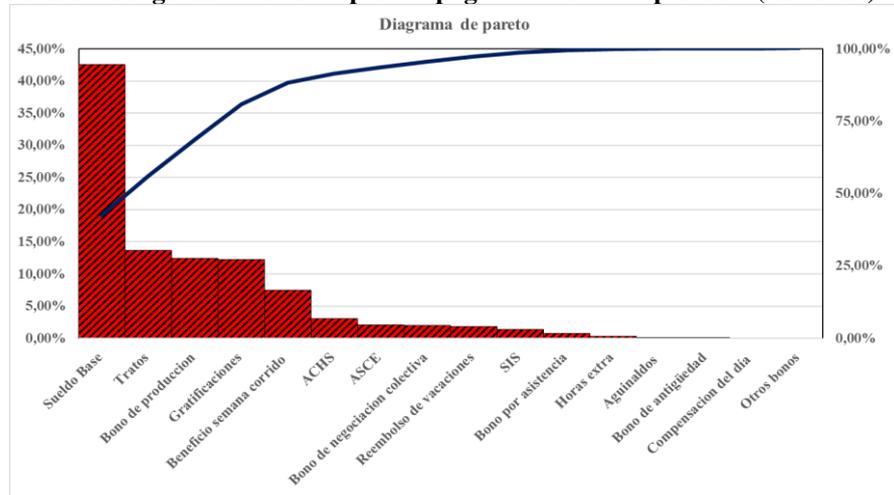


Fuente: Elaboración propia.

Como el pago de sueldo base representa un cobro fijo además de los aportes del empleador a las asociaciones de seguridad y bienestar social del trabajador, no es considerado dentro del análisis, puesto de que a pesar de que el sueldo base constituye sobre un 40% del costo empresa, este no depende de la productividad que la línea alcanza a través de su capacidad instalada. Por consiguiente, es preciso considerar un análisis más en detalle del comportamiento del pago de remuneraciones por conceptos asociados al pago por actividad dentro de la línea productiva.

La remuneración de tratos que consiste en el pago de tarifas variables por actividad en horas extras, constituye una ineficiencia de las capacidades instaladas de la empresa. Para representar la magnitud de su significancia en el costo empresa que representa cada trabajador se constituye un diagrama de Pareto (ver Ilustración 19) para los pagos variables y bonificaciones menores, en la cual se aprecia que (al menos para el caso del 2018) el pago de tratos representa un 35% de las remuneraciones variables más las bonificaciones menores.

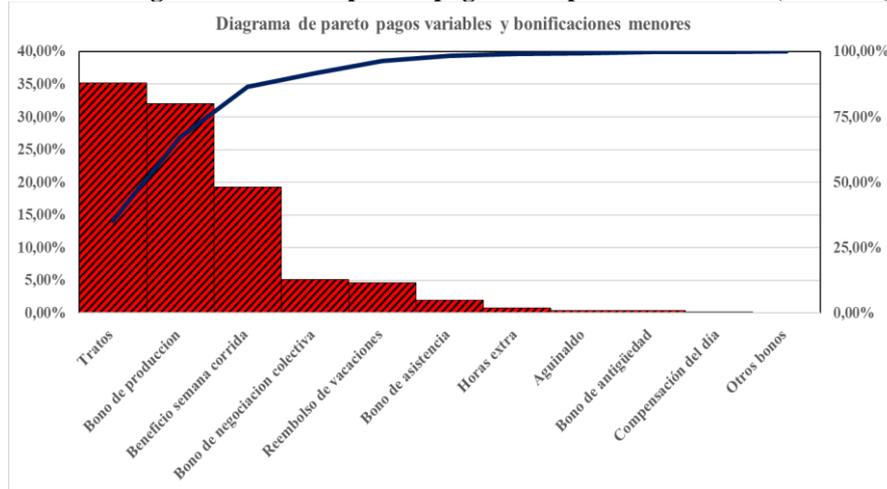
Ilustración 18: Diagrama de Pareto para el pago de sueldos a operarios (año 2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Ahora bien, en cuanto a lo que calidad respecta, la referencia existente para el análisis de aptitud de los productos que Aluminios del Maule distribuye a sus clientes, existe un registro de valoración que entregan los clientes al respecto. Sin embargo, es necesario además analizar estas variables con la finalidad de encontrar focos de falla que limitan la calidad del producto, repercutiendo en la tasa de devoluciones.

Ilustración 19: Diagrama de Pareto para el pago de estipendios variables (año 2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

En la Tabla 3 se muestra una estadística general de las devoluciones, cabe destacar que estas estadísticas es información entregada por los clientes que reciben los diferentes productos de Aluminios del Maule y que, en estricto rigor solo es contabilizado el producto devuelto y no el registro de defectos que ocurren dentro de la línea productiva.

A raíz de la información entregada en esta tabla, se ha desarrollado un diagrama de Pareto y tal como se exhibe en la Ilustración 20, los errores más comunes y que debiesen ser solucionados son las indicaciones de producción (mediciones especificadas por el cliente) el despacho de productos terminados y la toma de mediciones, pues estos abarcan más del 60% de las causas de devolución.

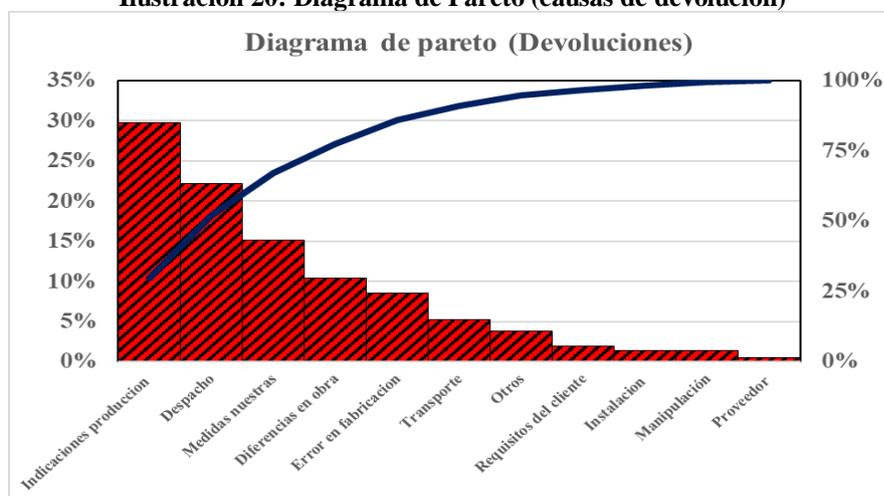
Tabla 3: tabla de frecuencias de devoluciones por tipo de error

Tipo de Error	% Ocurrencia
Indicaciones desde producción	30%
Despacho	22%
Medidas nuestras	15%
Diferencias en obra	10%
Error en fabricación	8%
Transporte	5%
Otros	4%
Toma de requisitos del cliente	2%
Instalación	1%
Manipulación	1%
Proveedor	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Es en este sentido que la empresa, bajo el supuesto de que todos las bonificaciones adheridas al contrato de negociación colectiva sean pagados al máximo, y que para efectos de mediciones a posteriori en los defectos de línea, se considere solamente la confección de un tipo de casa, correspondiente a la casa tipo Rauquén (compuesta por 5 ventanas correderas con paño fijo, 2 de paño fijo, 1 proyectante, 1 mueble lavaplatos y 1 mueble repisa), se efectúe un plan de acción, acorde a las necesidades de la organización.

Ilustración 20: Diagrama de Pareto (causas de devolución)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

3.2 Resultados del diagnóstico

Los resultados del diagnóstico sugieren que es necesario la estructuración de una nueva política de remuneraciones que considere el uso eficiente de la capacidad instalada de la línea productiva, lo que tendría como consecuencia una disminución de los costos de mano de obra de fabricación en un plazo estimado no menor a 3 años, puesto que también se reflexiona la condición de un cambio de cultura por parte de los trabajadores que la entrega de un producto de calidad y a tiempo, beneficia a la organización en su totalidad (tanto a la fuerza de trabajo como también a los directivos).

Un cambio en la estructura de los bonos de producción donde figure el concepto de calidad de dicho producto. Esto se basa en que, al no considerar la calidad del proceso como un factor determinante, no existirá sustento o justificación económica la fabricación de un producto que cumpla con los estándares, como consecuencia de ello, la concentración del operario se enfocará en realizar la mayor cantidad de producto posible, sin embargo, habrá una cantidad importante de defectos traducidos en mermas.

Un sistema tarifario que implemente el concepto de calidad, argumentado en la base de que la producción enfrenta obstáculos como malas indicaciones, malas mediciones y mal

despacho, así como también un estudio de la política de remuneraciones ajustada al comportamiento de las ventas y pago de sueldos (tomando 4 periodos anteriores como referencia), podría representar un ahorro sustancial y un aumento de la rentabilidad en las unidades de negocio, puesto que si bien, el pago de remuneraciones es afectado a corto plazo al considerar un ítem más para el pago de bonificaciones de producción, existe la posibilidad que se vea compensado en el largo plazo, con la incorporación del concepto de excelencia operacional a través de herramientas de control de calidad total.

3.3 Conclusiones del diagnóstico

Dentro del plan de acción contemplan actividades de medición que permita un apoyo a la realización de un sistema tarifario que complemente una política del pago de remuneraciones factible y que sea capaz de sustentar el costo de la mano de obra de fabricación, específicamente al pago de las unidades de negocio que consideren el pago por actividad productiva dentro de la línea, como lo es el caso de la venta de aluminios y muebles.

Esta nueva política de remuneraciones, debiese contemplar dos aspectos importantes: un levantamiento de información, referente al comportamiento que tienen las ventas en periodos anteriores (4 años) y la manera en que la empresa ha remunerado a sus trabajadores los mismos años. Al realizar un cruce de información entre ambas partes, se busca obtener un presupuesto que será la base de la nueva política, que busca como objetivo reducir los costos de fabricación, por medio de una reestructuración de su sistema de pago, considerando además que este solo se puede modificar en su componente variable (llámese pago de bonos de producción y tratos).

Para ello, el uso de herramientas que obtienen información del comportamiento histórico de las finanzas de la compañía, entrega una mejor visualización de cómo se encuentra la empresa y que política de remuneraciones debiese seguir, para cubrir los gastos de mano de obra de fabricación.

Es crucial además que se realice un estudio de capacidades por centro de trabajo, pues ello va a determinar una capacidad máxima de actividades que consideran variables como el tipo de material utilizado, la actividad a realizar y los trabajadores involucrados en ella.

Tomando en cuenta además que los procesos productivos tienen fallas de calidad donde solo son contabilizadas las devoluciones por parte de los clientes y no un registro interno de fallas por proceso, se debe realizar una toma de mediciones de calidad considerando alrededor de 5 muestras con un tamaño de 30 productos o materiales en proceso, esto con la finalidad de identificar su capacidad instalada junto con su tasa de fallo.

La combinación de estos estudios, define un sistema tarifario que tiene como objetivo principal la disminución del costo empresa, específicamente en el pago de la remuneración variable, además de sentar las bases para estudios futuros del mejoramiento de la calidad a través de la implementación en profundidad de herramientas de gestión de la calidad total (TQM) como el manejo de pautas de producción más sofisticadas, plan de mediciones para cartas de control, herramientas de diagnóstico como diagramas de Pareto e Ishikawa más específicos, entre otras. En el formato de este sistema se definen las diferentes actividades del proceso productivo, los tipos de elementos utilizados en dicha actividad, la capacidad máxima diaria de producción por operario y la tarifa asociada por actividad.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE COSTOS E INGRESOS

En el presente capítulo se aborda el estudio del comportamiento de las ventas por parte de la empresa aluminios del Maule y como esta afecta al pago de remuneraciones.

4.1 Pago de remuneraciones.

La estructura de un nuevo sistema de remuneraciones, supone un estudio de cómo se comportan las ventas durante los periodos anteriores, lo que determina en términos prácticos el presupuesto real y empírico destinado a liquidaciones de sueldo a aquellos trabajadores que realizan sus labores dentro de la línea productiva.

En primera instancia, el comportamiento de los ingresos por venta de aquellas actividades que usan mano de obra además de los costos totales asociados a las ventas, serán tomados en cuenta como base de cálculo con el fin de obtener conclusiones en el estudio comparativo de los presupuestos ideales y reales, destinados a remuneraciones.

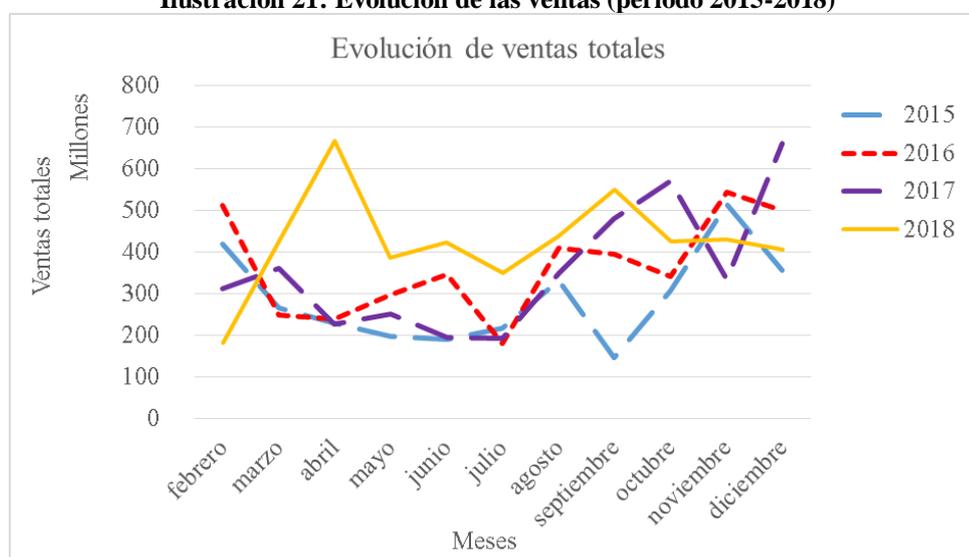
4.2 Análisis del comportamiento de las ventas.

Las ventas anuales del presente año en comparación con periodos anteriores han tenido un crecimiento sostenido, sin embargo, esto solo representa que existe un comportamiento estacional de demanda de los diferentes productos y servicios que ofrece.

En promedio, el presente año tiene un promedio de ventas de \$1.814.104.645, siendo el segundo más bajo de los últimos 4 años, sin embargo, se espera dentro de los próximos meses un crecimiento del nivel de ventas que permita revertir esta situación, ya que el último trimestre del año es el que posee una mayor demanda al estudiar los 4 últimos periodos financieros (ver Anexo 16).

La evolución y comportamiento del nivel de ventas se encuentra graficado en la Ilustración 21 donde se aprecia una tendencia estacional en la venta de productos y servicios.

Ilustración 21: Evolución de las ventas (periodo 2015-2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

A partir de lo anterior se obtiene como conclusión que, si existe un comportamiento similar para los diferentes periodos del ejercicio, por lo que es factible aplicar el principio de homogeneidad de datos, en otras palabras, es válido utilizar los datos históricos para realizar una referencia a los parámetros y supuestos para construir la nueva política de remuneraciones.

4.2.1 Ventas de fabricación.

Refiérase a las ventas de fabricación como la suma de las ventas por parte de las unidades de negocio que involucran manufactura (confección de ventanas de vidrio y PVC, junto con la fabricación de muebles). Esta venta se considera como una referencia a la capacidad de solvencia que tiene la comercialización de productos que egresan de la línea productiva. A través de la Ilustración 22 se aprecia una evolución del nivel de ventas.

Se ha precisado trabajar en este enfoque, puesto que la mejora al sistema centrara sus esfuerzos en mejorar la calidad de la producción, a partir de un presupuesto generado por las ganancias que obtienen a través de sus productos, sin considerar sus servicios de colocación de pisos.

Ilustración 22: Evolución de las ventas de fabricación



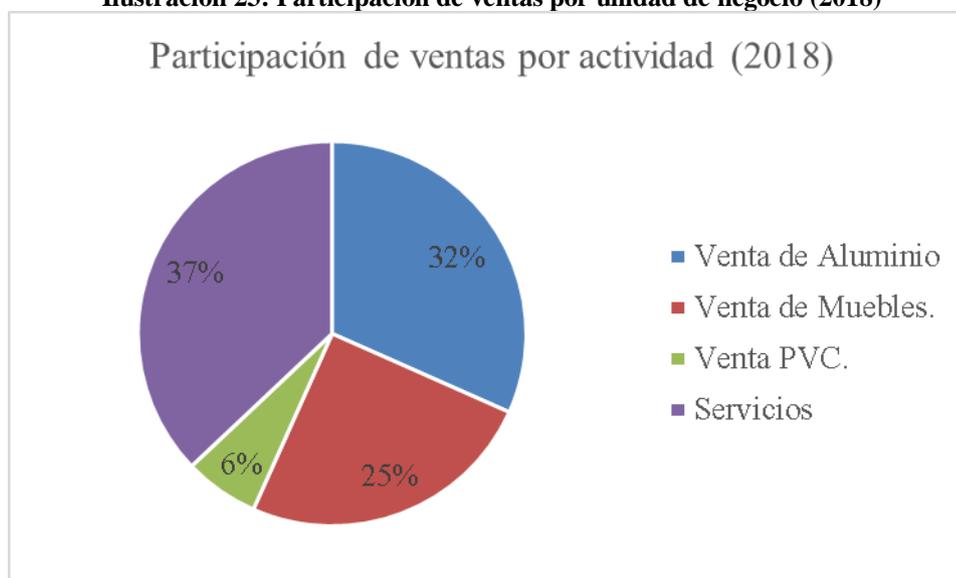
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Según este gráfico, el año 2016 ha tenido un volumen total de ventas de MM\$4.014 al finalizar el ejercicio donde además, se corresponde al momento justo antes de la entrada en vigor del contrato colectivo. Sin embargo, es el segundo periodo que presenta una mayor inestabilidad con respecto a los otros años, lo que afecta a la desviación estándar de las mediciones.

Un aspecto relevante para la investigación plasmada en este documento, corresponde al nivel de participación que poseen las ventas de producción con relación a las ventas totales, que ayuda a comprender de mejor forma el aporte de la línea productiva a los ingresos que percibe la compañía. Este nivel de aporte se ajusta en promedio por cada año alrededor de un 68% del total, por lo que identifica al fuerte de la empresa como la producción de marcos de aluminio, muebles y estructuras de PVC.

El estudio empírico revela que, si bien, los servicios en su totalidad representan el 37% de las ventas de Aluminios del Maule, la relación por unidad de negocio con mayor significancia ocurre en aluminios y muebles con un 57% en total, tal y como se muestra en la Ilustración 23.

Ilustración 23: Participación de ventas por unidad de negocio (2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

4.3 Estructura de costos principales.

Las unidades de negocio que generan mano de obra de fabricación como se ha visto en análisis anteriores, representan una mayor significancia en el nivel de ventas totales, por lo que es preciso desglosar su estructura de costos, para verificar donde se encuentran los mayores niveles de incidencia en los ingresos percibidos por producción y en los costos operacionales.

4.3.1 Materia prima directa

La materia prima directa (MPD) corresponde a todo material utilizado dentro de la producción y sustancialmente para fabricar los productos en venta (ventanas y muebles). Los materiales utilizados para la confección de estas ventanas son básicamente: variedad de barras de aluminio y plásticos PVC para la fabricación de marcos, vidrios dimensionados, gomas deslizantes y aislantes, tablas y listones de madera dimensionada para la fabricación de mesas, entre otros materiales cuyo costo es ínfimo con respecto a los mencionados.

La evolución de los costos totales referente a cada unidad de negocio en función de su materia prima directa se muestra en la Ilustración 24 donde el comportamiento de la curva es similar a los ingresos por venta de MOF.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

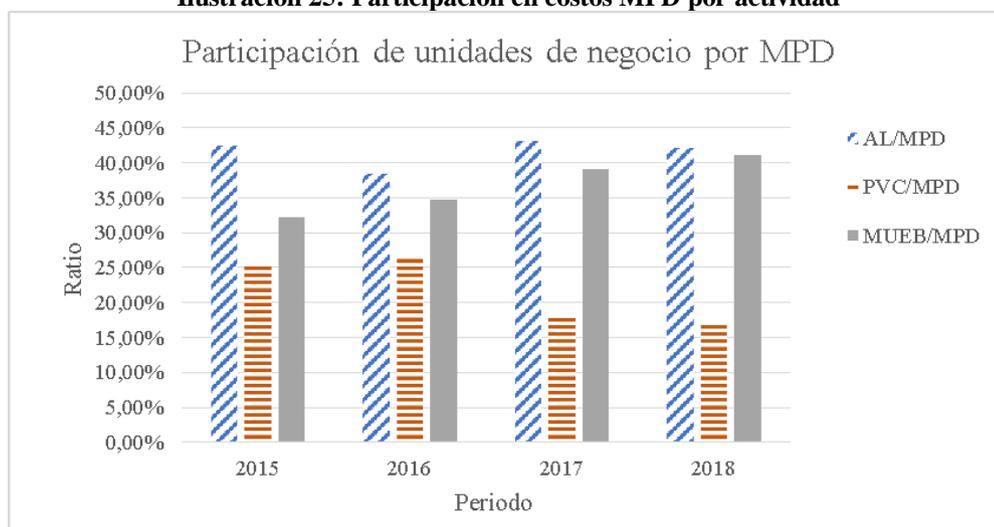
Un desglose de la información (ver Ilustración 25) más a fondo demuestra que la unidad de negocio que más gasta en materia prima directa es la unidad de negocio de ventanas de aluminio con un 43% de incidencia, sin embargo, es la que presenta un mayor índice de inestabilidad con una desviación típica del 8,3%.

Al relacionar los costos MPD con los ingresos percibidos de la mano de obra de fabricación tal como se muestra en la Al relacionar un estudio empírico del comportamiento de los costos de MPD con las proyecciones estimadas para el año 2018 existe una diferencia de 0,37% entre el indicador real y el ideal, esto equivale a que la empresa está excediendo aproximadamente MM\$11 en promedio su presupuesto programado.

Ilustración 26, se tiene que en promedio este indicador alcanza un 48,51%, vale decir que, por cada peso ganado en la venta de productos, la cantidad destinada a cubrir gastos de

materia prima directa corresponde a \$0,49. Por otra parte, la incidencia de la materia prima directa en los costos totales ha disminuido en un 5% desde que comenzó la entrada en vigor del contrato colectivo, lo que podría relacionarse con un uso más eficiente de los recursos utilizados.

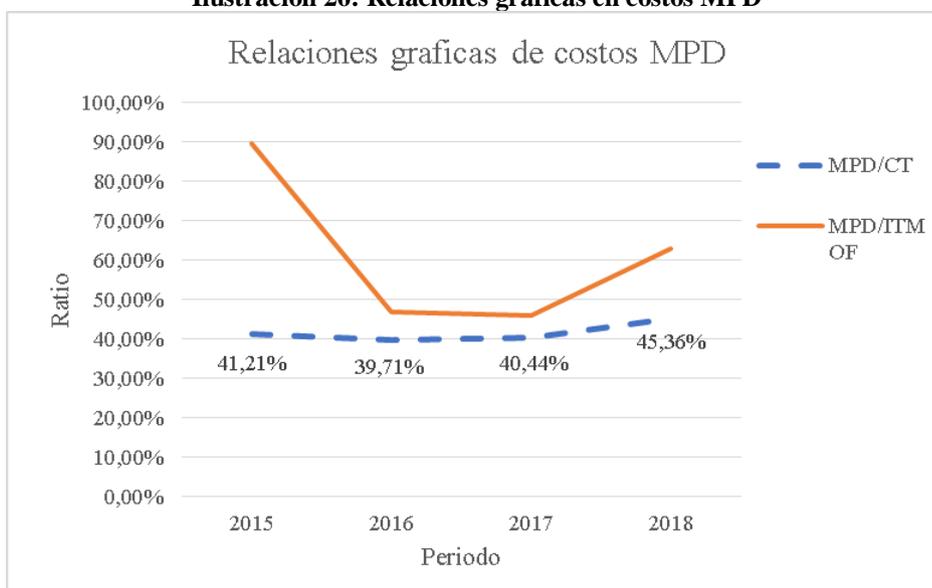
Ilustración 25: Participación en costos MPD por actividad



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Al relacionar un estudio empírico del comportamiento de los costos de MPD con las proyecciones estimadas para el año 2018 existe una diferencia de 0,37% entre el indicador real y el ideal, esto equivale a que la empresa está excediendo aproximadamente MM\$11 en promedio su presupuesto programado.

Ilustración 26: Relaciones gráficas en costos MPD



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

4.3.2 Costos de mano de obra de fabricación.

Los costos de mano de obra de fabricación (MOF) corresponde a la sumatoria total de los costos empresa que percibe cada trabajador por área, vale decir, el pago por prestaciones que contempla los sueldos fijos, variables y bonificaciones.

Este nivel de incidencia permite observar que porcentaje del ingreso total del ejercicio está destinado al pago de la mano de obra que trabaja en la línea productiva.

Al realizar este análisis se permite esclarecer un valor monetario estandarizado sobre qué porcentaje del total de ingresos pudiese ser destinado como presupuesto para el pago de los operarios que trabajan en la división de producción.

Como se ejemplifica en la Ilustración 27, el costo de mano de obra de fabricación en promedio alcanza aproximadamente los MM\$170 y que desde la entrada en vigor del contrato colectivo ha experimentado un alza de MM\$29, pudiendo corroborar la idea de que existe una correlación causal del uso ineficiente de la capacidad instalada detallada como hipótesis en capítulos anteriores, a su vez la unidad de negocio que tiene mayor participación en los costos

de mano de obra es la actividad de fabricación de muebles como se exhibe en la Tal y como se muestra en la Ilustración 29, los maestros en promedio han disminuido la percepción de su bono de producción, por otra parte, visualmente tiene una mayor estabilidad. Los ayudantes han tenido un incremento en la percepción de su bono de producción que, a partir de la entrada en vigor del contrato colectivo, se ha disparado por sobre 1,7 veces el valor que recibían al terminar el 2016.

Situación diferente ocurre con el levantamiento de información del pago a tratos por categoría, ya que todos los rangos jerárquicos se comportan de una manera similar, al experimentar un crecimiento de 93% en promedio durante el periodo 2017-2018, siendo el más considerable en la categoría de ayudantes con 1,7 veces su valor predecesor.

Al considerar que ambas partidas analizadas corresponden al pago de sueldos variables, al ser sumadas, el comportamiento es similar a la gráfica anterior debido a la incidencia que tiene el pago a trato por sobre el bono de producción, aportando a la existencia de un manejo ineficiente de la capacidad instalada.

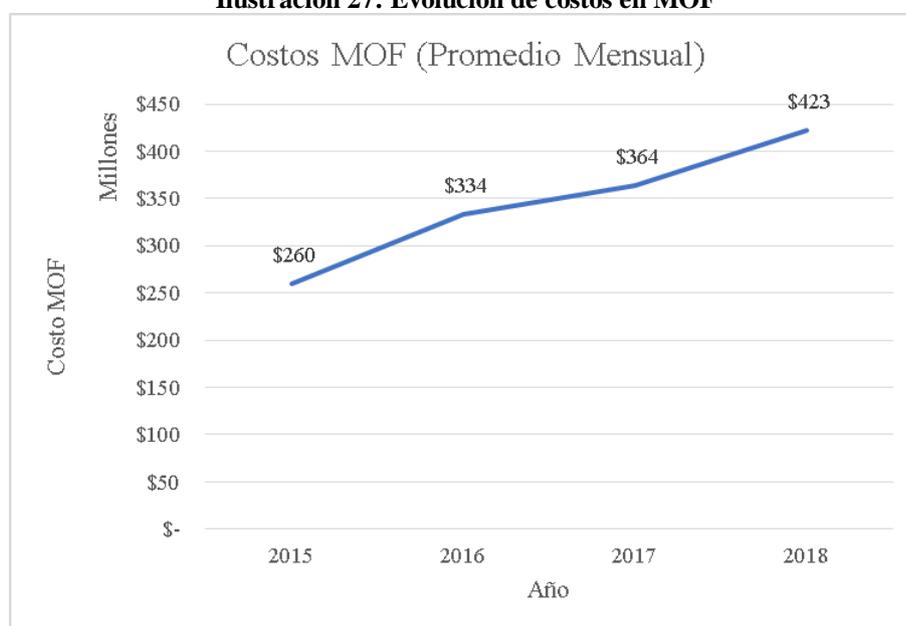
Ilustración 28.

Ahora bien, al realizar el cruce de información con la Ilustración 19, la cual define que el mayor incidente en el pago de sueldos variables es el “pago a trato” corrobora esta teoría.

Al recabar información de la participación de cada unidad de negocio sobre los costos de mano de obra de fabricación, se obtiene que aquellas personas que trabajan en la elaboración de ventanas con marco de PVC son quienes más cobran, por lo que al relacionar estos datos con lo obtenido en la Ilustración 23, se reconoce esta aseveración.

Considerando que además los trabajadores son categorizados según su antigüedad dentro de la organización, el comportamiento de las remuneraciones de cada uno también dependerá de su jerarquía.

Ilustración 27: Evolución de costos en MOF



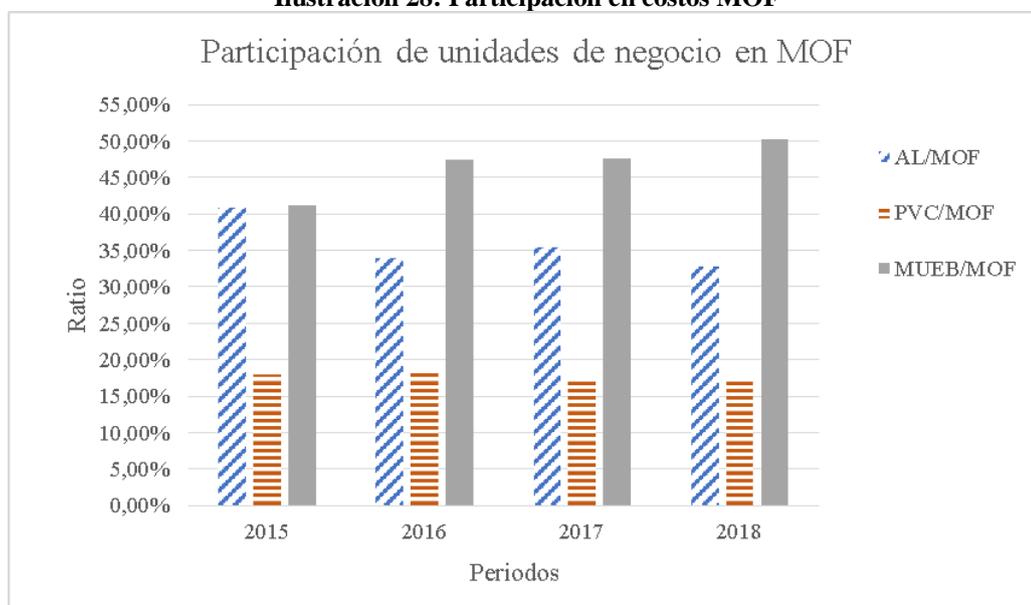
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Tal y como se muestra en la Ilustración 29, los maestros en promedio han disminuido la percepción de su bono de producción, por otra parte, visualmente tiene una mayor estabilidad. Los ayudantes han tenido un incremento en la percepción de su bono de producción que, a partir de la entrada en vigor del contrato colectivo, se ha disparado por sobre 1,7 veces el valor que recibían al terminar el 2016.

Situación diferente ocurre con el levantamiento de información del pago a tratos por categoría, ya que todos los rangos jerárquicos se comportan de una manera similar, al experimentar un crecimiento de 93% en promedio durante el periodo 2017-2018, siendo el más considerable en la categoría de ayudantes con 1,7 veces su valor predecesor.

Al considerar que ambas partidas analizadas corresponden al pago de sueldos variables, al ser sumadas, el comportamiento es similar a la gráfica anterior debido a la incidencia que tiene el pago a trato por sobre el bono de producción, aportando a la existencia de un manejo ineficiente de la capacidad instalada.

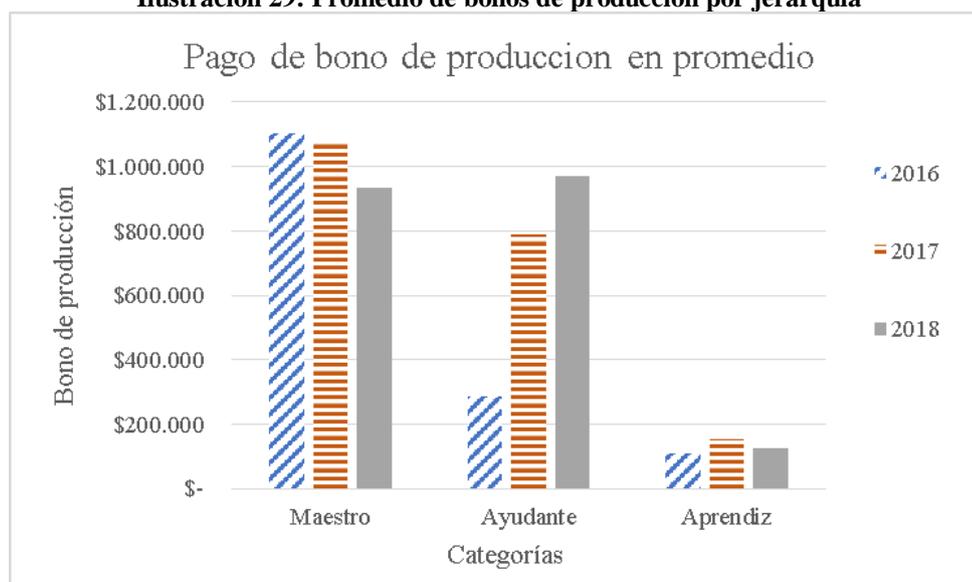
Ilustración 28: Participación en costos MOF



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Lo anterior se ilustra en la Ilustración 31 donde el incremento en el pago de sueldo variable promedio es de un 38%, donde los ayudantes han percibido hasta la fecha un 78% más en relación con el periodo anterior.

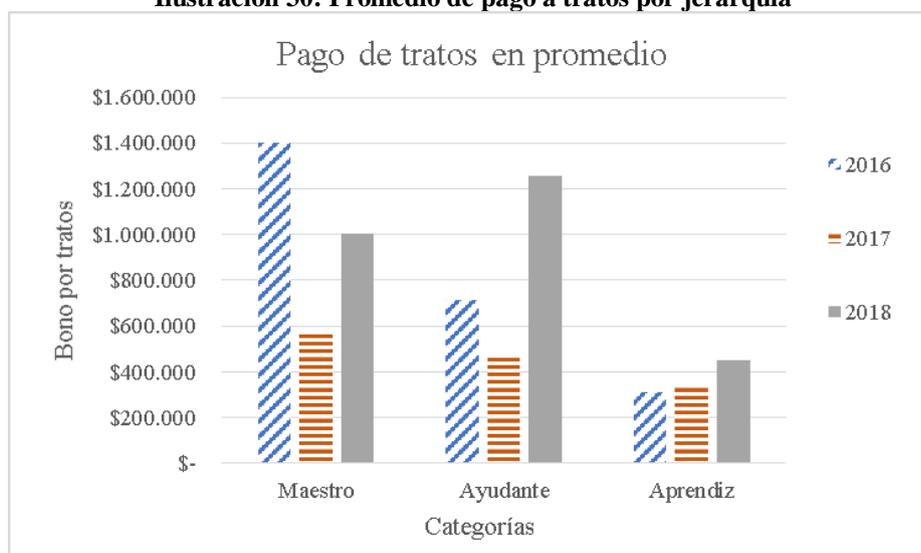
Ilustración 29: Promedio de bonos de producción por jerarquía



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Finalmente, a modo de comparación porcentual (ver Ilustración 32), empíricamente se ha destinado a partir de los ingresos por venta de la producción neta, un 17,09% en promedio al costo de mano de obra de fabricación, por lo que su capacidad de solvencia se ha visto disminuida aproximadamente en un 2% respecto del año anterior, lo que se contrasta con el comportamiento del ratio de costos MOF sobre costos totales, el cual tiende a permanecer estable.

Ilustración 30: Promedio de pago a tratos por jerarquía



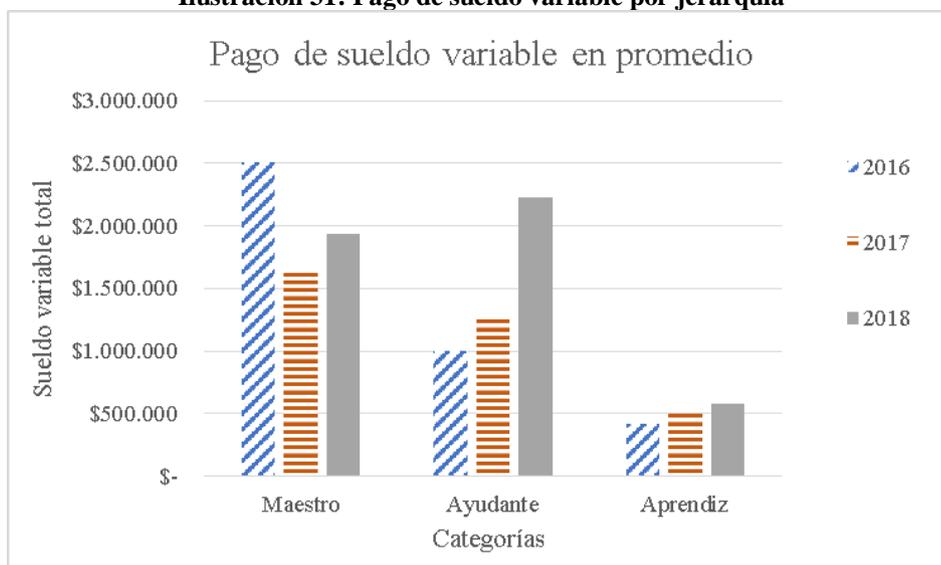
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Es importante entonces recalcar que para lo anterior existe un presupuesto planificado de MM\$461 correspondiente al 13,69% de los ingresos totales, teniendo como conclusión que existe un 3,4% de déficit. Si además de ello, se considera el reajuste realizado por la empresa de MM\$514 que corresponde al 15,02% de los ingresos totales reajustados, sigue existiendo un déficit de 2,07% en el presupuesto total destinado a remuneraciones.

Ahora bien, si este indicador se pretende comparar con el ratio presupuestado para el año 2018, existe una diferencia de al menos un 2% lo que se traduce en alrededor de MM\$100 en déficit para la cancelación de sueldos de mano de obra calificada.

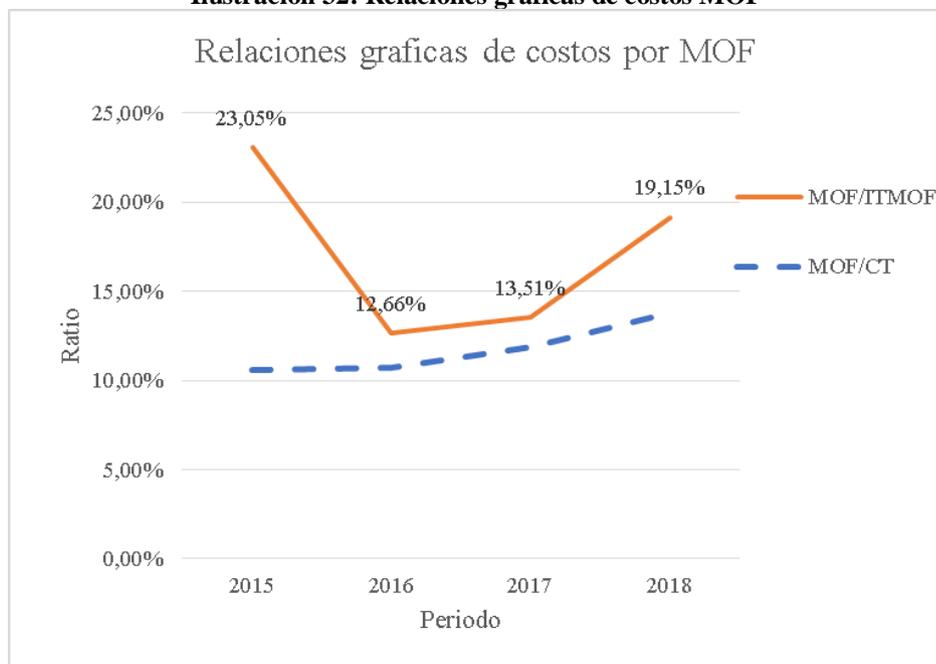
Esto tiene como conclusión que se requiere con urgencia la planificación de la capacidad instalada para corregir este déficit presupuestario destinado al costo de la mano de obra de fabricación.

Ilustración 31: Pago de sueldo variable por jerarquía



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Ilustración 32: Relaciones gráficas de costos MOF



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

CAPÍTULO 5: CALCULO DE CAPACIDADES INSTALADAS.

En el presente capítulo se presenta un detalle del procedimiento que Aluminios del Maule tiene para sus unidades de negocio: aluminios, PVC y muebles, donde son calculadas las capacidades instaladas de estos procesos.

5.1 Productos estándares.

Los productos que son confeccionados en Aluminios del Maule como se ha mencionado en capítulos anteriores, corresponden a ventanas y estructuras fabricadas con marcos de aluminio y PVC, además de una gama de muebles que son utilizados en la construcción y equipamiento de proyectos habitacionales donde alrededor del 85% son destinados a los proyectos de la Constructora Independencia.

En cuanto a los productos de aluminios, los cuales tienen un mayor nivel de participación en las ventas que generan mano de obra de fabricación, definidos en la Tabla 4

Tabla 4: Familia de línea de aluminios

Ventanas correderas	Ventanas proyectantes
AL-15	AL-32
AL-20	AL-42
AL-25	Económicas

Fuente: Morán (2008).

Esta subdivisión de familias productivas es dividida según el ancho de perfil de cada ventana fabricada, donde independiente de ello, las ventanas correderas ocupan la misma quincallería.

Los requerimientos de material de cada ventana se encuentran disponibles desde el Anexo 5 al Anexo 15, donde se detallan requerimientos de perfiles, cristales y quincallería, tanto para ventanas fijas, proyectantes, correderas y proyectantes con paño fijo.

5.1.1 Ventanas correderas.

El grupo de ventanas correderas se compone de los elementos AL-15, AL-20, AL-25. Estas ventanas son identificadas entre sí según el perfil que poseen, estos son de 15, 20, 25 mm de ancho respectivamente. A su vez, estas ventanas tienen una configuración de instalación en terreno, esta puede ser móvil o fija, donde la fija se le conoce comúnmente como “corredera”. El perfil de fabricación de cada ventana corredera se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Tipos de ventanas correderas.

Número de hojas	Características de la hoja
2	Paño fijo y una corredera
2	Ambas correderas
3	Un paño fijo y dos correderas

Fuente: Morán (2008).

5.1.2 Ventanas proyectantes

Esta cartera de productos se compone de tres tipos de ventanas, estas son la AL-32, AL-42 y económicas, las cuales al igual que las anteriores, se diferencian por el ancho de su perfil. Las AL-32 y AL-42 tienen respectivamente 32 y 42 mm de ancho en sus perfiles, estas tienen a su vez tres tipos de configuración: paño fijo, proyectante y proyectante con paño fijo. Por otra parte, las ventanas económicas corresponden a una subfamilia de ventanas que son utilizadas en viviendas sociales, baños y cocinas, por lo que estas son fabricadas en varios lotes de producción. Los perfiles utilizados para cocina y baños se detallan en la Tabla 6

Tabla 6: Perfiles de ventanas económicas

Tipo de ventana	Perfiles utilizados
Cocina	5392,1204,5320,0135
Baño	5392,1204

Fuente: Morán (2008).

5.2 Proceso productivo de aluminios y termopaneles.

Tanto los perfiles de aluminio que conforman el armazón de las ventanas como la fabricación de termopaneles, son procesos que se trabajan en líneas separadas, sin embargo, no son completamente excluyentes entre sí, debido a que estos procedimientos deben realizarse en paralelo y con un margen en diferencia de tiempo mínimo con la finalidad de no provocar cuellos de botella que retrasen el proceso.

Para este tipo de fabricación de ventanas, es opcional el montaje de los perfiles con vidrio único o con termopaneles, pero es necesario adecuar la estructura de los armazones para que los vidrios encajen de manera perfecta y no se produzcan defectos de aislación, trizado por presión o dimensiones incorrectas.

El proceso de fabricación de ventanas con perfil de aluminio, tanto de vidrio único como de termopanel, se compone de una serie de etapas que están esquematizadas en un diagrama profesional de flujo o columna de responsables, donde se identifican las entidades o centros de trabajo encargados de las ordenes de taller como también la ejecución de estas (ver Anexo 4).

5.2.1 Asignación de tareas productivas.

El encargado de realizar la orden a los operarios de ejecutar las labores de producción es el gerente de producción, o en su defecto, jefe de producción. Esto da inicio al proceso que confecciona los productos demandados por un determinado cliente (ya sea Constructora Independencia como clientes particulares, se ocupa el mismo sistema).

Tanto el gerente como el jefe de producción, consultan la planificación de trabajos a realizar, para luego transmitir esta información al jefe de taller, quien emitirá una orden de taller para comenzar los trabajos (Morán, 2008).

5.2.2 Elaboración de orden de taller.

Para la redacción de la orden de taller, el jefe de taller debe escribir lo más detallado posible los requerimientos de producción junto con las medidas necesarias para cada producto, junto con ello es necesario anexar todos los materiales a utilizar para la ejecución de esta labor. Cabe destacar que este documento debe tener un respaldo digital que debe ser enviado por correo electrónico al encargado de bodega, esto sirve para tener un proceso de inventariado de materias primas más controlado y evitar pérdidas innecesarias.

Este documento además es enviado a los procesos de corte de aluminios y dimensionados de vidrios, pues estos deben trabajar de forma paralela.

5.2.3 Extraer materias primas.

La extracción de materiales a utilizar es realizada por el operario encargado del corte de aluminios, para llevar a cabo los trabajos designados por el departamento de producción. En

paralelo, el jefe de bodega contabiliza el inventario utilizado para luego actualizar las cantidades en *stock* de material.

Este proceso debe ser continuado una vez que el operario de cortado termina sus labores con un lote de material que recibe desde producción, debido a que cualquier detención retrasa la línea total.

5.2.4 Cortar aluminios.

El operario una vez que transporta las materias primas hacia su puesto de trabajo, realiza las labores de corte con ayuda de una sierra circular móvil, la cual realiza movimientos controlados de arriba hacia abajo.

El operador de la sierra corta los perfiles de aluminio con la medida correspondiente a cada tipo de ventana solicitada. Estos cortes son depositados en un aparate clasificador con la finalidad de evitar errores en los procesos de destaje cuando el operario encargado de esa zona transporte los materiales desde la zona de corte.

Una forma de verificar que los perfiles vienen en perfecto estado, con las medidas correspondientes y una cantidad coherente, es firmando una planilla de corte de aluminios para constatar la conformidad de recepción, entregando así los perfiles solicitados y perfiles sobrantes en caso de existir.

5.2.5 Destajar aluminios.

El proceso de destaje de aluminios tiene dos subprocesos independientes, para lo cual el destinar un perfil de corte hacia uno u otro proceso, dependerá de las especificaciones entregadas en la orden de taller para la fabricación de ventanas. Los procesos de destaje se les conoce como: destaje por matrices y destaje por pantógrafo, los cuales se detallan a continuación.

- **Destaje de aluminios por matrices:** una vez que los perfiles de aluminio son cortados, el operario de destaje se acerca a la zona de corte y transporta los perfiles

correspondientes a su centro de trabajo, donde con la ayuda de una matriz de destaje, realiza las perforaciones correspondientes que prontamente son utilizados para encajar las piezas de ensamble de estructuras, detallados desde el Anexo 5 al Anexo 15. Los perfiles utilizados en esta etapa son:

- **Ventanas correderas:** traslapo, batiente y riel inferior.
- **Ventanas proyectantes:** riel inferior, batiente.
- **Destaje de aluminios por pantógrafo:** de forma similar al proceso anterior, el operario de destaje se acerca a la zona de corte y transporta los perfiles correspondientes a su centro de trabajo, donde esta vez con la ayuda de un pantógrafo de corte manual, realiza las perforaciones y calados correspondientes que prontamente son utilizados para encajar las piezas de ensamble de estructuras, detallados desde el Anexo 5 al Anexo 15. Los perfiles utilizados en esta etapa son:

- **Ventanas proyectantes:** verticales de hoja, zócalo.

5.2.6 Armar o encajar perfiles.

El proceso de armado, una vez que se reciben los perfiles destajados por pantógrafo y matrices, el operario encargado de esta zona de trabajo ensambla las piezas correspondientes con los materiales detallados desde el Anexo 5 al Anexo 15. Es necesario mencionar que este proceso de entrega por parte de los operarios de destaje, debe realizarse de manera sincronizada, ordenada y completa, esto con evitar errores al momento de realizar el ensamble. Como forma de verificar, también se realiza un registro de recepción en conformidad.

5.2.7 Dimensionar o vidriar.

Este es un proceso anterior al vidriado por termopaneles, puesto que se trata de un vidrio único que luego será ensamblado a la estructura final, siguiendo los requerimientos de la orden de taller. La especificación de esta orden debe detallar las dimensiones correspondientes del cristal para un perfecto montaje. Tres operarios son encargados de trasladar los cristales acopiados con la ayuda de ventosas manuales, que evitan que el cristal se resbale. Luego de ello, este cristal

es depositado en una mesa de corte donde un operario dibuja las medidas necesarias e introduce los parámetros en un software incorporado a la máquina de corte.

Cabe destacar que esta actividad alimenta a las actividades de montaje directo como también a termopaneles, siguiendo las especificaciones de las pautas. El responsable del dimensionado de vidrios al realizar los cortes a las planchas de vidrio, debe además registrar la utilización de los cristales utilizados en el *software* ERP *Unysoft* que descuenta los materiales y archiva estos registros.

5.2.8 Montar o ensamblar.

Esta actividad es alimentada por los procesos de armado, termopaneles y vidriado de forma independiente, y son copiados los perfiles de aluminio junto con los cristales dimensionados. A continuación, el operario realiza la labor de montaje manual de piezas con la ayuda de martillos de goma que al realizar pequeños pero certeros golpes, acopla los cristales a los perfiles encajados de aluminio. En este proceso se reciben dos registros de conformidad por parte de la zona de dimensionado de vidrios o termopaneles y de la zona de ensamble, donde posteriormente los materiales utilizados deben ser registrados en el ERP.

5.2.9 Almacenar productos terminados.

Los productos terminados tienen dos terminales de acopio, uno de ellos es en la zona de transporte, donde los productos son enviados inmediatamente a las obras en terreno y la otra es una bodega de productos terminados. Los encargados de montaje deben entregar reportes constantes al jefe de área de los productos ya elaborados.

5.2.10 Corte de separadores (Proceso DVH).

Los procesos que anteceden a los centros de termopaneles, siguen los mismos lineamientos con excepción del tratado del vidrio, vale decir, el cristal sigue una etapa más de procesamiento antes de llegar al montaje final, descrito en el Montar o ensamblar.

El operario encargado de esta zona de trabajo, corta los separadores que definen el desfase entre cada par de vidrios del termopanel. Este al ser un proceso paralelo a los procesos de corte, destaje y ensamble de aluminios, recibe las ordenes de taller de forma independiente con la finalidad de optimizar tiempos de fabricación.

Al igual que todas las etapas, debe existir un registro por parte del operador, los cuales pasarán a la etapa de armado.

5.2.11 Armado de separadores (Proceso DVH).

El armado de separadores, no es otra cosa que un montaje de la separación de ambos vidrios que conforman el termopaneles, todo esto con la ayuda de escuadras para las medidas y dimensiones y una maquina butiladora que aplica el adhesivo por el contorno del separador, esto con el objetivo de mantenerlos en una posición fija.

Al igual que todas las etapas, debe existir un registro por parte del operador además de un registro de conformidad del proceso anterior, los cuales pasarán a la etapa de lavado y secado de cristales.

5.2.12 Lavado y secado de cristales (Proceso DVH).

Este procedimiento es realizado por una máquina lavadora controlada por un operario, que ingresa los parámetros al *software* incorporado. Esta actividad se encarga de eliminar las impurezas del cristal, con la finalidad de entregar al cliente final un producto higienizado. Se confeccionan además los registros de armado y conformidad del proceso.

5.2.13 Prensado y sellado (Proceso DVH).

En esta actividad, los cristales separados se les aplica un segundo sello de silicona estructural inyectado por todo el contorno de la separación de manera uniforme, quedando un termopanel completamente sellado, el cual es almacenado en cuelgas para su posterior utilización en

actividades de montaje. Se confeccionan además los registros de termopaneles que serán enviados a los siguientes procesos además de la firma de un registro de conformidad.

5.3 Proceso productivo de muebles.

La fabricación de muebles consta de 3 etapas de planificación de actividades y 4 etapas de producción: corte, enchape, armado y embalaje. Los procedimientos de orden de conformidad y registro de materiales, son similares a los demás procesos de las otras unidades de negocio, por lo que esta salvedad es considerada en cada una de las etapas productivas.

5.3.1 Asignación de tareas productivas.

El encargado de realizar la orden a los operarios de ejecutar las labores de producción es el gerente de producción, o en su defecto, jefe de producción. Esto da inicio al proceso que confecciona los productos demandados por un determinado cliente (ya sea Constructora Independencia como clientes particulares, se ocupa el mismo sistema).

Tanto el gerente como el jefe de producción, consultan la planificación de trabajos a realizar, para luego transmitir esta información al jefe de taller, quien emitirá una orden de taller para comenzar los trabajos (Morán, 2008).

5.3.2 Elaboración de orden de taller.

Para la redacción de la orden de taller, el jefe de taller debe escribir lo más detallado posible los requerimientos de producción junto con las medidas necesarias para cada producto, junto con ello es necesario anexar todos los materiales a utilizar para la ejecución de esta labor. Cabe desatacar que este documento debe tener un respaldo digital que debe ser enviado por correo electrónico al encargado de bodega, esto sirve para tener un proceso de inventariado de materias primas más controlado y evitar pérdidas innecesarias.

5.3.3 Extracción de materias primas.

La extracción de materiales a utilizar es realizada por el operario encargado del corte de melaminas, para llevar a cabo los trabajos designados por el departamento de producción. En paralelo, el jefe de bodega contabiliza el inventario utilizado para luego actualizar las cantidades en *stock* de material.

Este proceso debe ser continuado una vez que el operario de cortado termina sus labores con un lote de material que recibe desde producción, debido a que cualquier detención retrasa la línea total.

5.3.4 Cortar melamina.

El operario una vez que transporta las materias primas hacia su puesto de trabajo, realiza las labores de corte con ayuda de una mesa de trabajo con sierra caladora, la cual realiza movimientos controlados de corte longitudinal.

El operador de la sierra corta las melaminas con la medida correspondiente a cada tipo de mueble solicitado. Estos cortes son depositados en un clasificador con la finalidad de evitar errores en los procesos de enchapado cuando el operario encargado de esa zona transporte los materiales desde la zona de corte.

5.3.5 Enchapar.

El proceso de enchapado es un procedimiento que utiliza calor localizado al tapacanto de la melamina y aplicado también a las superficies, para la formación de un acabado más suave y estético. El operador, con ayuda de un pegamento especial y planchas, se encarga de laminar tanto la superficie como los bordes de los cortes de melamina, teniendo suma precaución de evitar la formación de grumos de pegamento en la superficie.

5.3.6 Armar muebles.

El armado de muebles dependerá de las órdenes de taller que especifica el tipo de mueble a confeccionar. El encargado de esta sección recibe las dimensiones enchapadas correspondientes para ensamblar las diferentes partes que componen un mueble, todo esto con la ayuda de taladros eléctricos que realizan perforaciones y atornillan las tablas que crean la estructura final.

5.3.7 Embalaje.

Una vez que el mueble se encuentra terminado, se procede a cubrirlo con cinta de embalaje industrial con la finalidad de facilitar su transporte hacia el cliente final.

5.3.8 Almacenar productos terminados.

Los productos terminados y embalados tienen dos terminales de acopio, uno de ellos es en la zona de transporte, donde los productos son enviados inmediatamente a las obras en terreno y la otra es una bodega de productos terminados.

5.4 Proceso productivo PVC.

El policloruro de vinilo, mejor conocido como PVC, es un polímero sintético utilizado en la construcción como fabricación de revestimientos, ventanas, techos, vallas, cubiertas, revestimientos de paredes y pisos, debido a su maleabilidad y ductilidad, además de la resistencia a golpes, humedad del ambiente y abrasión.

Para efectos de este proyecto de título, el proceso realizado con PVC es la fabricación de perfiles de ventanas como alternativa a los perfiles de aluminio.

Cuenta con las mismas etapas de planificación de actividades y producción, anexando los procesos de termopaneles.

5.4.1 Asignación de tareas productivas.

El encargado de realizar la orden a los operarios de ejecutar las labores de producción es el gerente de producción, o en su defecto, jefe de producción. Esto da inicio al proceso que confecciona los productos demandados por un determinado cliente (ya sea Constructora Independencia como clientes particulares, se ocupa el mismo sistema).

Tanto el gerente como el jefe de producción, consultan la planificación de trabajos a realizar, para luego transmitir esta información al jefe de taller, quien emitirá una orden de taller para comenzar los trabajos (Morán, 2008).

5.4.2 Elaboración de orden de taller.

Para la redacción de la orden de taller, el jefe de taller debe escribir lo más detallado posible los requerimientos de producción junto con las medidas necesarias para cada producto, junto con ello es necesario anexar todos los materiales a utilizar para la ejecución de esta labor. Cabe destacar que este documento debe tener un respaldo digital que debe ser enviado por correo electrónico al encargado de bodega, esto sirve para tener un proceso de inventariado de materias primas más controlado y evitar pérdidas innecesarias.

5.4.3 Extracción de materias primas.

La extracción de materiales a utilizar es realizada por el operario encargado del corte de perfiles de PVC, para llevar a cabo los trabajos designados por el departamento de producción. En paralelo, el jefe de bodega contabiliza el inventario utilizado para luego actualizar las cantidades en *stock* de material.

Este proceso debe ser continuado una vez que el operario de cortado termina sus labores con un lote de material que recibe desde producción, debido a que cualquier detención retrasa la línea total.

5.4.4 Cortar o trozar PVC.

El operario una vez que transporta las materias primas hacia su puesto de trabajo, realiza las labores de corte con ayuda de una sierra circular móvil, la cual realiza movimientos controlados de arriba hacia abajo.

El operador de la sierra corta los perfiles de PVC con la medida correspondiente a cada tipo de ventana solicitada. Estos cortes son depositados en un aparate clasificador con la finalidad de evitar errores en los procesos de destaje cuando el operario encargado de esa zona transporte los materiales desde la zona de corte.

Una forma de verificar que los perfiles vienen en perfecto estado, con las medidas correspondientes y una cantidad coherente, es firmando una planilla de corte de aluminios para constatar la conformidad de recepción, entregando así los perfiles solicitados y perfiles sobrantes en caso de existir.

5.4.5 Destajar PVC.

El proceso de destaje de PVC tiene tres subprocesos independientes, para lo cual el destinar un perfil de corte hacia uno u otro proceso, dependerá de las especificaciones entregadas en la orden de taller para la fabricación de ventanas. Los procesos de destaje se les conoce como: destaje por ponchadora, destaje por pantógrafo y destaje por palillo, los cuales se detallan a continuación.

- **Destaje de PVC por ponchadora:** una vez que los perfiles de aluminio son cortados, el operario de destaje se acerca a la zona de corte y transporta los perfiles correspondientes a su centro de trabajo, donde con la ayuda de una ponchadora, realiza las perforaciones correspondientes que prontamente son utilizados para encajar las piezas de ensamble de estructuras, detallados desde el Anexo 5 al Anexo 15. Los perfiles utilizados en esta etapa son:
 - **Ventanas pequeñas:** 290-1.

- **Ventanas grandes:** 290-1,290-2.
- **Destaje de aluminios por pantógrafo:** de forma similar al proceso anterior, el operario de destaje se acerca a la zona de corte y transporta los perfiles correspondientes a su centro de trabajo, donde esta vez con la ayuda de un pantógrafo de corte manual, realiza las perforaciones y calados correspondientes que prontamente son utilizados para encajar las piezas de ensamble de estructuras. Los perfiles utilizados en esta etapa son:
 - **Ventanas pequeñas:** 290-3,290-1.
 - **Ventanas grandes:** 290-2.
- **Destaje de PVC de palillos:** consiste en un proceso de destaje de piezas finas que componen los perfiles interiores de las ventanas. Los perfiles utilizados para este proceso son los 290-4.

5.4.6 Soldar PVC.

A diferencia del ensamble manual que se realiza en aluminios, para la unión de los perfiles de PVC se realiza un proceso de termofusión, donde una máquina especializada, aplica calor en las uniones de los perfiles, para un acabado hermético del marco de ventanas. Estas máquinas de termofusión, tienen una temperatura de ejecución por sobre los 65°C, temperatura a la cual el PVC es derretido y son fijadas las uniones una vez que se enfría el material.

5.4.7 Limpieza y armado.

Este proceso recibe los perfiles armados y elimina las impurezas de los procesos anteriores para un mejor acabado del producto, paralelamente a ello se instala la cinta de doble contacto para colocar próximamente los cristales de manera ajustada, se arman las piezas restantes como los mecanismos de apertura (pestillos, rodamientos y enganches) y se procede a realizar el burleteado para que las ventanas queden herméticas.

5.4.8 Cubicación de cristal.

La especificación de esta orden debe detallar las dimensiones correspondientes del cristal para un perfecto montaje. Tres operarios son encargados de trasladar los cristales acopiados con la ayuda de ventosas manuales, que evitan que el cristal se resbale. Luego de ello, este cristal es depositado en una mesa de corte donde un operario dibuja las medidas necesarias e introduce los parámetros en un software incorporado a la máquina de corte.

5.4.9 Vidriar, enjuntillar y montar hojas.

Se instalan en este proceso, las ventanas monolíticas o de termopanel según corresponda, además de juntillas para evitar que los cristales se resbalen por las orillas, para luego terminar con la colocación de la hoja en el marco de la ventana, lo que finaliza el proceso de fabricación de la ventana de PVC

5.4.10 Almacenar productos terminados.

Los productos terminados y embalados tienen dos terminales de acopio, uno de ellos es en la zona de transporte, donde los productos son enviados inmediatamente a las obras en terreno y la otra es una bodega de productos terminados.

5.5 Estadísticas de capacidad.

Según un estudio realizado el 2008 en Aluminios del Maule, existen registros de capacidades instaladas para cada centro de trabajo estudiado en la unidad de negocio de aluminios.

En este proyecto de titulación en cuestión, el cuello de botella identificado, se encontraba a priori en el proceso de armado, teniendo una duración ideal de 22 min/ventana. Ahora bien, considerando un tiempo de ocio intermedio de un 20% adicional al tiempo ideal por cada proceso, se obtiene la Tabla 7 que mide los tiempos de duración de cada proceso.

Tabla 7: Medición de tiempo ideal y real estimado por centro de trabajo

Proceso	Tiempo ideal (min/ventana)	Tiempo real estimado (min/ventana)
Corte	3,6	4,32
Destaje	4,5	5,4
Armado	22	26,4
Vidriado	3	3,6
Montaje	10	12

Fuente: (Morán, 2008).

Ahora bien, el proceso individual para identificar estos tiempos de fabricación por centro de trabajo, se realizaron 2 muestras aleatorias que permitieron calcular tanto la capacidad instalada de cada proceso, como también los tiempos de ciclo que tiene la materia prima hasta convertirse en el producto final.

Tabla 8: Medición de productividad en etapa de corte

Proceso	Cantidad (casas)	Tipos de ventana por cada casa	Tiempo medido	Índice productivo
Corte Aluminio	40	Ventana cocina (1) Ventana AL-20 (1) Ventana AL-15 (2) Ventana Baño (1)	(8:00-13:00) (14:30-18:30) (8:00-11:00) 12 horas	$\frac{12hrs}{200unid} \times \frac{60min}{1hr} =$ $3,6 \frac{min}{unid} \approx 16 \frac{unid}{hr}$

Fuente: (Morán, 2008).

La Tabla 8 y la Tabla 9 muestran un ejemplo del proceso de muestreo de corte que se ha realizado en el mismo estudio de caso. El proceso que se muestra, es una medición aleatoria del proceso de corte junto con una referencia de productividad la cual fue consultada en entrevista con los trabajadores del centro de trabajo en conjunto con la gerencia de la organización, como ambas mediciones son bastante similares, se prefirió tomar la capacidad correspondiente a la muestra medida.

Cabe destacar que la medición considero el uso de una casa estándar para viviendas sociales que hasta ese entonces contaba con esa gama de productos.

Tabla 9: Referencia de productividad en etapa de corte

Proceso	Cantidad (casas)	Tipos de ventana por cada casa	Tiempo medido	Índice productivo
Corte Aluminio	40	Ventana cocina (1)	(8:00-13:00)	$\frac{14hrs}{200unid} \times \frac{60min}{1hr} = 4,2 \frac{min}{unid} \approx 14 \frac{unid}{hr}$
		Ventana AL-20 (1)	(14:30-18:30)	
		Ventana AL-15 (2)	(8:00-13:00)	
		Ventana Baño (1)	14 horas	

Fuente: (Morán, 2008).

5.6 Capacidades instaladas calculadas.

Con el motivo de conocer las condiciones a la cual la empresa realiza sus procesos de fabricación, se realizó el trabajo de medición tanto de capacidad como también la proporción de defectos por procesos el cual es abordado en el próximo capítulo en más detalle.

El proceso de PVC, al ser un proceso semi-automatizado, que no posee una baja tasa de defectos gracias a que el proveedor de la maquinaria ha integrado un *software* que confecciona pautas de fabricación detalladas, se ha excluido de este análisis para dar paso a las unidades de negocio donde no se tiene mucha información al respecto, como lo es el caso de aluminios y muebles.

Como se ha establecido en la metodología de la solución, esta etapa se detalla el análisis exploratorio realizado durante el mes de diciembre de 2018, donde la producción de capacidad está destinada en su mayoría, a la generación de stock de seguridad que permita solventar las variaciones de demanda.

Bajo el supuesto de que las casas construidas durante el año, corresponden a un modelo de casa estándar, conocida como casa tipo Rauquén (para más detalles ver Anexo 17 al Anexo 21 sobre el diseño estructural), la cual se compone de las siguientes estructuras que la empresa provee a la Constructora Independencia, todo esto exhibido en la Tabla 10 y Tabla 11.

Tabla 10: Composición casa tipo Rauquén (ventanas)

Referencia	Ubicación	Descripción	Cantidad
PV1	Cocina	Ventana de dos hojas, una hoja móvil y otra fija, de 0,975x1,005 metros	1
V1	Dormitorio 1	Ventana de dos hojas, una hoja móvil y otra fija, de 1,48x1,285 metros	1
V2	Baño	Ventana proyectante de 0,65x0,65 metros	1
V3	Comedor	Ventana de dos hojas, una hoja móvil y otra fija, de 1,81x2,06 metros	1
V4	Living	Ventana de dos hojas, una hoja móvil y otra fija, de 1,48x1,22 metros	1
V5	Dormitorio 1	Ventana de paño fijo de 0,49x1,22 metros	1
V6	Dormitorio 2,3,4 y Estar 2° piso	Ventana de dos hojas, una hoja móvil y otra fija, de 1,20x1,00 metros	4
V7	Baño 2	Ventana de dos hojas, una hoja móvil y otra fija, de 0,70x0,90 metros	1
V8	Caja Escala	Ventana de paño fijo de 0,60x1,40 metros	1

Fuente: Requerimientos de construcción (Constructora Independencia, 2018)

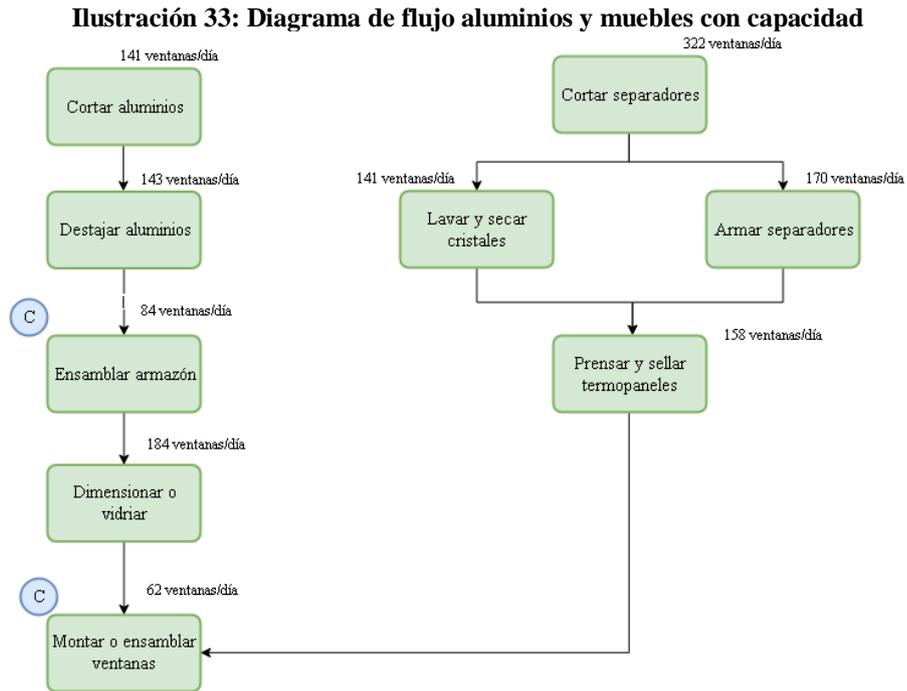
Tabla 11: Composición casa tipo Rauquén (muebles)

Ubicación	Descripción	Cantidad
Cocina	Mueble colgante 0,50x0,80x0,30 metros	1
Cocina	Mueble lavaplatos 0,90x0,80x0,50 metros	1
Dormitorio 1	Closet dos puertas 0,50x0,60 metros	1
Dormitorio 2 y 3	Closet dos puertas 1,00x0,60 metros	2

Fuente: Requerimientos de construcción (Constructora Independencia, 2018)

Para desarrollar el análisis exploratorio detallado desde el Anexo 22 al Anexo 37, se han presentado dificultades previas, las cuales hablan sobre el desconocimiento en la forma de reconocer salidas defectuosas de cada proceso, sin embargo, los operarios de las secciones de armado y ensamblado han identificado las fallas propias de los procesos anteriores a estos, vale decir, que armado es capaz de identificar fallas en corte y destaje, mientras que ensamblado es capaz de hacer lo mismo para los procesos de armado, vidriado y/o procesos de termopaneles.

Para lo anterior, se usaron como puntos de control, las actividades de armado y ensamblado identificados en la Ilustración 33 con la letra C, y se hizo seguimiento a un lote de perfiles para el caso de los aluminios y vidrios para el caso de la actividad de vidriado y termopaneles que alimenta al proceso de ensamble final. Con ello las capacidades instaladas de cada proceso fueron las que se muestran a continuación.

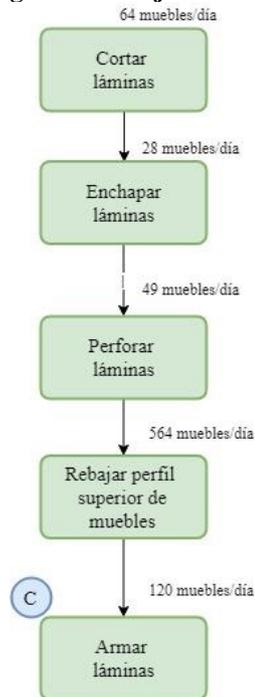


Fuente: Elaboración propia

Se ha identificado entonces que el cuello de botella corresponde al proceso de ensamble con 2,3 ventanas/día por mesa de trabajo, para lo cual finalmente, al existir 6 mesas que trabajan en paralelo.

De la misma forma se desarrolló el análisis exploratorio para muebles, tomando como punto de control el centro de armado que identifica fallas en los procesos anteriores, lo cual a partir de la información calculada y detallada entre los anexos Anexo 38 y Anexo 47, se obtuvo las siguientes capacidades instaladas descritas en la Ilustración 34.

Ilustración 34: Diagrama de flujo de muebles con capacidad



Fuente: Elaboración propia

Se identifica como cuello de botella la sección de enchape con 28 muebles/día lo cual principalmente se debe a la velocidad de movimiento de la máquina y el cambio de perfiles que se realiza entre procesos, ya que no hay un flujo continuo de productos estándar, sino que también existe la posibilidad de que, en medio del proceso diario, se confeccionen productos con medidas especiales.

Con frecuencia, el área de perforado con la de rebaje trabajan de forma independiente a la línea, para evitar atochamiento o sobre acopio de material, por lo que es necesario que los productos elaborados de esas actividades, sean almacenados en un área habilitada para cuando se requiera su uso.

CAPÍTULO 6: INCENTIVO A LA CALIDAD, PAUTAS DE FABRICACIÓN Y NUEVAS TARIFAS ASOCIADAS.

En el presente capítulo se presenta un resumen estadístico asociado a la calidad de la producción, donde esta información es cruzada con capacidad y presupuesto de mano de obra de fabricación, para confeccionar propuestas que mejoren la calidad y aseguren el pago de remuneraciones.

6.1 Estándares de calidad.

Al hablar de calidad de los productos, se confieren una serie de atributos que debe cumplir para ser declarado como “producto conforme” y sea utilizado en las obras tanto del cliente mayoritario (Constructora Independencia) como también, los clientes particulares.

Los estándares de calidad que deben ser considerados al momento de realizar un control tanto dentro de la línea como en terreno, son:

- Medidas adecuadas para la instalación en terreno (solicitadas por el cliente)
- Productos limpios
- Productos seguros
- Vidrios en perfecto estado en el caso de aluminios (sin rayas, trizaduras, signos de golpes, quiebres, etc.)
- Laminas en perfecto estado en el caso de muebles.
- Enchapado parejo sin grumos.
- Termopaneles que cumplan función aislante.

Bajo este contexto, las mediciones recopiladas en el proceso exploratorio considero esta serie de variables para calificar los productos y clasificarlos de forma estricta con los atributos de defectuoso o aprobado.

Gracias a este análisis es posible verificar cuales son los procesos que están fuera de control, su tasa de defectos promedio y confeccionar posibles medidas para disminuir estos defectos en el corto plazo y finalmente sea la misma línea, capaz de controlar dichos procesos a través de la reestructuración de las remuneraciones y la forma de trabajar las materias primas.

Es así como entonces, la utilización de las cartas de control descritas en el marco teórico, son definidas como herramientas para interceptar los procesos fuera de control y dar argumento a las posibilidades de fallas más recurrentes de los centros de trabajo.

6.2 Estadísticas de pérdidas.

En el estudio exploratorio se sacó como conclusión que ciertos procesos de aluminios tuvieron mediciones fuera de los límites de control:

- Armado de aluminios: Muestra 1 (2da medición), Anexo 53.
- Corte de aluminios: Muestra 4 (1era medición), Anexo 48.
- Armado de separadores de termopanel (DVH): Muestra 1 (1era medición), Anexo 60.

Existen diferentes causas probables para la concurrencia de estas fallas en los procesos que, aunque no ser recurrentes, pueden constituir un problema para el uso de capacidad máxima en alta demanda, ya que, al tener una mayor velocidad en la línea de producción, mayor es la probabilidad de falla.

Las causas probables que la teoría describe dentro de las 6M y que se barajan son (Gutiérrez & De la Vara, 2004):

- **Mano de obra:** los procesos pueden fallar por desconocimiento de la mano de obra para manejar los procesos, lo que para este caso el requerimiento de servicios de aprendices o ayudantes en la línea productiva, pudiese ser catastrófico para la línea de producción si no se tiene un manejo adecuado de los implementos, se calculan de manera errónea las medidas.
- **Materiales:** en conversaciones con los trabajadores, ellos manifiestan que, en la mayoría de los casos, los materiales no llegan en perfecto estado a las primeras etapas productivas de corte, tanto de muebles como de aluminios, ya sea porque los materiales vienen doblados, golpeados o no corresponden a las medidas solicitadas por la empresa.
- **Maquinaria:** para el caso de ambas unidades de negocio, los procesos cuentan con maquinaria que requiere una alta intervención humana, ya sea en la manipulación de herramientas de corte y destaje, como adecuar las medidas para los procesos de enchape y perforado, así como también procesos que son completamente manuales como los de ensamblado y montaje finales que no cuentan con ninguna clase de automatización.

- **Medición:** como es común que en todas las empresas dedicadas al rubro de la construcción existan discrepancias en las medidas, ya sea la que es proporcionada por el cliente o también por el uso de pautas de fabricación tanto de ventanas como de muebles que no corresponden y que una falla milimétrica, afecta al resultado.
- **Métodos:** la no existencia de una documentación que permita identificar los márgenes de calidad tanto para las materias primas recibidas como para los productos que abandonan la línea de producción para ser comercializados, tiene como consecuencia un nivel de defectos alto o procesos que se encuentran fuera de control. Tomando como ejemplo la normativa ISO 9001, es necesaria tanto su implementación y actualización constante para el manejo de la calidad de los productos.
- **Medio ambiente:** El compromiso tanto de la directiva para mejorar las condiciones de trabajo también es fundamental para mantener a los operarios concentrados en elaborar ventanas y muebles de calidad, ya que, al no percibir los incentivos correctos, no se cumplirán las metas esperadas de producción de calidad.

En la Tabla 12 se muestra un resumen de los reportes de las cartas de control detalladas desde el Anexo 48 al Anexo 57 cuyos datos fueron recopilados desde el 03 de diciembre al 19 de diciembre de 2018, guardados como base de datos en *Microsoft Excel* y procesados en *RStudio* para la elaboración de cartas de control.

De la misma forma la Tabla 13 muestra un resumen del proceso de termopaneles cuyos datos fueron recopilados desde el 03 de diciembre al 13 de diciembre de 2018, donde se confeccionaron las cartas de control encontradas desde el Anexo 58 al Anexo 65.

Finalmente, la Tabla 14 muestra un resumen de muebles para los anexos Anexo 66 y Anexo 75 con datos recopilados desde el 03 de diciembre al 13 de diciembre de 2018.

Tabla 12: Resumen reportes cartas de Control Procesos de aluminios.

Aluminios	Medición	Tamaño	Unidades	LC	LSC	LIC
Corte	1	120	perfiles	21%	32%	10%
	2	120	perfiles	22%	34%	11%
Destaje	1	120	perfiles	25%	37%	13%
	2	120	perfiles	27%	39%	15%
Armado	1	28	perfiles	23%	47%	0%
	2	28	perfiles	26%	50%	1%
Vidriado	1	30	ventanas	27%	52%	3%
	2	30	ventanas	32%	58%	6%
Montaje	1	10	ventanas	18%	54%	0%
	2	10	ventanas	26%	68%	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Resumen reportes cartas de Control Procesos de termopaneles.

Termopaneles	Medición	Tamaño	Unidades	LC	LSC	LIC
Corte	1	30	ventanas	15%	35%	0%
	2	30	ventanas	16%	36%	0%
Armado	1	30	ventanas	13%	32%	0%
	2	30	ventanas	17%	37%	0%
Lavado	1	30	ventanas	31%	57%	6%
	2	30	ventanas	23%	46%	0%
Prensado	1	30	ventanas	19%	41%	0%
	2	30	ventanas	15%	35%	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Resumen reportes cartas de Control Procesos de muebles.

Muebles	Medición	Tamaño	Unidades	LC	LSC	LIC
Corte	1	30	Laminas	25%	48%	1%
	2	30	Laminas	26%	50%	2%
Enchape	1	21	Laminas	36%	68%	5%
	2	21	Laminas	32%	63%	2%
Perforado	1	21	Laminas	36%	68%	5%
	2	21	Laminas	32%	63%	2%
Rebaje	1	30	Laminas	19%	41%	0%
	2	30	Laminas	15%	35%	0%
Armado	1	21	Laminas	28%	57%	0%
	2	21	Laminas	22%	49%	0%

Fuente: Elaboración propia

6.3 Cruce de información con capacidades instaladas.

En el apartado anterior, se obtiene como conclusión que en promedio la tasa de fallo de aluminios es de un 25,4% (32 ventanas de 127 ventanas/día producidas) en todos sus procesos, en termopaneles un 18,63% (26 ventanas de 141 ventanas/día producidas) y un 27,1% para muebles (18 muebles de 65 muebles/día producidas).

Por lo cual es necesario tener como meta desde el momento de la implementación de medidas, reducir el porcentaje de defectos en al menos 7 puntos porcentuales cada año, para que, en un periodo de 3 años, los defectos alcanzados sean de:

- Aluminios: 4,4%
- Termopaneles: 0%
- Muebles: 6,1%

Cabe destacar que al tratarse de valores teóricos, las metas están sujetas a la variabilidad de la demanda que afecte a la capacidad instalada.

6.4 Cruce de información con presupuesto esperado.

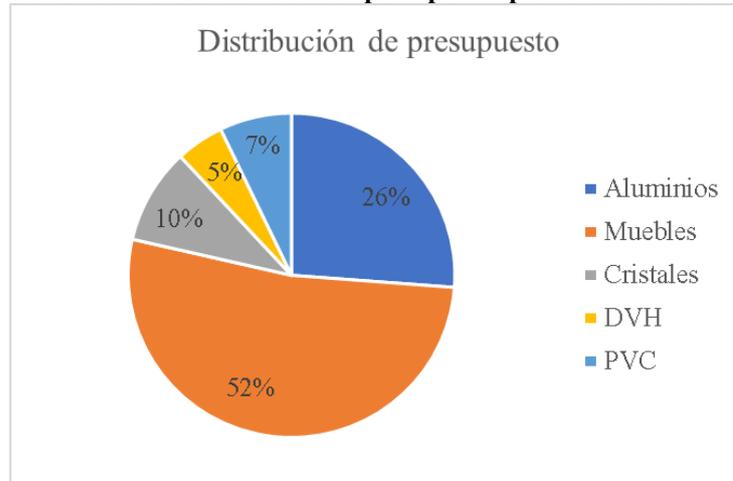
El presupuesto esperado para los próximos años que fue abordado en capítulos anteriores se ha tomado como referencia un 17% de los ingresos totales de aquellas unidades de negocio que generan mano de obra de fabricación.

Por lo tanto, anualmente debiesen destinarse MM\$175 (MM\$14 mensuales) para el año 2019 asumiendo un crecimiento de ventas del 5% en las unidades de negocio de aluminios, muebles y PVC en conjunto, de lo cual MM\$6,2 serán destinados mensualmente al pago de sueldos variables.

6.5 Cálculo de tarifas asociadas.

Bajo las condiciones de que los productos sean fabricados a tiempo y cumpliendo los estándares de calidad asociados al apartado más atrás se han calculado las tarifas asociadas a la producción de elementos por cada centro de trabajo, donde en acuerdo con la empresa, el presupuesto para el pago de los sueldos variables se distribuirá según la Ilustración 35.

Ilustración 35: Distribución de presupuesto para remuneraciones



Fuente: Elaboración propia

Mediante reglas de proporción básicas, se ha obtenido la Tabla 15 que muestra las tarifas asociadas a las actividades de aluminios, PVC, termopaneles, cristales y muebles. Cabe destacar que como no se ha realizado un análisis exploratorio para la sección de PVC, la capacidad estimada para esta actividad fue sugerida por la empresa como parámetro.

6.6 Bonificación por incentivo a la calidad.

En la búsqueda de una disminución de los defectos dentro de la línea de producción, se ha estimado que es necesario ofrecer un incentivo a la calidad el cual, en conversaciones con la gerencia de la empresa, se ha determinado cancelar un bono al final del periodo contable.

Se pronostica que sí año a año, tanto las devoluciones como los defectos dentro de la línea de producción, disminuyen en 5 puntos porcentuales por año, el ahorro anual será de:

- Aluminios: MM\$25,7
- Muebles: MM\$23,5

En la

se muestra la estimación de la repartición del bono al incentivo de la calidad, el cual seguirá las reglas establecidas para la repartición de bonos, reglamentada por la negociación colectiva de la empresa.

Tabla 15: Tarifas asociadas

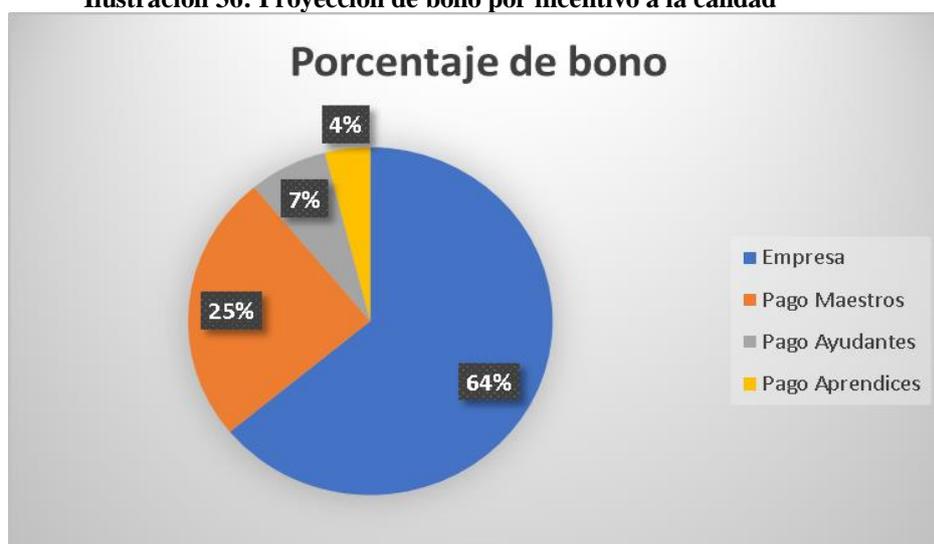
Sección	Personas	Capacidad estimada (por persona)	Parámetro	Tarifas 2022	Tarifas 2026	Tarifas 2029
Corte (Aluminios)	1	141	ventanas/día	\$465	\$515	\$556
Destaje (Aluminios)	1	143	ventanas/día	\$458	\$508	\$548
Armado (Aluminios)	6	2	ventanas/día	\$28.08 2	\$31.119	\$33.610
Montaje (Aluminios)	3	21	ventanas/día	\$3.171	\$3.513	\$3.795
Vidriado (Cristales)	4	37	ventanas/día	\$1.771	\$1.962	\$2.120
Corte (DVH)	2	161	ventanas/día	\$407	\$451	\$487
Armado (DVH)	2	71	ventanas/día	\$929	\$1.030	\$1.112
Lavado (DVH)	2	85	ventanas/día	\$771	\$854	\$923
Prensado (DVH)	2	79	ventanas/día	\$829	\$919	\$993
Proceso completo de PVC	3	20	ventanas/día	\$98.28 8	\$108.915	\$117.633
Corte (Muebles)	3	21	muebles/día	\$3.071	\$3.404	\$3.676
Enchape (Muebles)	1	28	muebles/día	\$2.340	\$2.593	\$2.801
Perforado (Muebles)	2	25	muebles/día	\$2.674	\$2.964	\$3.201
Rebaje (Muebles)	1	564	muebles/día	\$116	\$129	\$139

Armado (Muebles)	15	8	muebles/día	\$8.191	\$9.076	\$9.803
-------------------------	----	---	-------------	---------	---------	---------

Fuente: Elaboración propia.

En las tarifas de años posteriores se considera la entrega de un presupuesto fijado para remuneraciones, donde estos valores son fijados por el caso base correspondiente al flujo de caja que es tratado en la evaluación de impacto financiero

Ilustración 36: Proyección de bono por incentivo a la calidad



Fuente: Elaboración propia

6.7 Pautas de fabricación.

La confección de pautas de fabricación se ha adoptado como medida adicional como apoyo a la disminución de la tasa de defectos por procesos para lo cual se han desarrollado pautas para perfiles de aluminios, dimensión de vidrios y estructuras de muebles.

En este sentido se ha elaborado un prototipo que permite guiar en primera instancia la fabricación de ventanas y muebles con la ayuda de *Visual Basic* de *Excel*, para la confección de macros y *AutoCAD* para el dibujo de los planos.

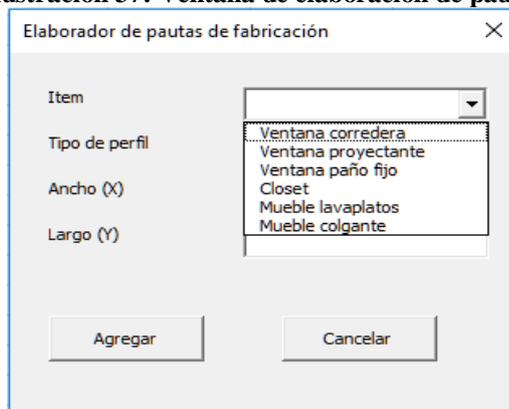
La Tabla 16 y la Ilustración 37 muestran los parámetros y el *mock-up* respectivamente del prototipo de elaboración de pautas, al escoger las diferentes opciones se desplegará una hoja con mediciones generales y específicas para considerar en las pautas de fabricación.

Tabla 16: Parámetros del prototipo elaborador de pautas.

Ítem	Perfiles
Ventana corredera	AL-15
Ventana proyectante	AL-20
Ventana paño fijo	AL-25
Closet	
Mueble lavaplatos	
Mueble colgante	

Fuente: Elaboración propia

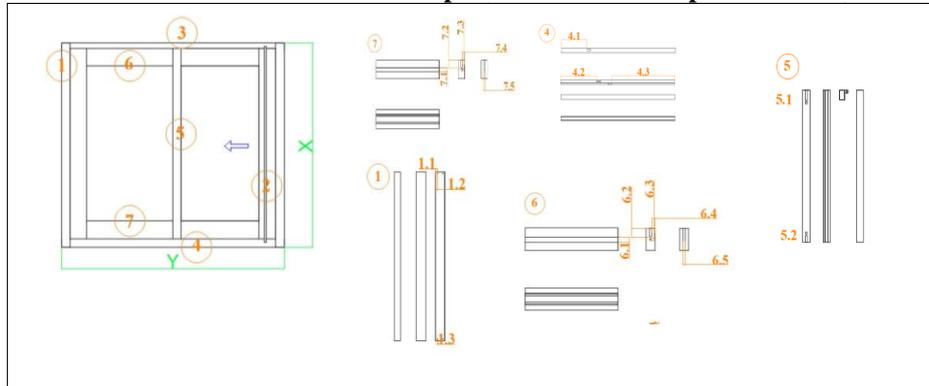
Ilustración 37: Ventana de elaboración de pautas



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, esto da como resultado una hoja de trabajo donde se detallan los perfiles y tal como se muestra en el Anexo 76 con las medidas correspondientes. La ubicación de estos perfiles puede apreciarse con mayor detalle en la Ilustración 38

Ilustración 38: Detalle de perfiles ventana V1 tipo AL-15



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 7: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO FINANCIERO.

En el presente capítulo se presenta el plan de implementación del proyecto que consta de 410 días a contar del 4 de septiembre de 2019 la evaluación del impacto del proyecto en la empresa, considerando las repercusiones económicas que tiene, como en las decisiones y en la organización de las actividades

7.1 Plan de implementación.

La ejecución de este proyecto contempla una serie de pasos a seguir que involucran los aspectos legales de la negociación colectiva entre trabajadores afiliados al sindicato y los representantes de la administración de la empresa Aluminios del Maule S.A.

A través del programa *MS Project*, se permitió asignar los diferentes recursos que serán utilizados en el plan de implementación del proyecto en cuestión, donde se identifican los recursos de tipo costo (como la contratación de un abogado para actividades que requieran asesoría legal y un psicólogo para las actividades que requieran selección de personal, respetando el perfil que requiera la empresa).

Se consideró así entonces un calendario estándar de proyecto que contempla los días festivos que dictamina la legislación, junto con una jornada laboral de 45 horas semanales repartidas de lunes a viernes, con jornadas de 8:00 a 14:30 hrs. y de 15:30 a 18:30 hrs.

La siguiente tabla muestra un resumen de las actividades principales a desarrollar en este proyecto que muestra una duración total de 410 días con un costo de \$62.242.938 que serán considerados como la inversión principal del proyecto, debido a que no es necesaria la adquisición de activos fijos tales como construcciones, maquinarias o equipos nuevos de trabajo, contando solamente con costos en capital humano.

Se destaca como tarea crítica la redacción del contrato colectivo por parte de la subgerencia, debido a que esta sufrirá constantes cambios a lo largo de la implementación del nuevo proyecto de remuneraciones, ajustando diferentes cambios sugeridos tanto por la parte administrativa como también las circunstancias a las cuales se somete el personal de la línea productiva, estudiando constantemente los mecanismos de motivación del personal y plasmarlos dentro del documento, de tal manera que sea una propuesta razonable para ambas partes. Esta información se encuentra en la Tabla 17

Tabla 17: Resumen plan de implementación

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
Implementación del nuevo sistema de remuneraciones	410 días	mié 04-09-19	mar 09-03-21	\$62.242.938
Redactar contrato de negociación colectiva	248 días	mié 04-09-19	mié 05-08-20	\$2.322.864
Diseñar pautas de fabricación	100,63 días	mié 04-09-19	mar 21-01-20	\$5.756.814
Diseño de nuevo sistema tarifario completo	45,63 días	mié 04-09-19	vie 08-11-19	\$8.350.801
Desvincular personal	83,63 días	mié 04-09-19	lun 30-12-19	\$20.653.803
Realizar convocatoria para puestos vacantes	101,35 días	mié 04-09-19	mié 22-01-20	\$7.891.586
Realizar proceso de negociación colectiva	105 días	vie 05-06-20	vie 23-10-20	\$6.505.069
Realizar inducción y capacitación	238,65 días	mié 22-01-20	vie 04-12-20	\$4.119.827
Realizar prueba de puesta en marcha	70 días	vie 04-12-20	mar 09-03-21	\$6.642.174

Fuente: Elaboración propia

Los recuadros en amarillo, corresponden a las actividades que forman parte de la ruta crítica del proyecto, por lo que al realizar un seguimiento a este, se debe tener en consideración que cualquier retraso en estas actividades, los plazos de este proyecto se pueden ver afectados de forma directa.

7.2 Supuestos de escenarios para la evaluación del proyecto.

El método de Montecarlo, como método estocástico que permite calcular el riesgo financiero de un proyecto, ofrece una estimación de probabilidad verificada con una confianza de un 95% la rentabilidad de un proyecto bajo diferentes escenarios y asumiendo variabilidad de los

supuestos de entrada (demanda, precio unitario, costo unitario y la tasa de disminución de defectos.

La Tabla 18 muestra los valores asignados para el supuesto de un tipo de casa en específico (Casa tipo Rauquén) donde la valorización de esta corresponde a 4 ventanas correderas, 2 fijas y 1 proyectante, además de los muebles que conforman la cocina, como lavaplatos y mueble colgante.

Tabla 18: Supuestos de entrada para la simulación de riesgo

Supuesto de entrada	Valor
Volumen anual de ventas	3.717
Precio Unitario (por casa)	37,9UF
Costo Unitario (por casa)	21,6UF
Tasa de disminución de defectos	7,00%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 19 muestra los diferentes escenarios para los supuestos de entrada, mientras que la distribución probabilística de cada supuesto se encuentran en los anexos Anexo 77 al Anexo 81.

Tabla 19: Escenarios para supuestos de entrada

Rubro	Escenarios		
Escenarios	Pesimista	Probable	Optimista
Demanda	2.602	3.717	4.832
Precio Unitario	26,5UF	37,9UF	49,3UF
Costo Unitario	15,1UF	21,6UF	28,0UF
Variación de costos	5,1%	2,6%	2,2%
Tasa de ahorro	5,00%	7,00%	10,00%

Fuente: Elaboración propia

Se considera el valor de la UF de \$27.560,84 correspondiente al 4 de marzo del presente año como referencia para el *cashflow*, junto con ello se precisa una tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA) de 15% considerada como la tasa de descuento de los flujos al momento

presente, este valor es dado por la empresa para la evaluación de sus proyectos de cambio interno.

7.3 Aplicación del método de Montecarlo.

Para este caso, la aplicación del método de Montecarlo es ejecutada por el complemento *Crystal Ball* de *Microsoft Excel*. En esta simulación, se han usado 10.000 iteraciones de cálculo y asumiendo además que los supuestos de entrada siguen una distribución triangular dado por los parámetros mínimos, medios y máximos que entregan los escenarios de evaluación del proyecto.

Se obtuvieron entonces los siguientes resultados exhibidos en la Tabla 20 en relación a la distribución de probabilidad del Valor Actual Neto (VAN) con una confianza de 95%.

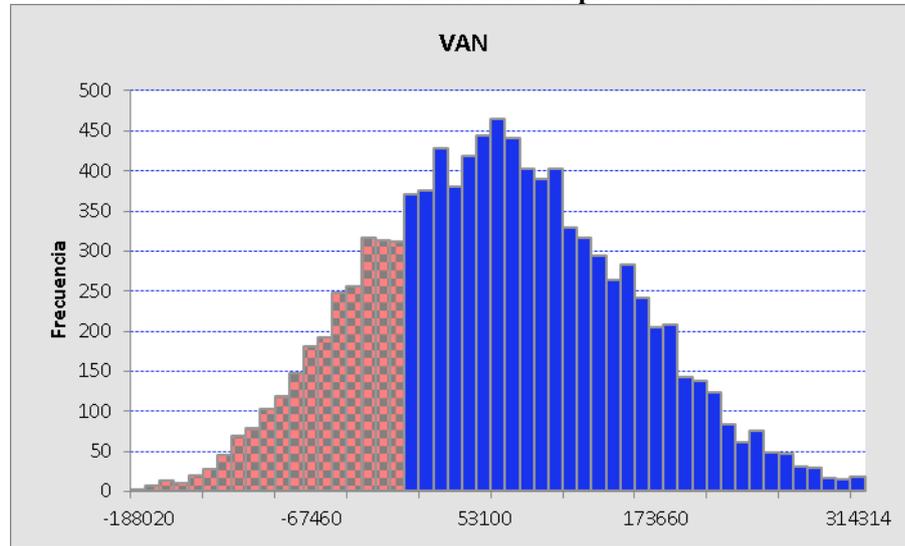
Tabla 20: Resultados de la simulación de Montecarlo para el VAN

Estadísticas:	Valores de previsión
Pruebas	10.000
Caso base	72.482UF
Media	63.147UF
Mediana	60.941UF
Desviación estándar	91.497UF
Sesgo	0,2020
Curtosis	2,89
Coefficiente de variación	1,45
Mínimo	-218.954UF
Máximo	406.174UF
Error estándar medio	915UF

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que la probabilidad de que el nuevo plan de remuneraciones resulte rentable para la empresa es de un 74,53%, lo que indica que el proyecto resulta rentable al analizar el valor actual neto. El gráfico de distribución de probabilidad se muestra en la Ilustración 39.

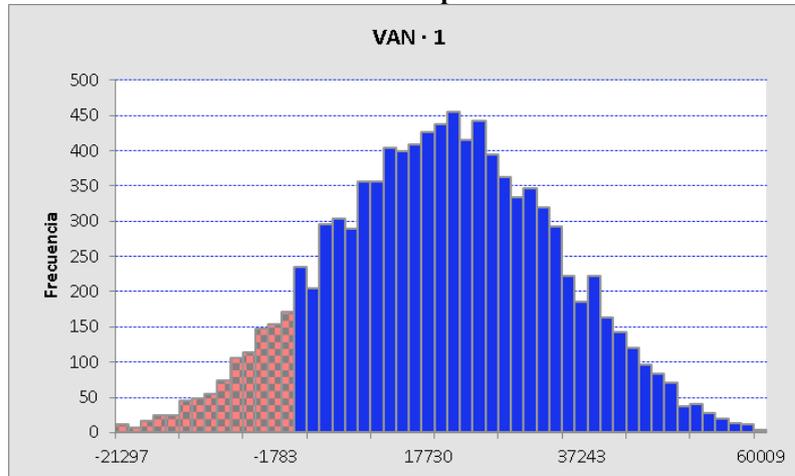
Ilustración 39: Gráfico de distribución de probabilidad del VAN



Fuente: Elaboración propia

Como lo anterior se compara la inversión total en términos absolutos, se sugiere investigar de forma incremental como una referencia más realista de la rentabilidad del proyecto. Al igual que el anterior análisis, con un 90,18% de certeza, el VAN incremental es positivo, por lo tanto el proyecto se muestra rentable, los datos de esta simulación de Montecarlo se encuentran en la Tabla 21, mientras que la distribución de los resultados, correspondiente también a una curva normalizada, se muestra en la Ilustración 40

Ilustración 40: Gráfico de distribución de probabilidad de la VAN incremental



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Resultados de la simulación de Montecarlo para la VAN incremental

Estadísticas:	Valores de previsión
Pruebas	10.000
Caso base	16199
Media	19356
Mediana	19568
Desviación estándar	14809
Sesgo	-0,0839
Curtosis	2,93
Coefficiente de variación	0,7651
Mínimo	-39544
Máximo	68866
Error estándar medio	148

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con los valores asociados a la simulación de Montecarlo, la Tabla 22 muestra el flujo de caja para los próximos 3 años, tomados de una referencia de valores con proyección a 8 años posteriores.

Tabla 22: Flujo de caja base por medio del método de Montecarlo (valores en UF)

Rubros	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Ingresos		140.970	145.340	149.846	154.491	159.280	164.218	169.308	174.557
Ahorro Calidad		9.868	10.174	10.489	10.814	11.150	11.495	11.852	12.219
Remuneraciones		23.965	24.588	25.227	25.883	26.556	27.247	24.522	25.160
Costo Variable		80.104	84.735	89.633	94.814	100.295	106.093	112.226	118.713
Egresos		104.069	109.323	114.860	120.697	126.851	133.339	136.747	143.872
GAV		24.516	25.276	26.060	26.868	27.701	28.559	29.445	30.357
Resultado antes de impuesto		12.385	10.741	8.926	6.926	4.728	2.319	3.116	327
Impuesto a la renta		3.344	2.900	2.410	1.870	1.277	626	841	88
RON		9.041	7.841	6.516	5.056	3.452	1.693	2.275	239
RNO		-1.173	-1.203	-1.234	-1.267	-1.299	-1.333	-1.368	-1.404
Variación de capital de trabajo	-2.258								
Flujo Neto Antes de Bonificación	-2.258	17.736	16.812	15.770	14.604	13.302	11.855	12.759	11.054
Bonificación		6.097	5.779	5.421	5.020	4.572	4.075	4.386	3.800
Flujo Neto		11.639	11.033	10.349	9.584	8.729	7.780	8.373	7.254
PRI		9.381							
VAN	72.482								

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Flujo de caja incremental base por medio del método de Montecarlo (valores en UF)

Rubros	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Ahorro Calidad (Ingreso)		9868	10174	10489	10814	11150	11495	11852	12219
Bonificación (Gasto)		6097	5779	5421	5020	4572	4075	4386	3800
Resultado Neto		3771	4395	5068	5794	6577	7420	7466	8419
Impuesto		1018	1187	1368	1564	1776	2003	2016	2273
RDI		2753	3208	3700	4230	4801	5417	5450	6146
Inversión	-2258								
Flujo neto	-2258	2753	3208	3700	4230	4801	5417	5450	6146
PRI		908	4252	8589					
VAN	16199								
TIR	137%								

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de la investigación, se ha recabado una serie de conclusiones y se formulan recomendaciones en pos de la posibilidad de realizar trabajos futuros referentes a la investigación en curso, así como también, dejar abierto un estudio de seguimiento al plan de implementación del nuevo sistema de remuneraciones.

En primer lugar, se ha identificado que la cultura o el medio ambiente al cual los trabajadores cumplen con sus labores es del tipo paternalista, vale decir, los beneficios pecuniarios como el pago de sueldos fijos, variables y otras bonificaciones particulares, tienen como principal objetivo la fidelización del trabajador por sobre el incentivo a la productividad de calidad. Por otra parte, estos beneficios se encuentran regulados por medio de negociaciones colectivas y que, por decreto de ley, la empresa está imposibilitada de cambiarlas a su antojo, sino que más bien, cualquier modificación que se pretenda realizar a estos estatutos deberán ser expuestos y regulados mediante los acuerdos que se realicen dentro de este tipo de negociaciones.

Lo anteriormente dicho representa una desventaja clara para la empresa en la búsqueda de reducción de costos de fabricación, ya que si los estatutos se encuentran fijos y los trabajadores se sienten reacios a los cambios dentro de una negociación colectiva, el pago de bonos tenderá a usar las mismas reglamentaciones. Dicho esto, es necesario realizar un estudio a fondo de la legislación vigente, para resolver el pago de bonificaciones menores así como también el pago de sueldo base por otras vías.

La idea previa se complementa con los resultados de la encuesta del protocolo de riesgos psicosociales (encuesta ISTAS) que indica que los factores de riesgo más importantes son remuneraciones, trabajo activo, doble presencia y apoyo social, por lo que un cambio en cualquiera de estos ámbitos representaría un impacto en el rendimiento de los trabajadores. Por lo que se ha tomado como determinación encontrar alternativas para la solución dentro del pago de remuneraciones y la facilitación del trabajo activo por medio de pautas de fabricación.

A modo de desglosar esta idea, se tiene que la mayoría de los trabajadores prefieren un mejor pago en sus remuneraciones que tendría como consecuencia, la confección de productos de calidad, así como también facilitar sus labores dentro de la línea de producción por medio de pautas de fabricación, similares a las implementadas en PVC y que son administradas por un *software* asociado a la marca de la maquinaria utilizada para esta actividad.

En cuanto al pago de sueldos en términos pragmáticos, se ha demostrado de forma empírica que un 17,09% de los ingresos de las actividades que generan mano de obra de fabricación, están destinadas al pago de remuneraciones, lo que en contraste con las proyecciones hechas por la misma empresa (13,69%), representa una señal de alerta en el manejo de presupuestos. Esto se debe básicamente a que la ineficiencia o la poca utilización de la capacidad instalada, incurre en una deficiente planificación de actividades y contrataciones, aumentando además el costo de pago de sueldos por bonos a trato que, como se ha visto anteriormente, este representa más del 30% del sueldo variable.

Para ello se sugiere que se cruce este tipo de información con la planificación de obras que entrega tanto la Constructora Independencia como también las proyecciones de demanda de productos por parte de los clientes particulares. La unión de estas variables permitiría de cierta forma, obtener un estadístico del movimiento de la demanda global y la carga de trabajo esperada, la cual puede ser asignada a la fuerza de trabajo y donde finalmente se puede obtener una planificación de contrataciones que, en definitiva, determine la cantidad de personal requerido para el inicio de actividades.

La segunda parte de este estudio exploratorio, la cual por medio de mediciones ha sacado las siguientes conclusiones:

- En un cruce de información con los resultados del diagnóstico referente a las devoluciones y las mediciones se determinó que la causa común por la cual los productos no cumplen los estándares de calidad es que las medidas especificadas en las mismas pautas de fabricación, hechas por los trabajadores, tienen errores o son difíciles

de interpretar para ellos mismos. Por lo cual la confección de pautas de fabricación ayudaría a mitigar las incorrecciones de los diferentes procesos.

- Los atochamientos de material o el proceso que representa el cuello de botella de la línea de aluminio se encuentran en la operación de armado, donde los operadores realizan tareas completamente manuales. Por lo cual se sugiere que, en estudios posteriores, se encuentre la manera de automatizar algunos subprocesos con la finalidad de maximizar el flujo de producción, que se encuentra limitada por estos centros de trabajo.
- Los procesos de corte y armado de aluminios, así como también el armado de termopaneles se identificaron como procesos fuera de control en ciertas mediciones, lo cual como motivo de explicación o causa raíz de esta problemática se debe principalmente a que el cambio de materiales o requerimientos de fabricación cambian de manera constante, la configuración de la maquinaria y las mediciones cambian junto con estos requerimientos, por lo que es muy probable que los trabajadores incurran en errores de fabricación. De lo anterior se sugiere que exista una planificación estudiada a fondo en cuanto a la distribución de tiempos para la fabricación de pedidos especiales como también productos estándar, esto con el objetivo de manejar un flujo de producción parejo que requiera una menor frecuencia de cambio en los parámetros de fabricación.

La elaboración de este estudio exploratorio solo considera los supuestos de que se fabrica un tipo de casa estándar correspondiente a la casa tipo Rauquén y que obviamente para obtener resultados más ajustables a la realidad de las ventas de fabricación, es menester hacer nuevos procesos exploratorios que identifiquen los requerimientos de fabricación y bajo qué circunstancias los trabajadores ejecutan las labores de producción.

En cuanto a las nuevas tarifas asociadas, estas fueron calculadas según la premisa de destinar el 17,09% que se ha obtenido anteriormente, sin embargo, y a medida que los procesos y la política de remuneraciones deben apuntar a reducir el presupuesto de remuneraciones, el cálculo de estos pagos debiese variar *ceteris paribus*. Por otra parte también se debe considerar

que la variación de los costos pudiese ser afectada por factores externos como lo es la variación del IPC, cambios en la reglamentación del Código del Trabajo (especialmente en el capítulo V del título I, referente a las remuneraciones), entre otras variables.

Finalmente, en cuanto a la rentabilidad del proyecto al considerar una tasa de disminución de defectos de 7% anuales, se ha concluido que es probable con un 74,53% de certeza, según la simulación realizada por el método de Montecarlo y un 90,03% desde el punto de vista incremental. Sin embargo, para que este estudio sea más certero, se deben considerar otras variables sobre la demanda pronosticada y la carga de trabajo asociada a los operarios, ya que durante el año no solo se construye un tipo de casa.

Por otra parte, las mediciones tomadas para el caso de estudio, fueron realizadas en un momento donde la empresa tenía como propósito, realizar una producción de *stock*, es decir, el proceso de fabricación se estaba enfocando en la elaboración de productos que serían almacenados para amortiguar los requerimientos de demanda. Se sugiere en este punto que se realice una nueva medición en el momento que la planta realice una producción en momentos de *pick* de demanda, para determinar el nivel exacto o la utilización exacta de los diferentes centros de trabajo.

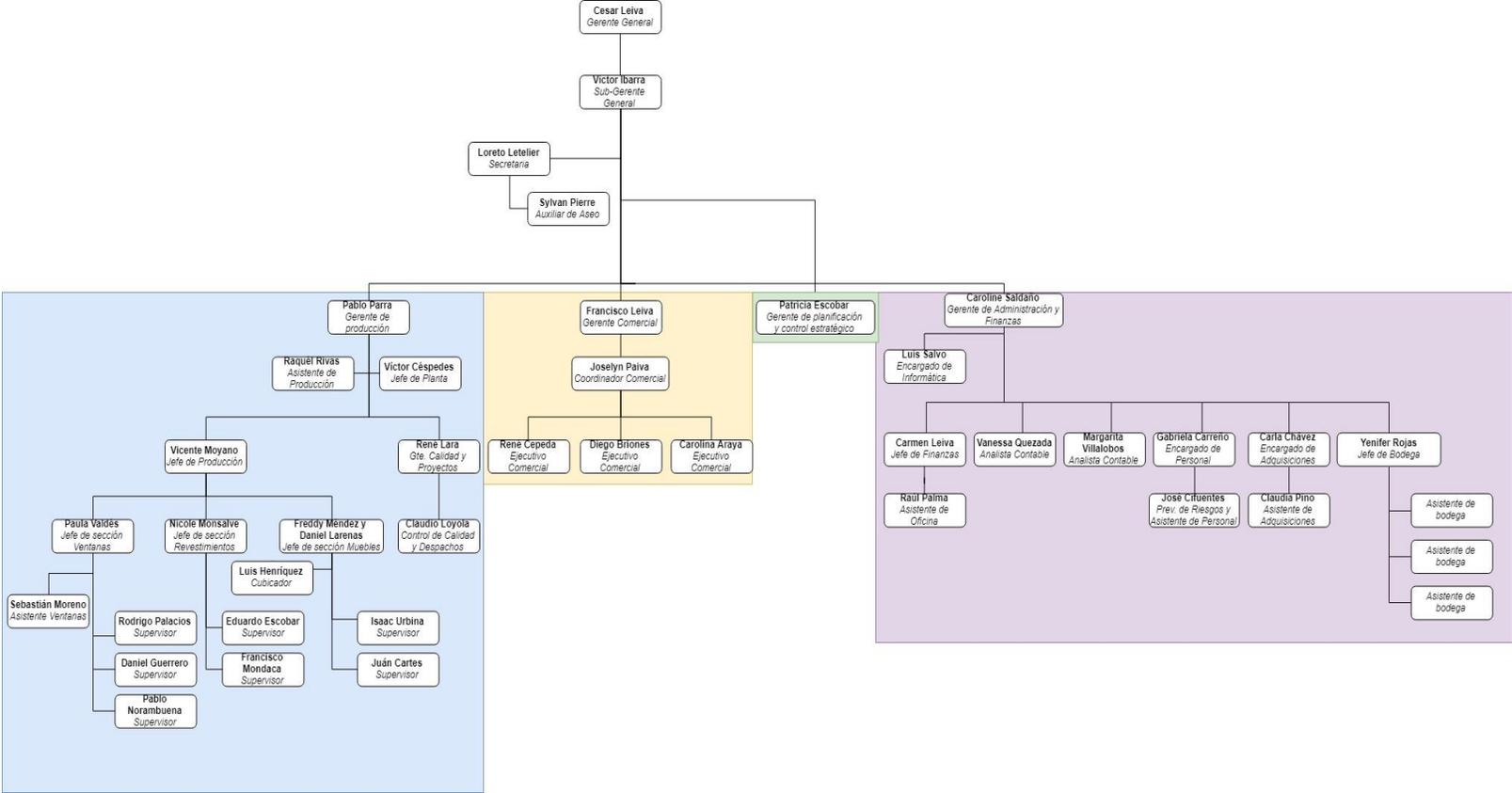
Lo que se busca finalmente con este trabajo de investigación es demostrar que la utilización de la capacidad instalada es posible ejecutarse en su totalidad si en el largo plazo, la misma línea de producción es la que controla sus procesos, adecuando el perfil de los trabajadores al modelo de motivación laboral Y de McGregor.

BIBLIOGRAFÍA

- Dirección del Trabajo. (2017). *Guía de Negociación colectiva*.
- Flores, F. (2015). *Aplicación del método de Montecarlo para la planificación de proyectos*. Santiago de Chile.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2004). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México: Mc. Graw Hill .
- Koltko, M. (2006). Rediscovering the Later Version of Maslow's Hierarchy of Needs: Self-Transcendence and Opportunities for Theory, Research,. *Review of General Psychology*.
- Morán, R. (2008). *Diseño y análisis del proceso de fabricación de ventanas en Aluminios del Maule S.A.* Curicó: Biblioteca Central, Universidad de Talca.
- Muñoz, P. (2008). *Diseño de un sistema de planificación y programación de la producción para una empresa fabricante de estructuras de aluminios y muebles*. Curicó: Biblioteca Central, Universidad de Talca.
- Peña, D. (2001). *Fundamentos de estadística*. Madrid: Alianza Editorial.
- Universidad de Sonora. (2011). *Curso interactivo de física en internet*. Obtenido de La Simulación de Fenómenos Físicos y Experiencias de Laboratorio en Internet: http://didactica.fisica.uson.mx/cursos/fisord/Introduccion/fisica/puertollano_99/puertollano_99.htm
- Valente, M. (2018). *Aplicación de la técnica de simulación Monte Carlo*.

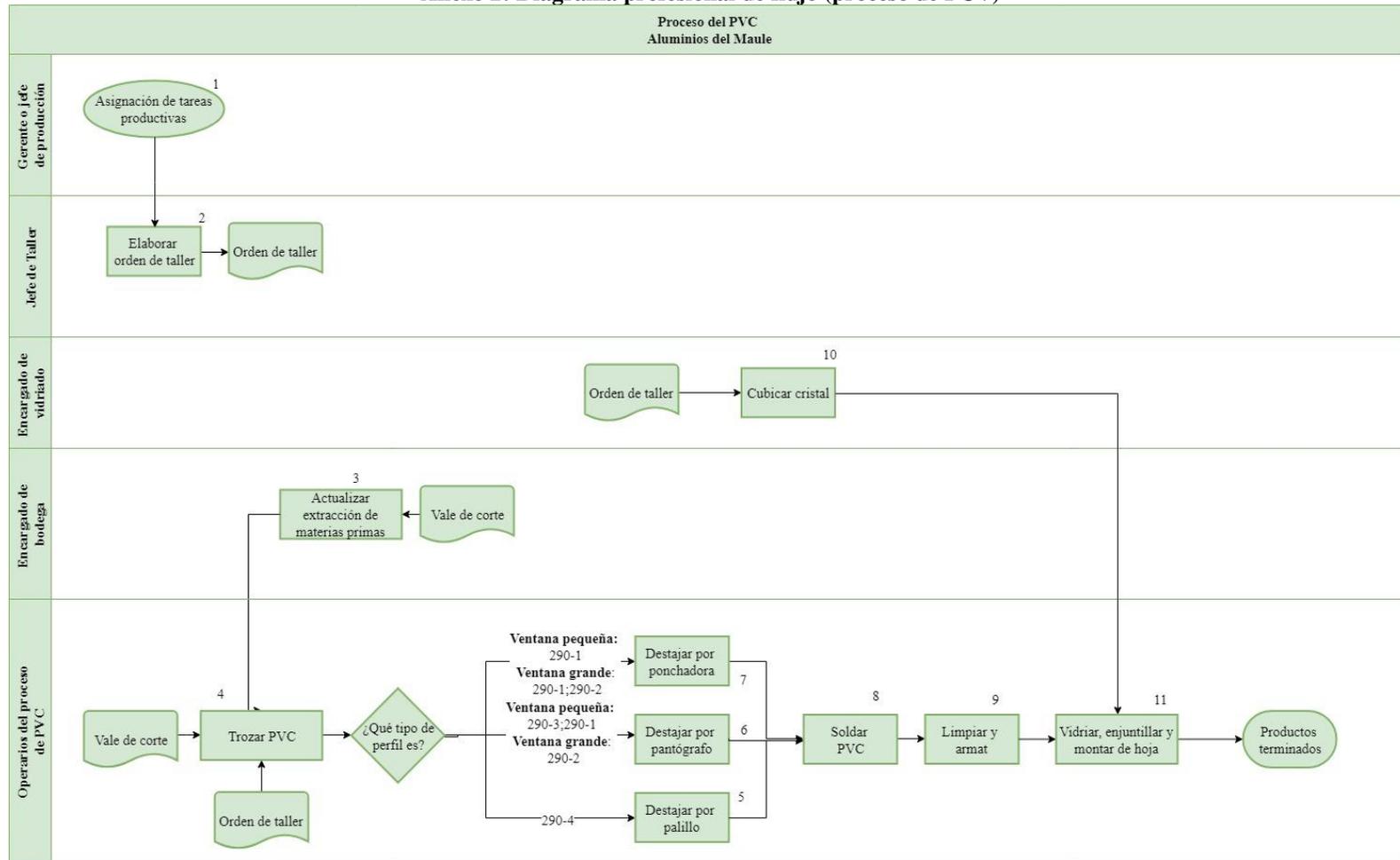
ANEXOS

Anexo 1: Organigrama Aluminios del Maule



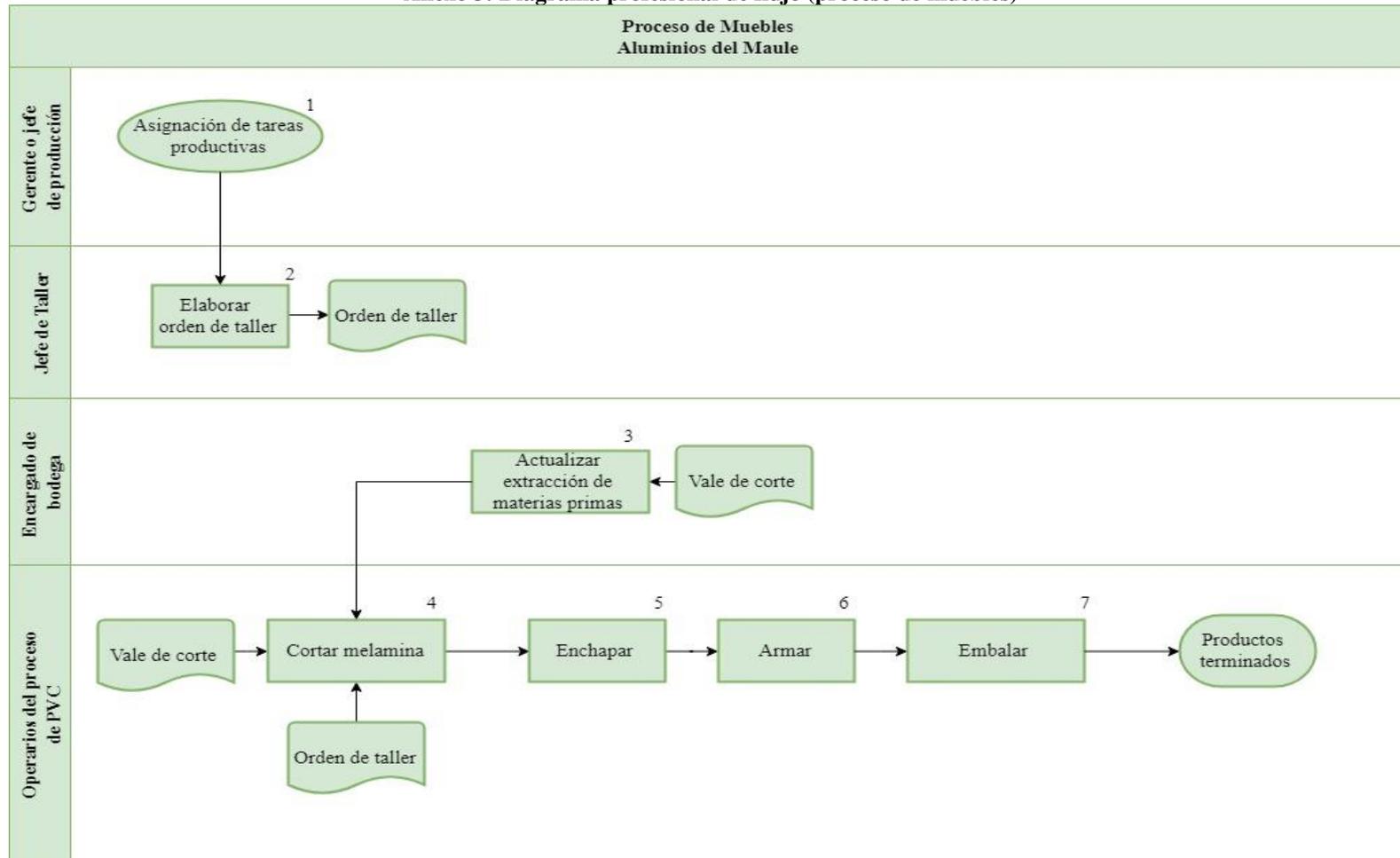
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la empresa

Anexo 2: Diagrama profesional de flujo (proceso de PCV)



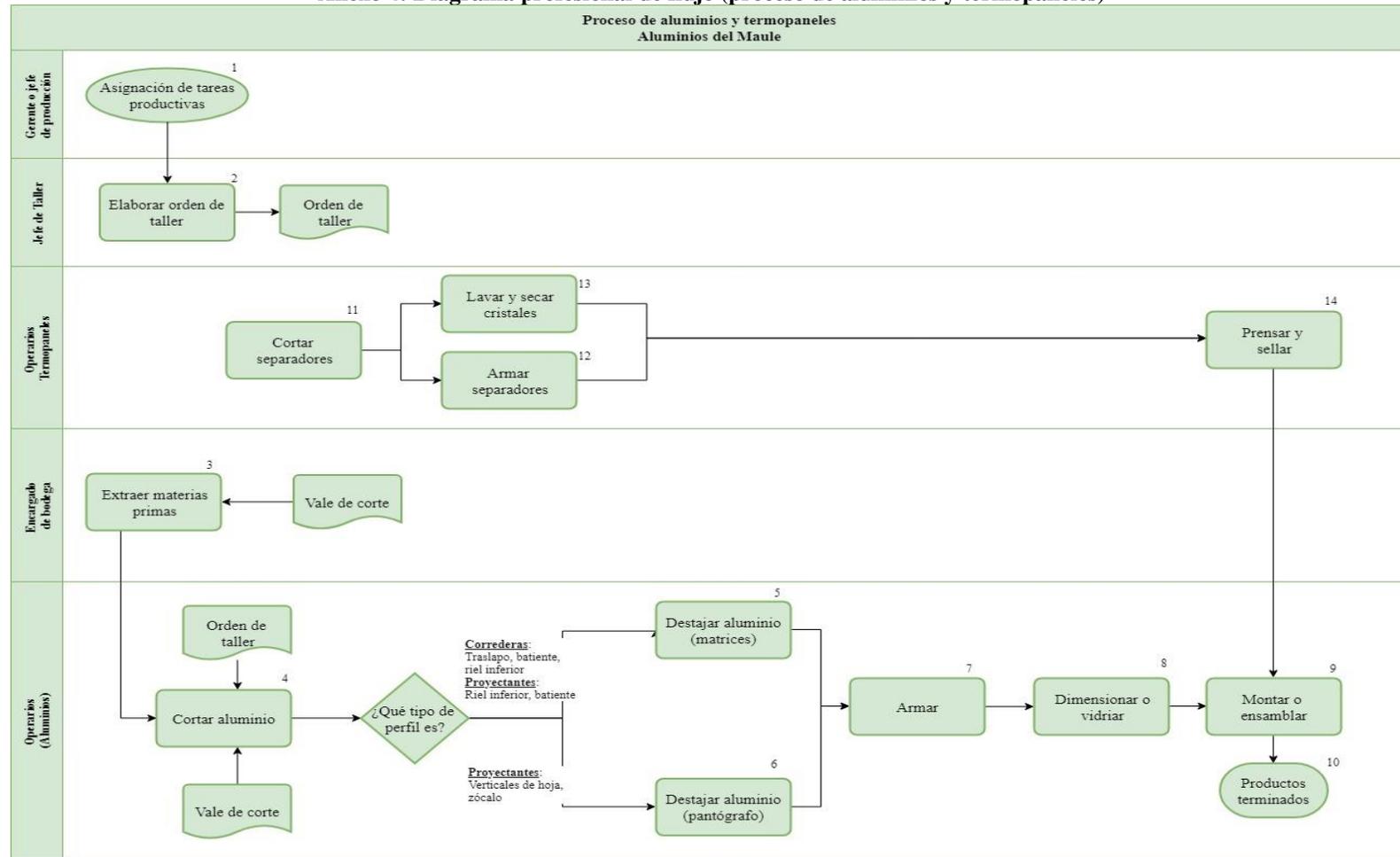
Fuente: (Morán, 2008).

Anexo 3: Diagrama profesional de flujo (proceso de muebles)



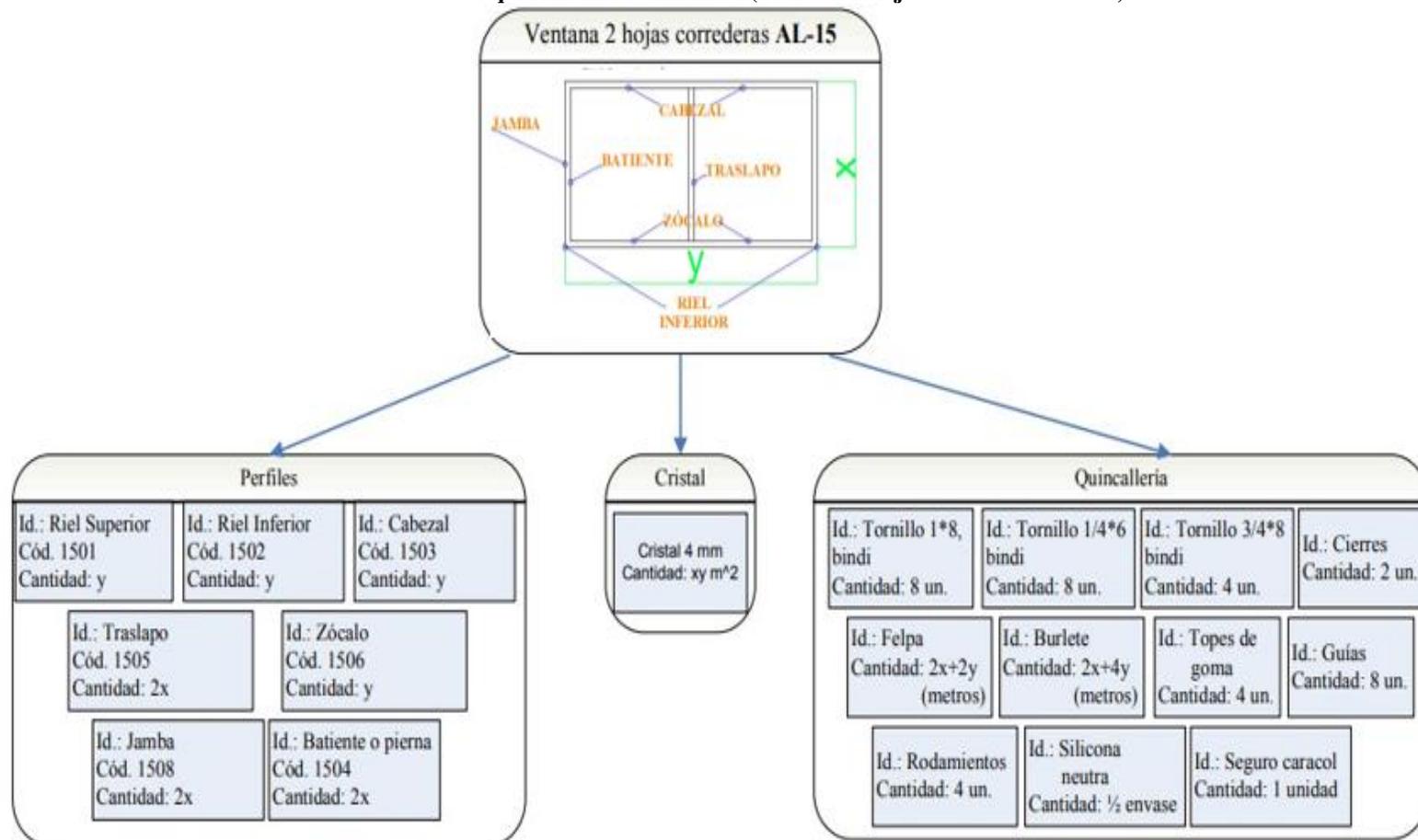
Fuente: (Morán, 2008).

Anexo 4: Diagrama profesional de flujo (proceso de aluminios y termopaneles)



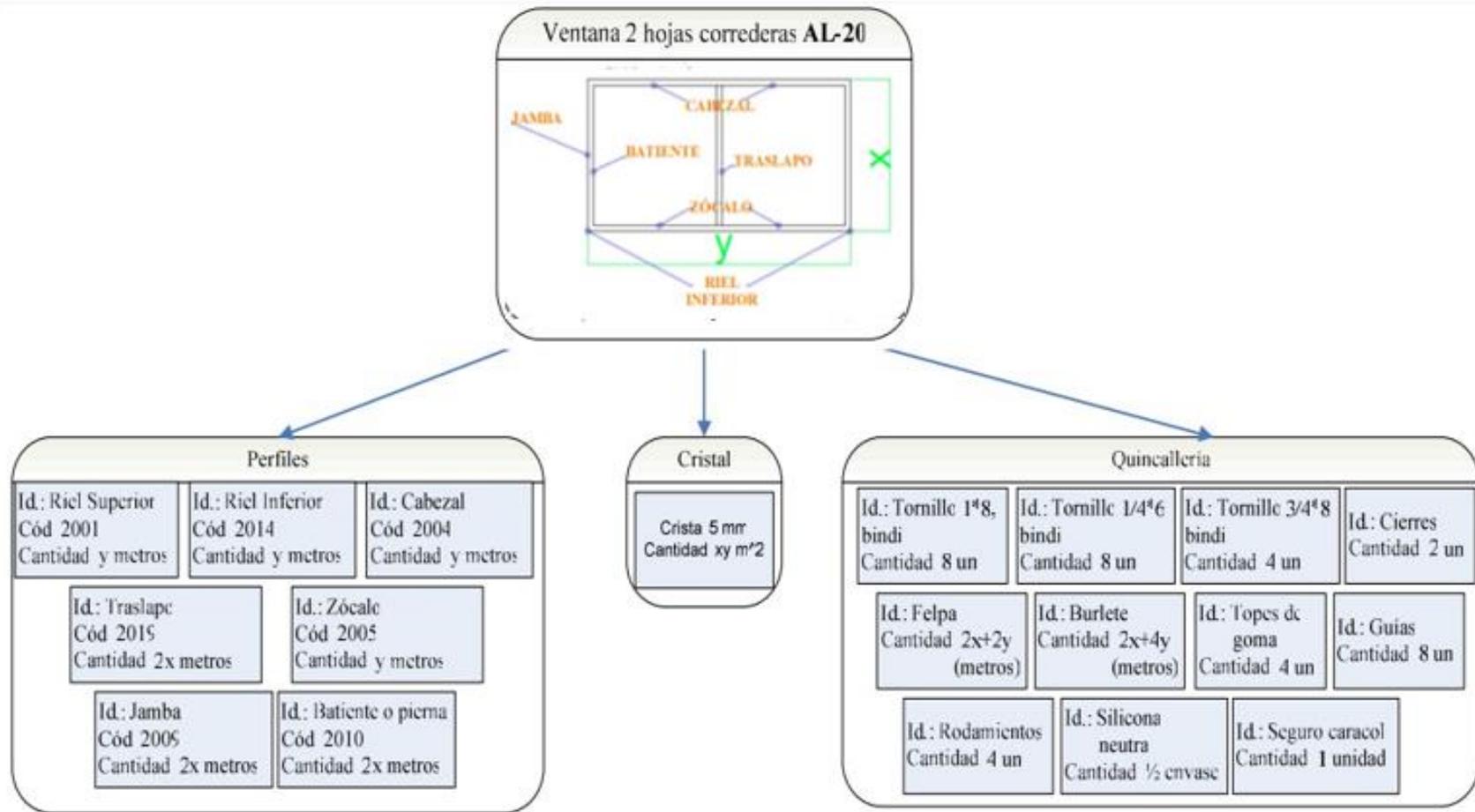
Fuente: (Morán, 2008).

Anexo 5: Requerimiento de material (Ventana 2 hojas correderas AL-15)



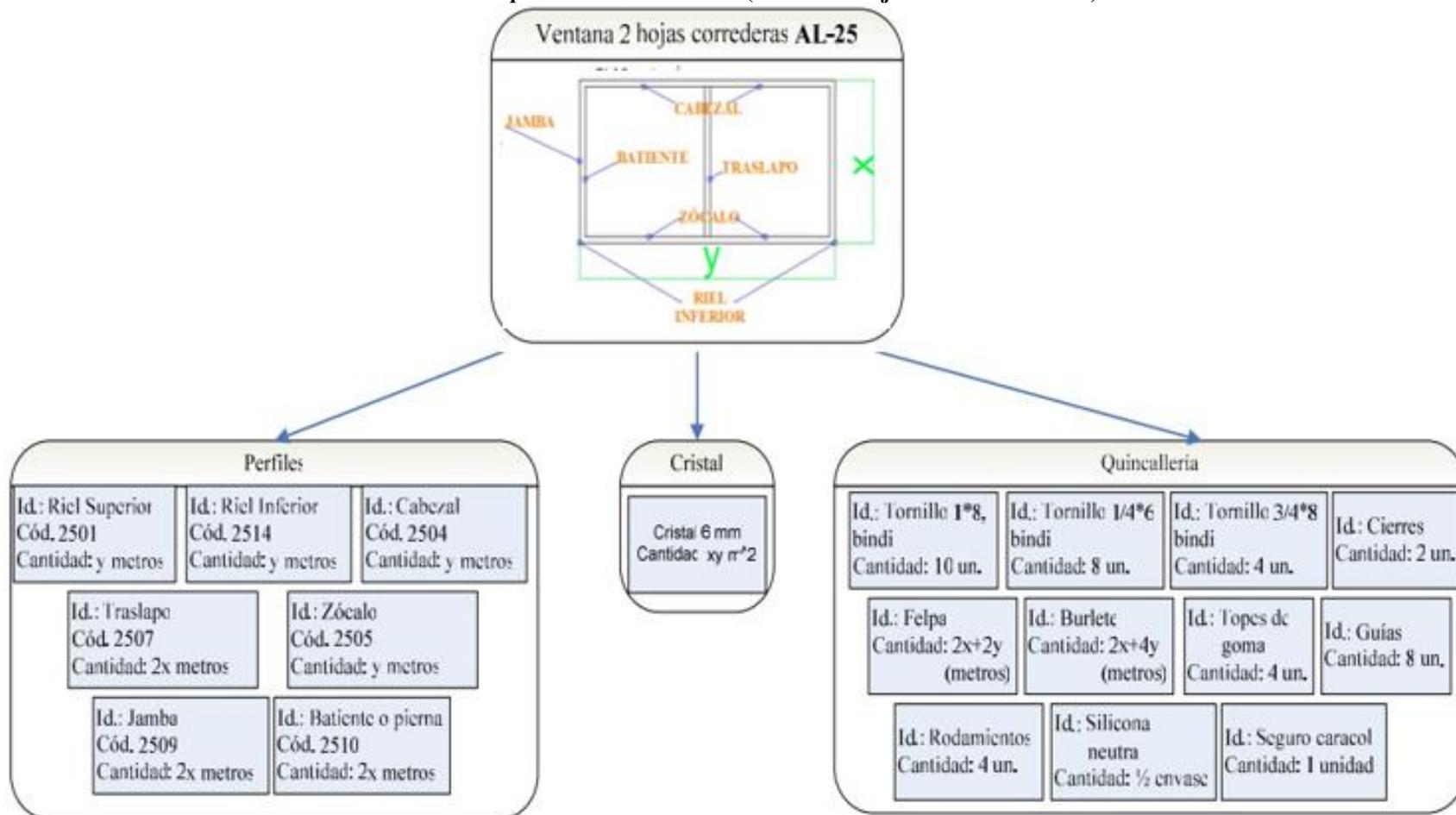
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 6: Requerimiento de material (Ventana 2 hojas correderas AL-20)



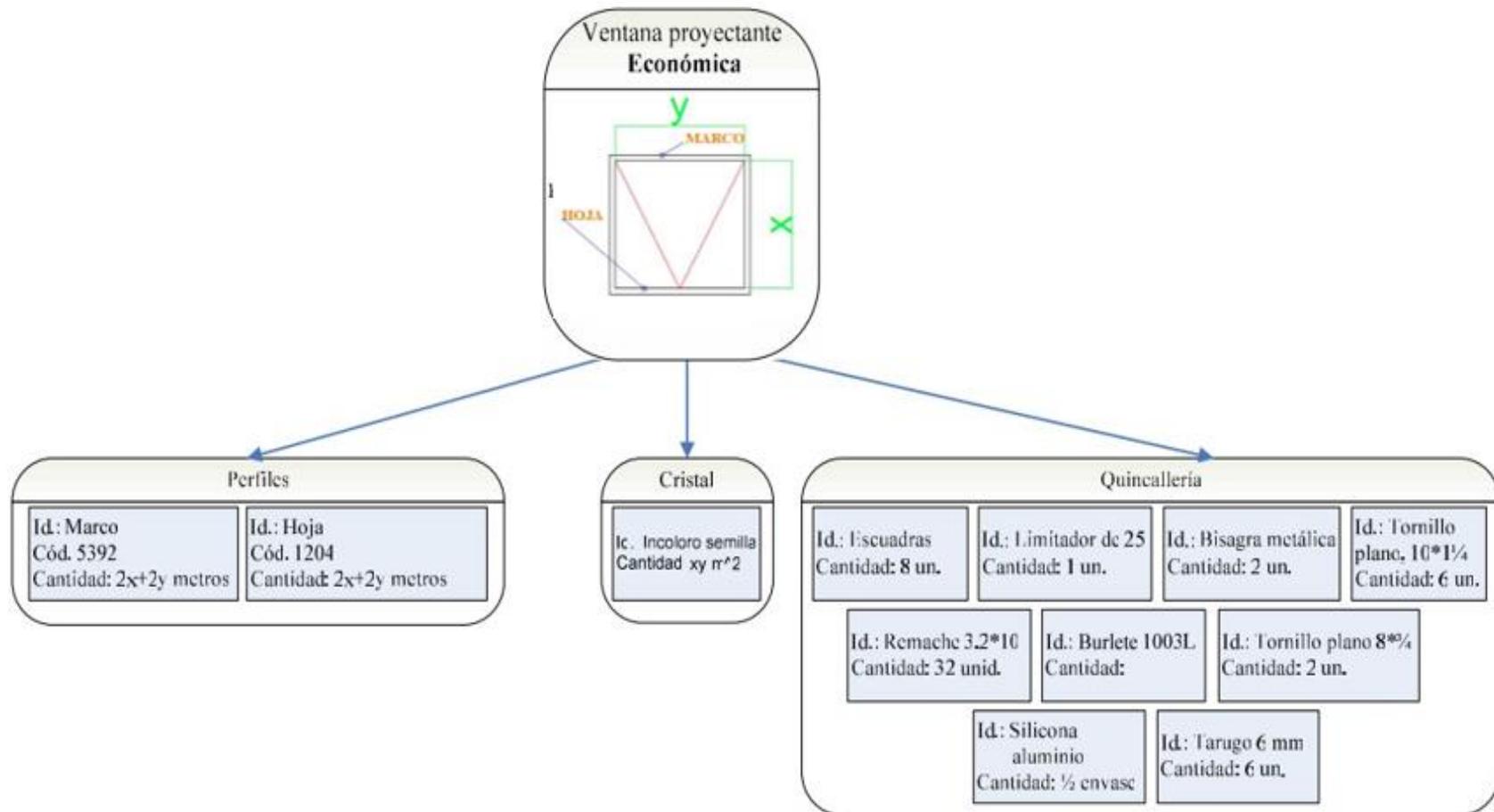
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 7: Requerimiento de material (Ventana 2 hojas correderas AL-25)



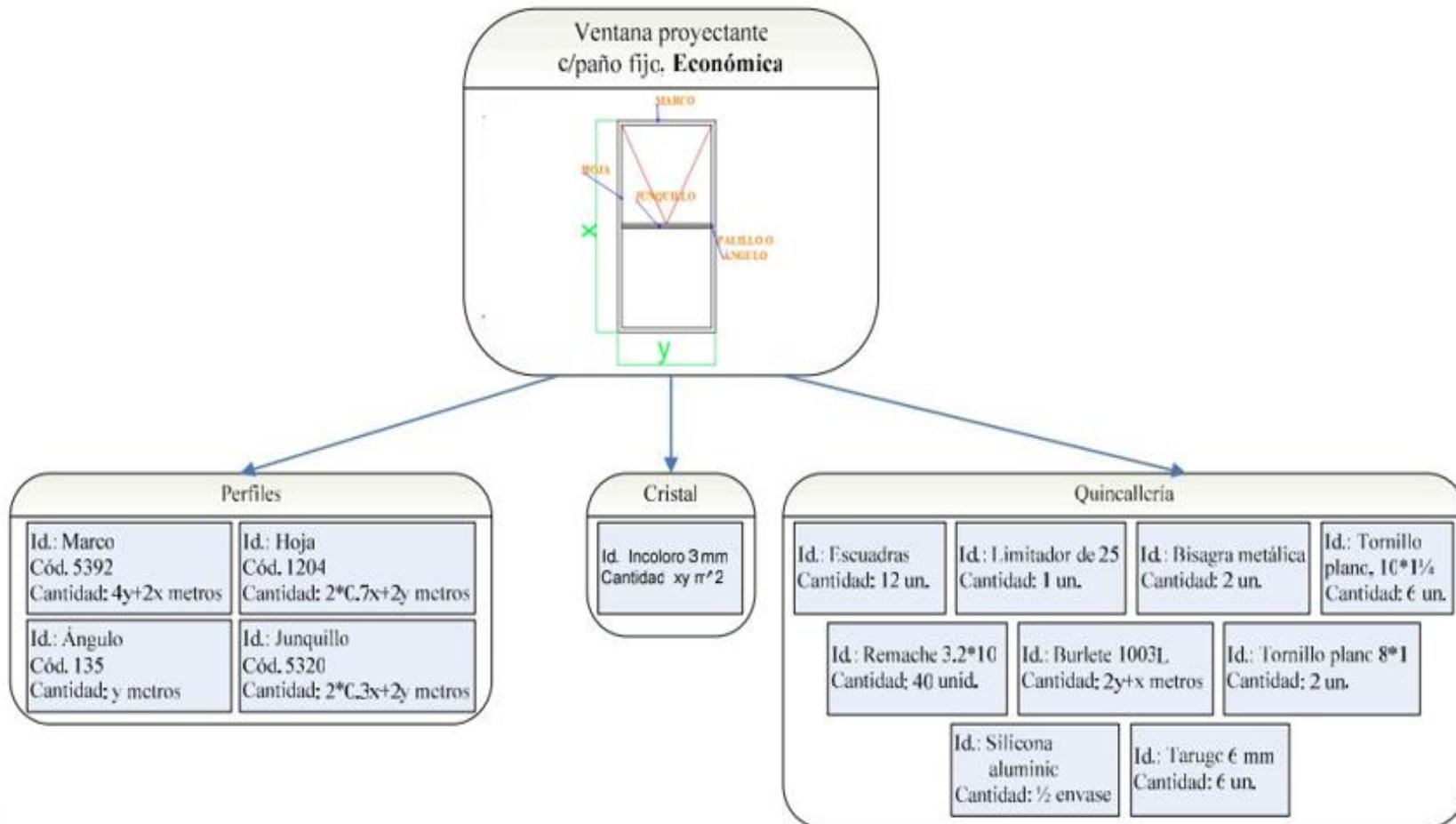
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 8: Requerimiento de material (Ventana proyectante económica)



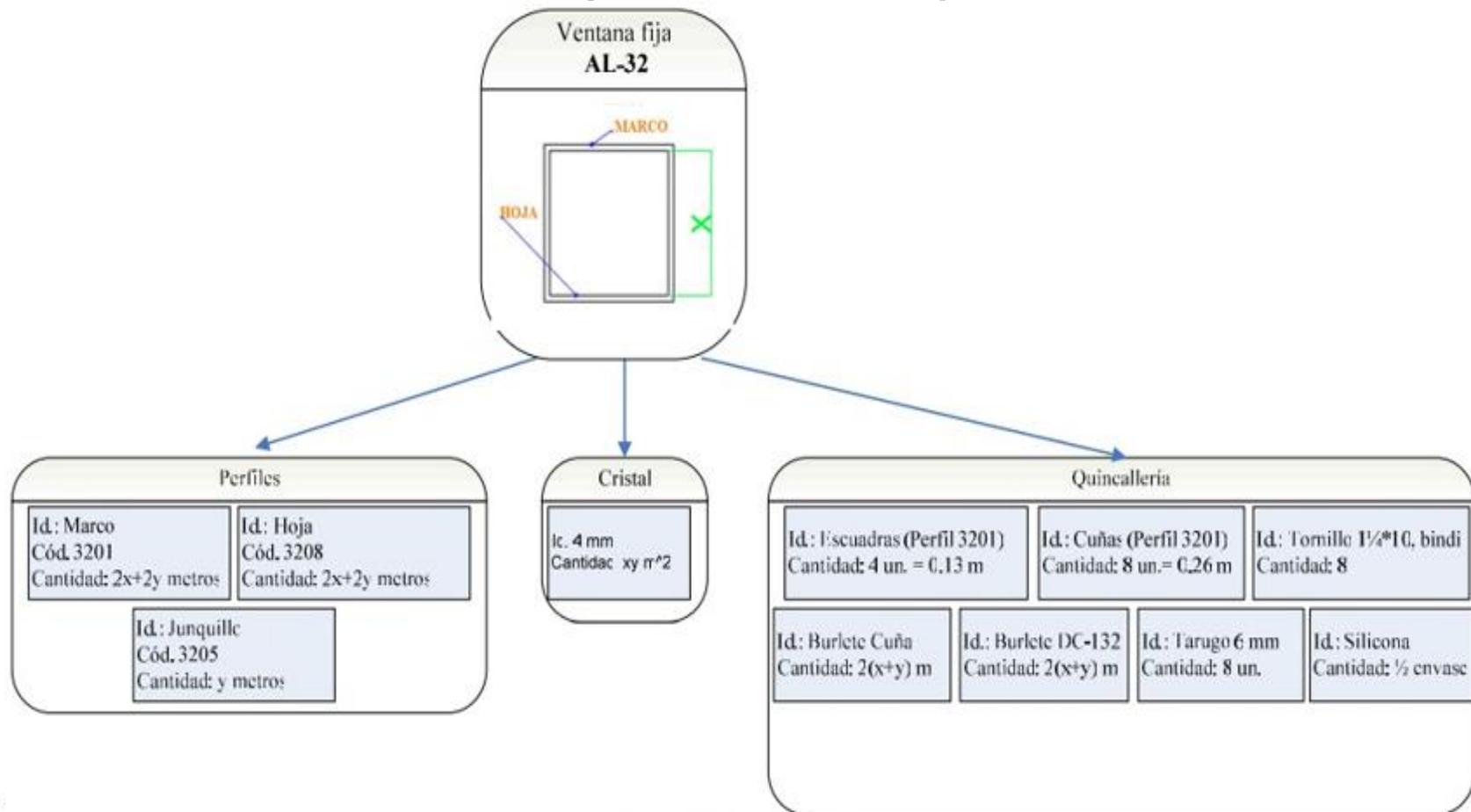
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 9: Requerimiento de material (Ventana proyectante con paño fijo económica)



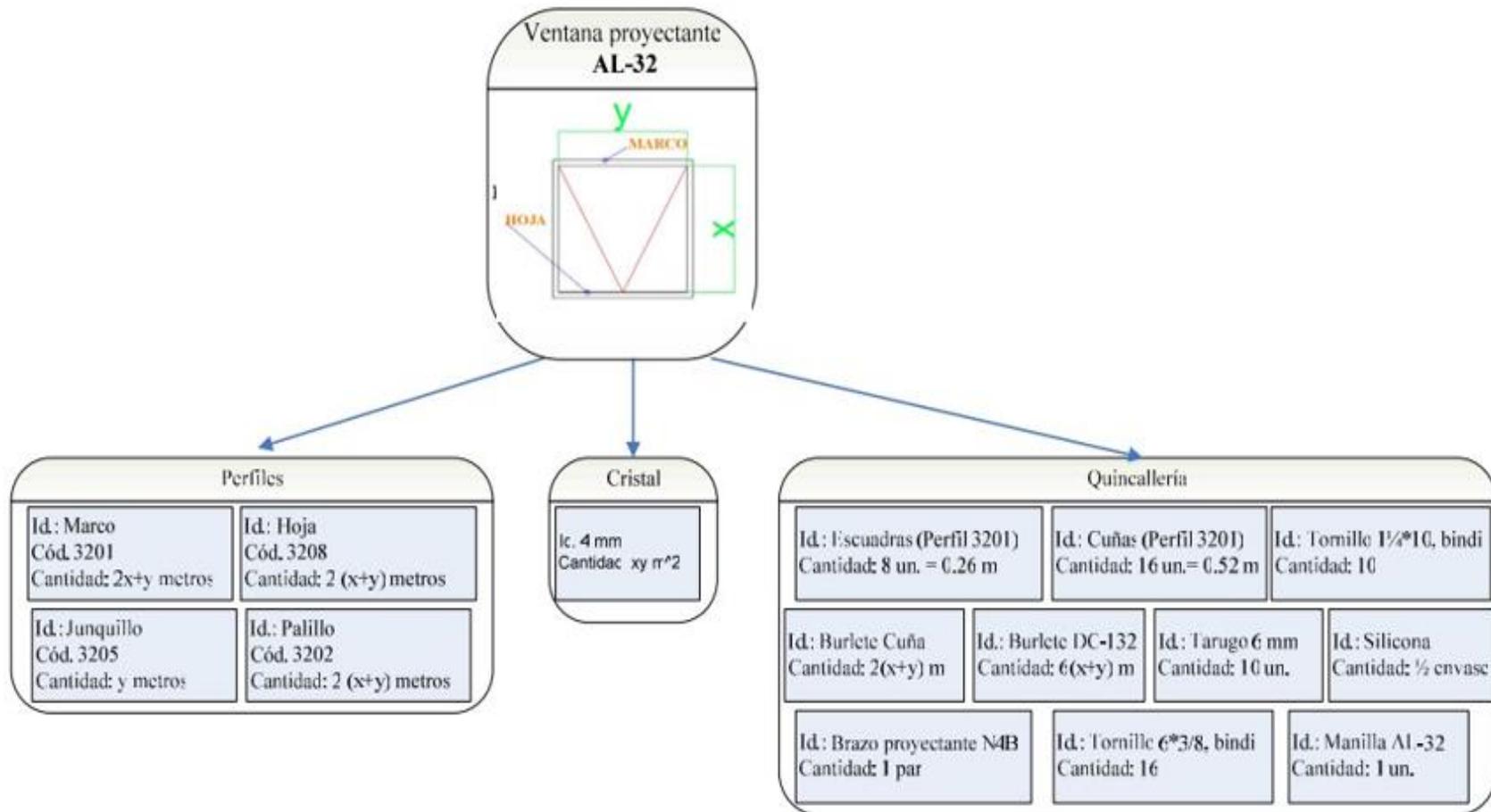
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 10: Requerimiento de material (Ventana fija AL-32)



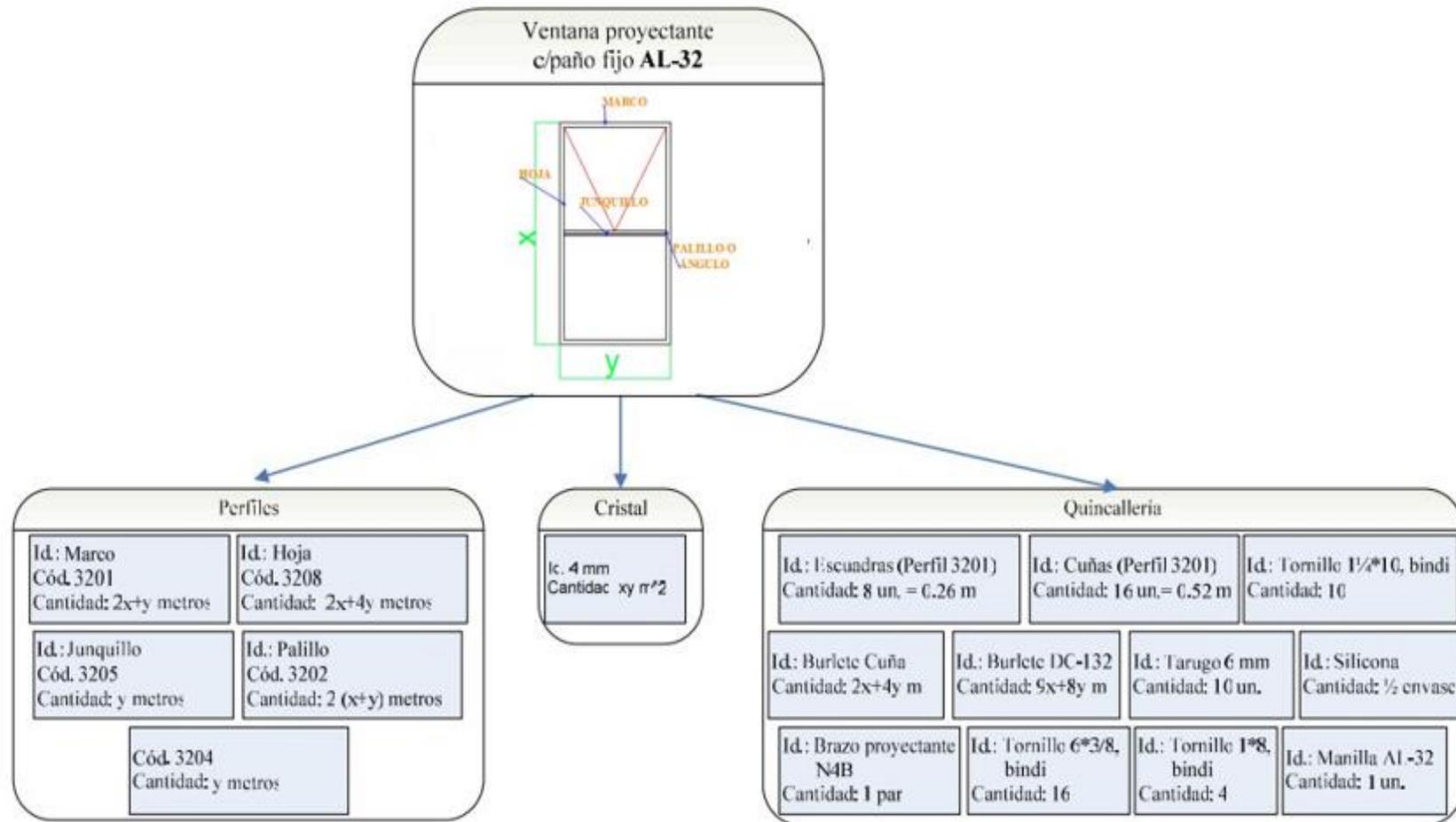
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 11: Requerimiento de material (Ventana proyectante AL-32)



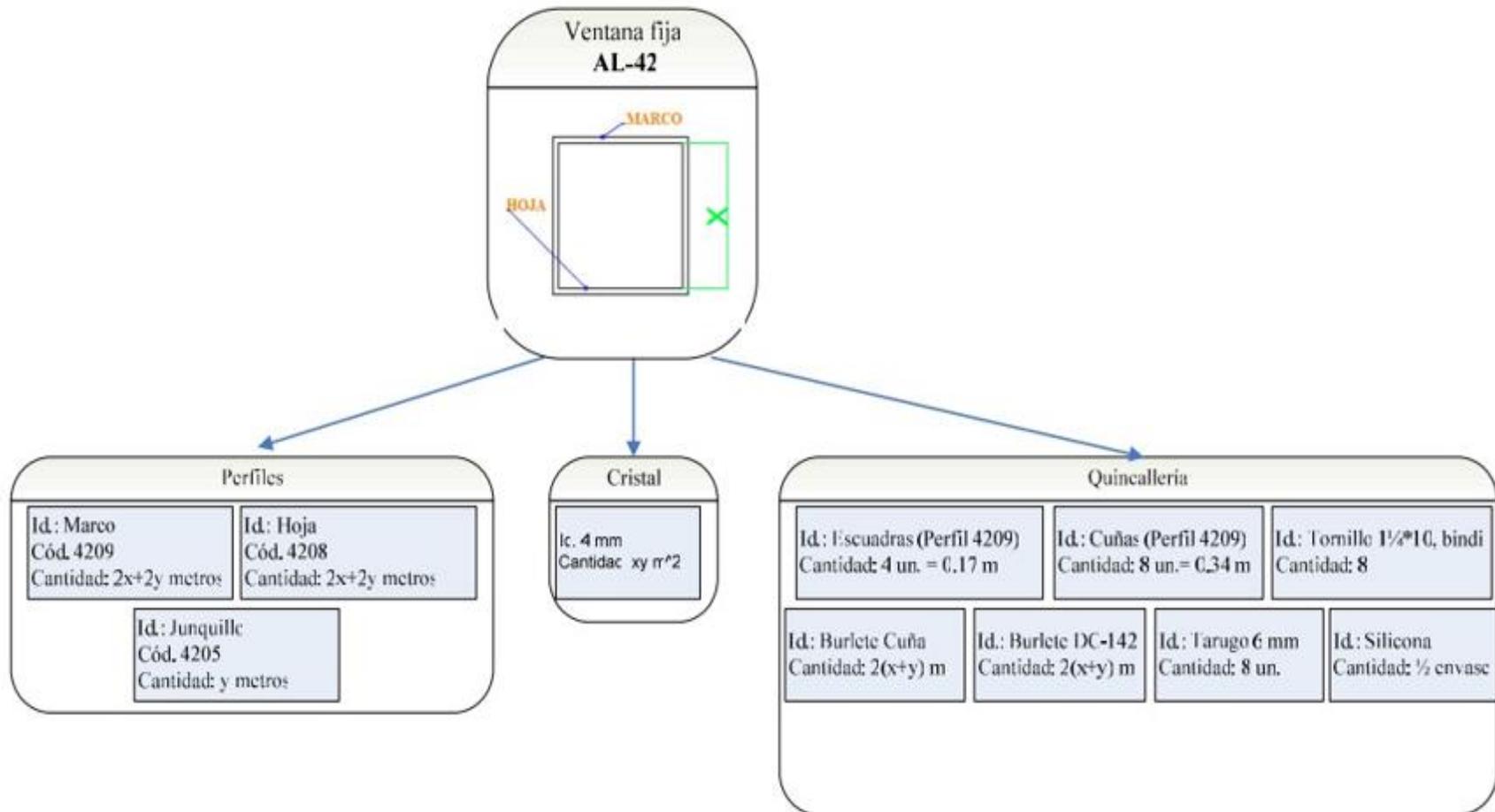
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 12: Requerimiento de material (Ventana proyectante con paño fijo AL-32)



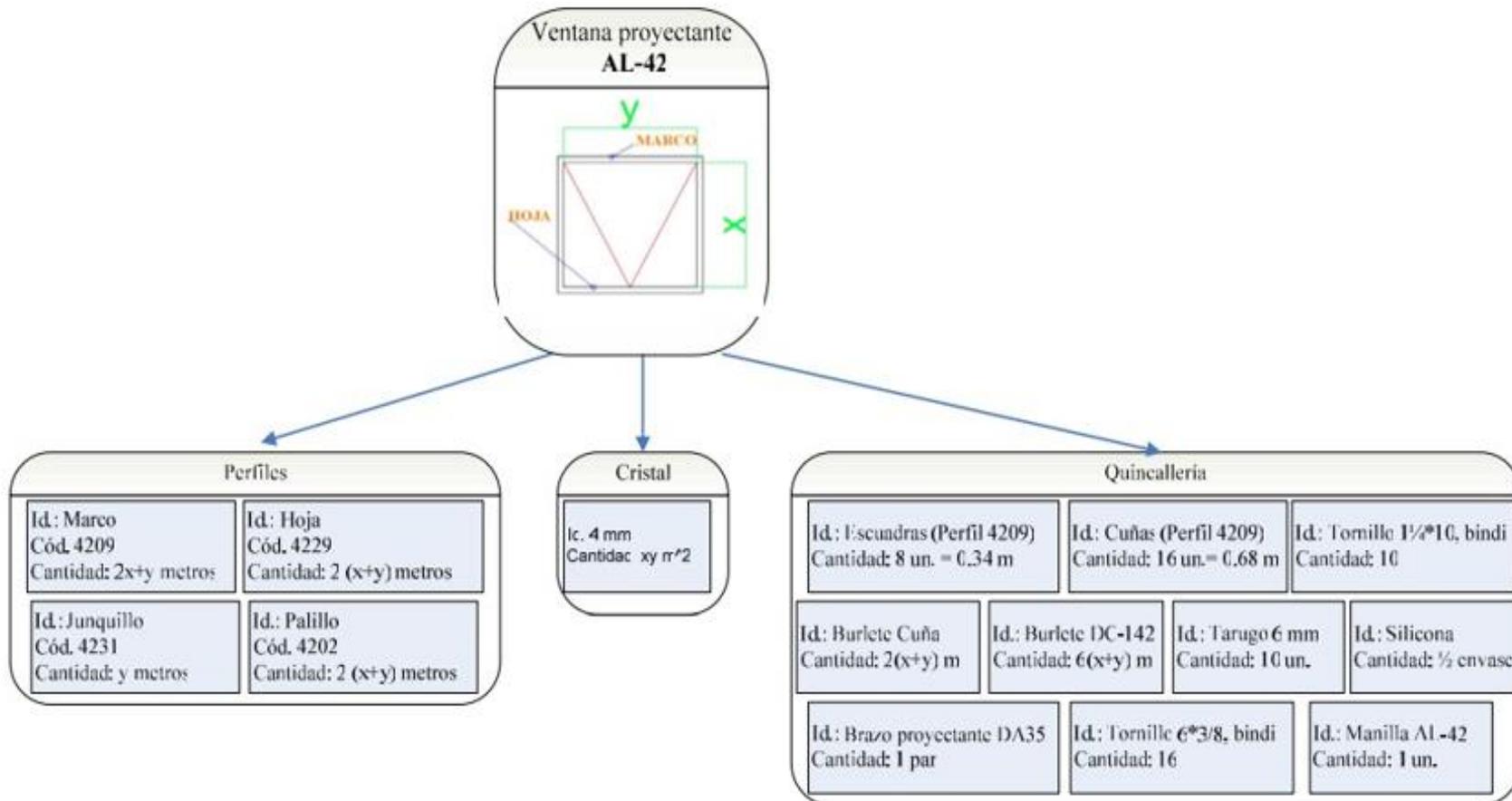
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 13: Requerimiento de material (Ventana fija AL-42)



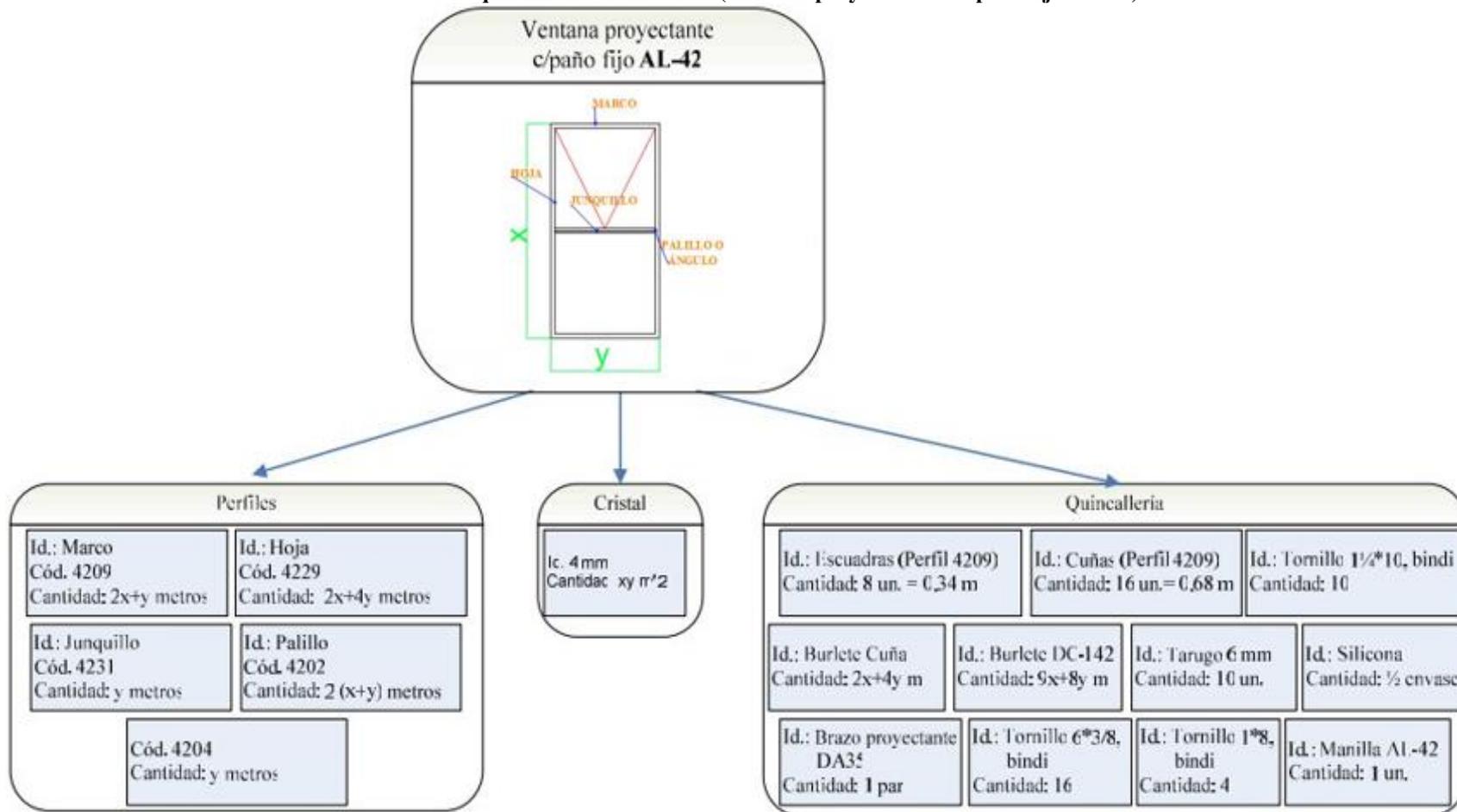
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 14: Requerimiento de material (Ventana proyectante AL-42)



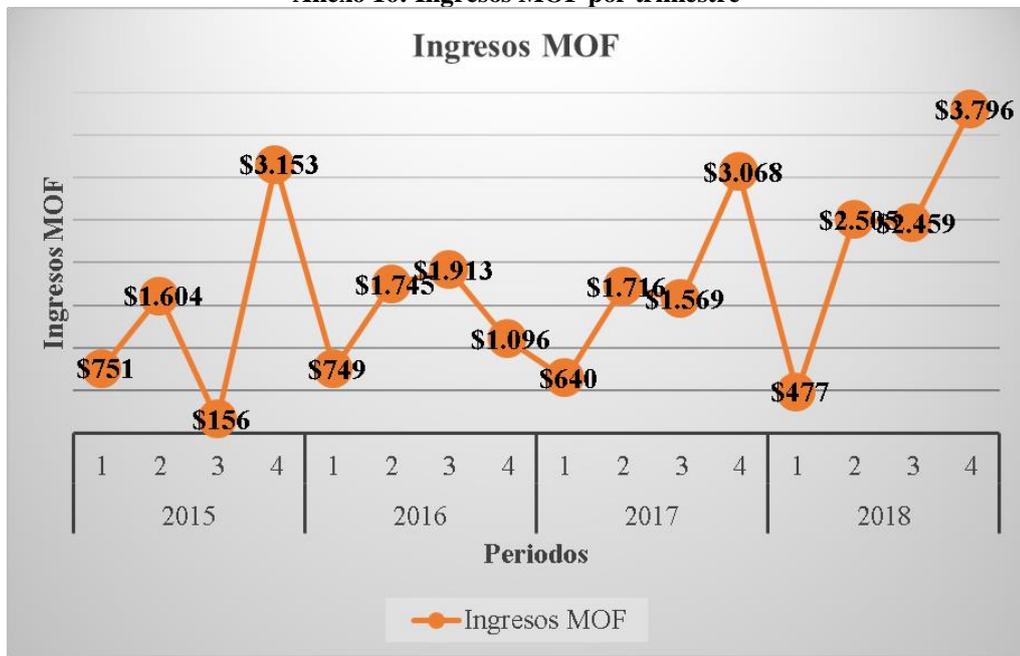
Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 15: Requerimiento de material (Ventana proyectante con paño fijo AL-42)



Fuente: (Muñoz, 2008).

Anexo 16: Ingresos MOF por trimestre



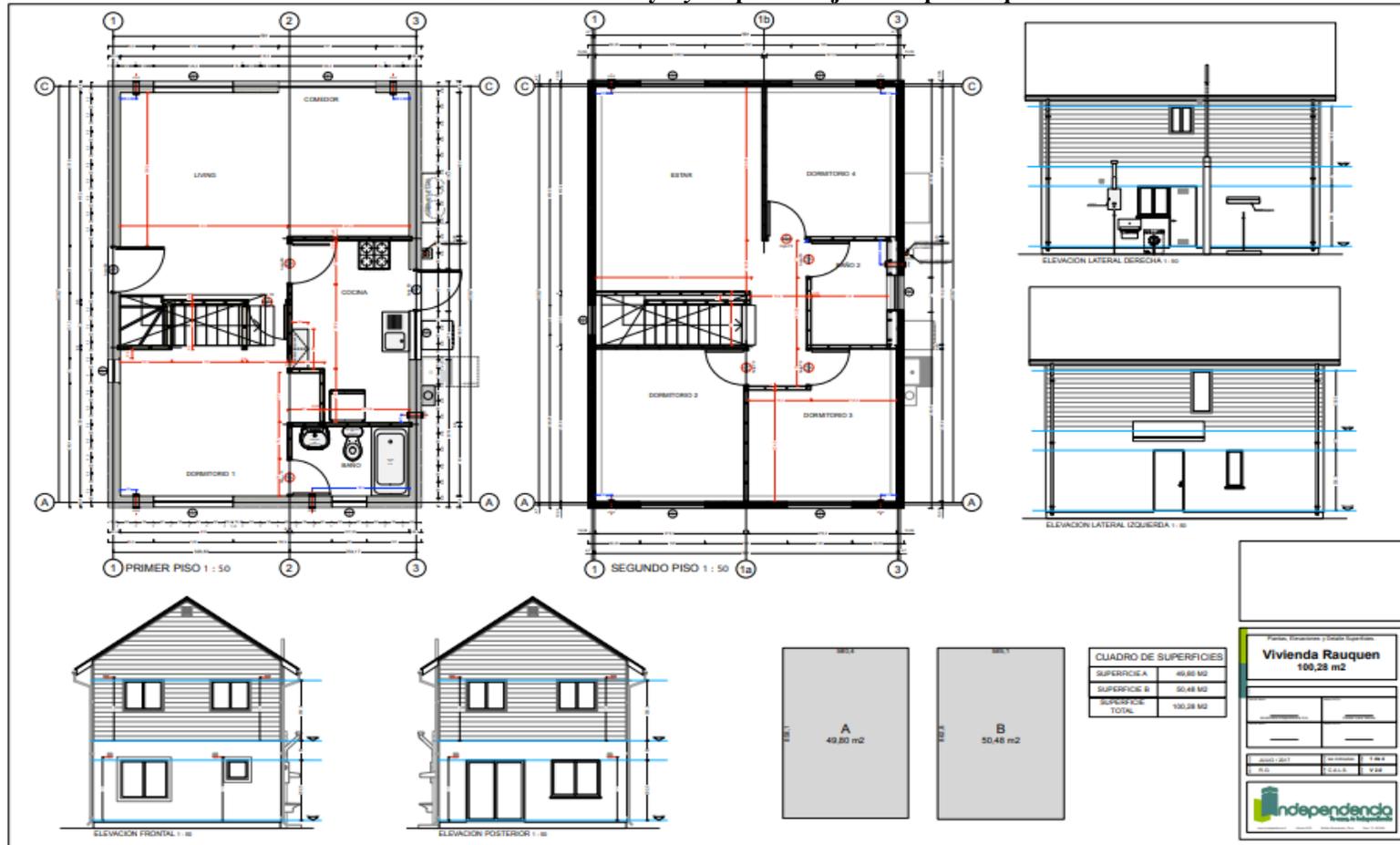
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la empresa.

Anexo 17: Rendering casa tipo Rauquén



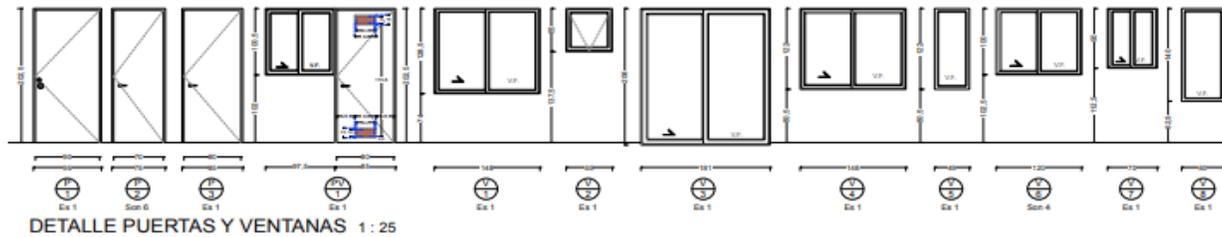
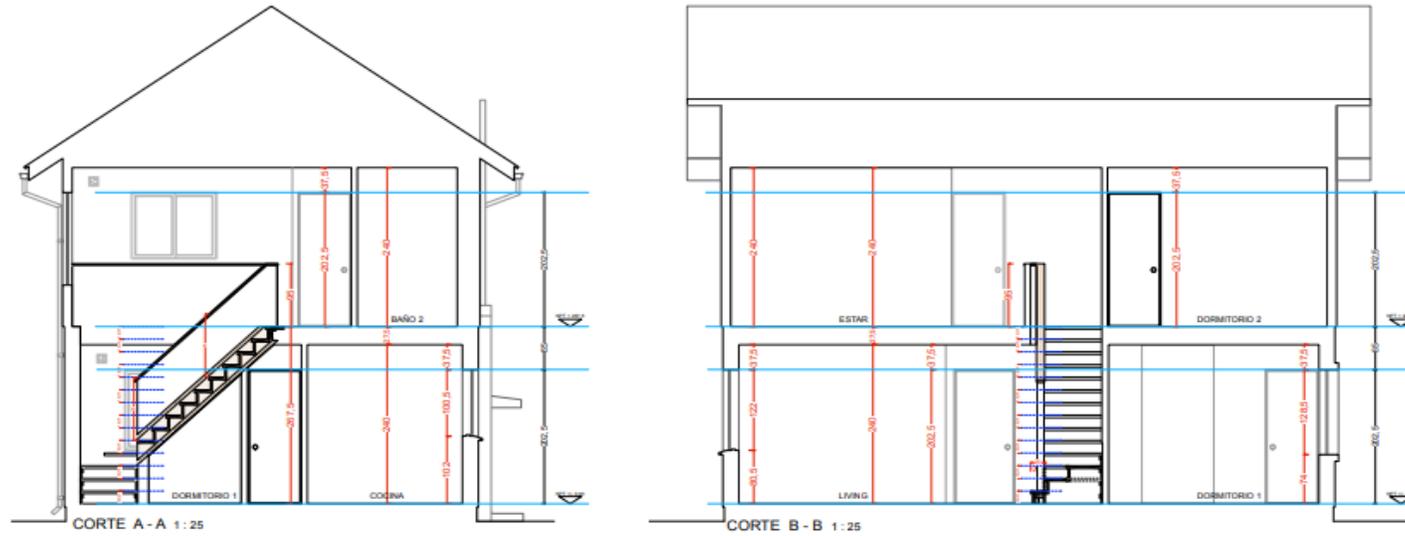
Fuente: Constructora Independencia.

Anexo 18: Detalle exterior y layout planta baja casa tipo Rauquén



Fuente: Constructora Independencia

Anexo 19: Detalle frontal, puertas y ventanas casa tipo Rauquén



Vivienda Rauquén 100,26 m ²	
Fecha: 2017	Escala: 1:25
Autor:	Proyecto:

Fuente: Constructora Independencia

Anexo 22: Registro de corte de aluminios (1era medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	03-12-2018					
Procedimiento	Corte					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	120	12	10%	9:10:00	9:51:00	0:41:00
2	120	27	23%	10:50:00	11:30:00	0:40:00
3	120	31	26%	13:20:00	13:58:00	0:38:00
4	120	40	33%	16:35:00	17:12:00	0:37:00
5	120	16	13%	17:01:00	17:38:00	0:37:00

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 23: Registro de corte de aluminios (2da medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	05-12-2018					
Procedimiento	Corte					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	120	38	32%	8:30:00	9:12:00	0:42:00
2	120	31	26%	10:30:00	11:14:00	0:44:00
3	120	23	19%	12:10:00	12:50:00	0:40:00
4	120	17	14%	15:40:00	16:24:00	0:44:00
5	120	24	20%	17:03:00	17:44:00	0:41:00

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 24: Registro de destaje de aluminios (1era medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	04-12-2018					
Procedimiento	Destaje					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	120	24	20%	8:45:00	9:20:00	0:35:00
2	120	17	14%	11:12:00	11:49:00	0:37:00
3	120	39	33%	12:30:00	13:09:00	0:39:00
4	120	27	23%	16:03:00	16:41:00	0:38:00
5	120	42	35%	17:10:00	17:48:00	0:38:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Registro de destaje de aluminios (2da medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	06-12-2018					
Procedimiento	Destaje					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	120	32	27%	8:30:00	9:18:00	0:48:00
2	120	39	33%	9:50:00	10:35:00	0:45:00
3	120	21	18%	12:10:00	12:56:00	0:46:00
4	120	45	38%	13:35:00	14:22:00	0:47:00
5	120	24	20%	17:09:00	17:57:00	0:48:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26: Registro de armado de aluminios (1era medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	10-12-2018					
Procedimiento	Armado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	28	12	43%	8:30:00	9:18:00	0:48:00
2	28	4	14%	9:50:00	10:35:00	0:45:00
3	28	8	29%	12:10:00	12:56:00	0:46:00
4	28	4	14%	15:35:00	16:22:00	0:47:00
5	28	4	14%	17:09:00	17:57:00	0:48:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27: Registro de armado de aluminios (2da medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	12-12-2018					
Procedimiento	Armado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	28	4	14%	8:45:00	9:27:00	0:42:00
2	28	8	29%	10:20:00	11:09:00	0:49:00
3	28	4	14%	13:10:00	13:59:00	0:49:00
4	28	4	14%	15:33:00	16:20:00	0:47:00
5	28	16	57%	17:00:00	17:43:00	0:43:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28: Registro de vidriado de aluminios (1era medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Cristales					
Fecha	11-12-2018					
Procedimiento	Vidriado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	6	20%	8:30:00	9:18:00	0:48:00
2	30	8	27%	9:50:00	10:35:00	0:45:00
3	30	11	37%	12:10:00	12:56:00	0:46:00
4	30	11	37%	15:45:00	16:32:00	0:47:00
5	30	5	17%	17:09:00	17:57:00	0:48:00

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 29: Registro de vidriado de aluminios (2da medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Cristales					
Fecha	13-12-2018					
Procedimiento	Vidriado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	10	33%	8:45:00	9:27:00	0:42:00
2	30	12	40%	10:20:00	11:09:00	0:49:00
3	30	10	33%	13:10:00	13:59:00	0:49:00
4	30	7	23%	15:34:00	16:21:00	0:47:00
5	30	9	30%	17:00:00	17:43:00	0:43:00

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 30: Registro de montaje de aluminios (1era medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	17-12-2018					
Procedimiento	Montaje					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	10	1	10%	8:30:00	9:18:00	0:48:00
2	10	1	10%	9:50:00	10:35:00	0:45:00
3	10	1	10%	12:10:00	12:56:00	0:46:00
4	10	3	30%	15:31:00	16:18:00	0:47:00
5	10	3	30%	17:09:00	17:57:00	0:48:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31: Registro de montaje de aluminios (2da medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Aluminios					
Fecha	19-12-2018					
Procedimiento	Montaje					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	10	1	10%	8:45:00	9:27:00	0:42:00
2	10	3	30%	10:20:00	11:09:00	0:49:00
3	10	2	20%	13:10:00	13:59:00	0:49:00
4	10	3	30%	15:46:00	16:33:00	0:47:00
5	10	4	40%	17:00:00	17:43:00	0:43:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32: Registro de corte de separador de termopanel (1era medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	DVH					
Fecha	03-12-2018					
Procedimiento	Corte Separador					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	5	17%	8:30:00	8:59:00	0:29:00
2	30	3	10%	9:41:00	10:05:00	0:24:00
3	30	1	3%	11:02:00	11:27:00	0:25:00
4	30	8	27%	15:33:00	15:58:00	0:25:00
5	30	6	20%	17:11:00	17:39:00	0:28:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 33: Registro de corte de separador de termopanel (2da medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	DVH					
Fecha	05-12-2018					
Procedimiento	Corte separador					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	4	13%	8:45:00	9:16:00	0:31:00
2	30	2	7%	10:21:00	10:47:00	0:26:00
3	30	6	20%	11:21:00	11:51:00	0:30:00
4	30	5	17%	15:49:00	16:14:00	0:25:00
5	30	7	23%	17:15:00	17:41:00	0:26:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34: Registro de armado de separador de termopanel (1era medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	DVH					
Fecha	04-12-2018					
Procedimiento	Armado Separador					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	10	33%	8:35:00	9:22:00	0:47:00
2	30	3	10%	9:23:00	10:05:00	0:42:00
3	30	2	7%	11:17:00	12:02:00	0:45:00
4	30	3	10%	15:40:00	16:27:00	0:47:00
5	30	2	7%	17:00:00	17:47:00	0:47:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 35: Registro de armado de separador de termopanel (2da medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	DVH					
Fecha	06-12-2018					
Procedimiento	Armado Separador					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	3	10%	8:30:00	9:14:00	0:44:00
2	30	7	23%	9:43:00	10:31:00	0:48:00
3	30	3	10%	12:35:00	13:17:00	0:42:00
4	30	6	20%	15:38:00	16:25:00	0:47:00
5	30	6	20%	16:59:00	17:45:00	0:46:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 36: Registro de lavado y secado de separador de termopanel (1era medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	DVH					
Fecha	10-12-2018					
Procedimiento	Lavado y Secado Separador					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	6	20%	8:30:00	9:18:00	0:48:00
2	30	9	30%	9:50:00	10:35:00	0:45:00
3	30	11	37%	12:10:00	12:56:00	0:46:00
4	30	12	40%	13:30:00	14:17:00	0:47:00
5	30	9	30%	17:09:00	17:57:00	0:48:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 37: Registro de lavado y secado de separador de termopanel (2da medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	DVH					
Fecha	12-12-2018					
Procedimiento	Lavado y Secado Separador					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	6	20%	9:14:00	10:05:00	0:51:00
2	30	5	17%	10:49:00	11:41:00	0:52:00
3	30	8	27%	13:26:00	14:22:00	0:56:00
4	30	12	40%	13:14:00	14:09:00	0:55:00
5	30	3	10%	16:45:00	17:42:00	0:57:00

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 38: Registro de corte de muebles (1era medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	03-12-2018					
Procedimiento	Corte					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	7	23%	8:57:00	9:40:00	0:43:00
2	30	6	20%	10:46:00	11:26:00	0:40:00
3	30	9	30%	12:14:00	12:55:00	0:41:00
4	30	8	27%	15:36:00	16:05:00	0:29:00
5	30	7	23%	17:10:00	17:47:00	0:37:00

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 39: Registro de corte de muebles (2da medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	05-12-2018					
Procedimiento	Corte					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	7	23%	8:36:00	9:34:00	0:58:00
2	30	9	30%	10:47:00	11:45:00	0:58:00
3	30	8	27%	13:06:00	13:55:00	0:49:00
4	30	8	27%	15:34:00	16:13:00	0:39:00
5	30	7	23%	17:03:00	17:55:00	0:52:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 40: Registro de enchape de muebles (1era medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	04-12-2018					
Procedimiento	Enchape					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	21	8	38%	8:29:00	9:30:57	1:01:57
2	21	9	43%	10:42:00	11:44:37	1:02:37
3	21	8	38%	12:09:00	13:08:49	0:59:49
4	21	7	33%	15:32:00	16:27:44	0:55:44
5	21	6	29%	16:55:00	17:59:17	1:04:17

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 41: Registro de enchape de muebles (2da medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	06-12-2018					
Procedimiento	Enchape					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	21	5	24%	8:38:00	9:41:20	1:03:20
2	21	6	29%	10:55:00	11:55:07	1:00:07
3	21	8	38%	12:58:20	14:02:44	1:04:24
4	21	6	29%	15:34:00	16:30:52	0:56:52
5	21	9	43%	16:59:00	17:57:30	0:58:30

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 42: Registro de perforado de muebles (1era medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	04-12-2018					
Procedimiento	Perforado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	21	8	38%	8:29:00	9:30:00	1:01:00
2	21	9	43%	10:30:00	11:32:37	1:02:37
3	21	8	38%	12:10:00	13:09:49	0:59:49
4	21	7	33%	15:31:00	16:26:44	0:55:44
5	21	6	29%	16:45:00	17:49:17	1:04:17

Fuente: Elaboración propia

Anexo 43: Registro de perforado de muebles (2da medición)

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	06-12-2018					
Procedimiento	Perforado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	21	5	24%	8:36:00	9:37:47	1:01:47
2	21	6	29%	10:47:00	11:51:01	1:04:01
3	21	8	38%	13:06:00	14:03:37	0:57:37
4	21	6	29%	15:39:00	16:41:56	1:02:56
5	21	9	43%	17:02:00	17:59:12	0:57:12

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 44: Registro de rebaje de muebles (1era medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	10-12-2018					
Procedimiento	Rebaje					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	1	3%	8:34:00	9:08:00	0:34:00
2	30	9	30%	9:43:00	10:15:00	0:32:00
3	30	5	17%	11:53:00	12:22:00	0:29:00
4	30	7	23%	14:02:00	14:27:00	0:25:00
5	30	7	23%	17:20:00	17:53:00	0:33:00

*Fuente: Elaboración propia***Anexo 45: Registro de rebaje de muebles (2da medición)**

Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	12-12-2018					
Procedimiento	Rebaje					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	30	4	13%	8:57:00	9:23:00	0:26:00
2	30	2	7%	10:15:00	10:46:00	0:31:00
3	30	8	27%	13:08:00	13:42:00	0:34:00
4	30	8	27%	15:31:00	16:05:00	0:34:00
5	30	1	3%	16:54:00	17:19:00	0:25:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 46: Registro de armado de muebles (1era medición)

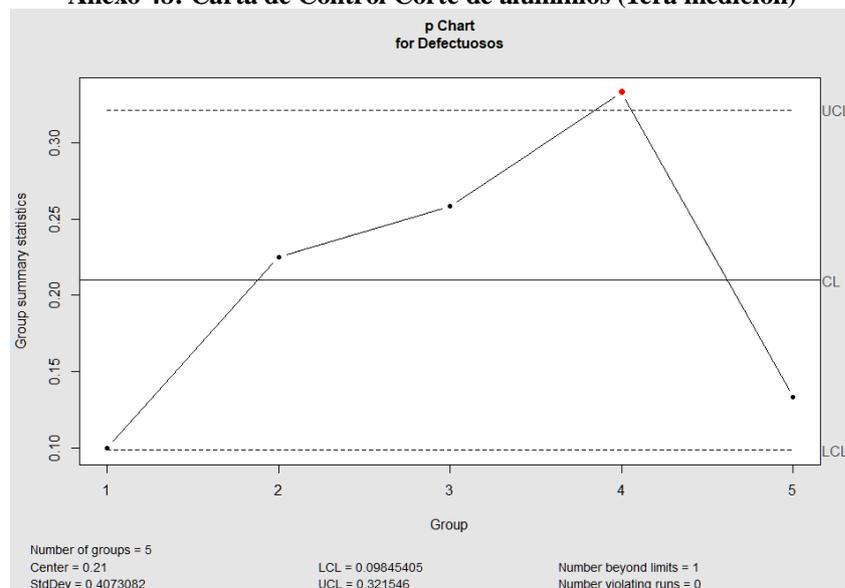
Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	11-12-2018					
Procedimiento	Armado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	21	1	5%	8:32:00	9:34:00	1:02:00
2	21	9	43%	10:09:00	11:10:00	1:01:00
3	21	5	24%	13:28:00	14:29:00	1:01:00
4	21	7	33%	15:30:00	16:25:00	0:55:00
5	21	7	33%	16:57:00	17:59:00	1:02:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 47: Registro de armado de muebles (2da medición)

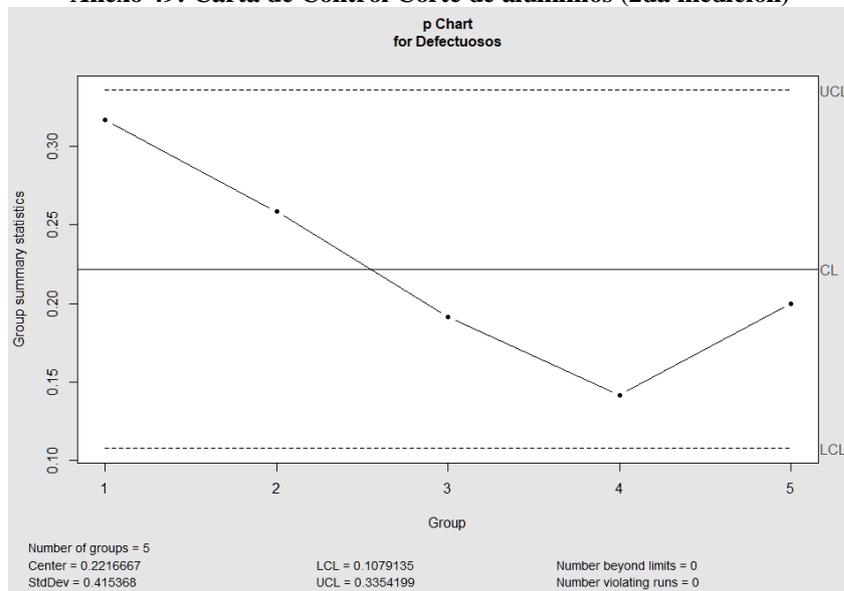
Registro diario de calidad						
Zona de trabajo	Muebles					
Fecha	13-12-2018					
Procedimiento	Armado					
Muestra	Tamaño	Defectuosos	P	Hora inicio	Hora término	Duración
1	21	4	19%	8:31:00	9:28:00	0:57:00
2	21	2	10%	11:01:00	12:05:00	1:04:00
3	21	8	38%	13:06:00	14:05:00	0:59:00
4	21	8	38%	15:32:00	16:02:00	0:30:00
5	21	1	5%	16:54:00	17:55:00	1:01:00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 48: Carta de Control Corte de aluminios (1era medición)

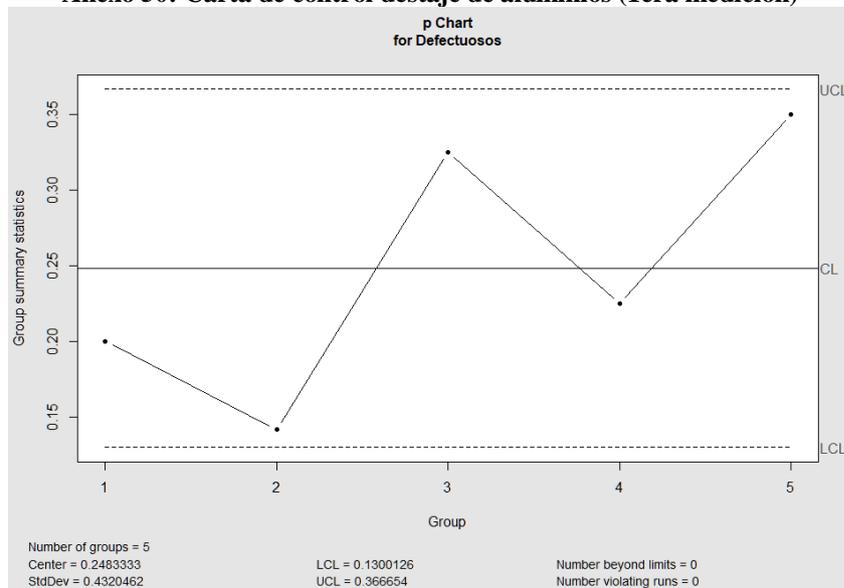
Fuente: Elaboración propia

Anexo 49: Carta de Control Corte de aluminios (2da medición)



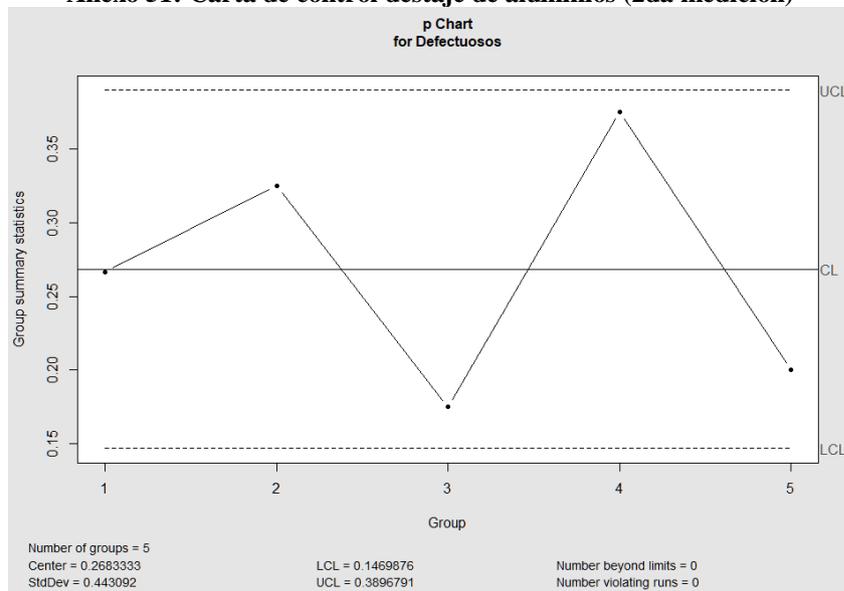
Fuente: Elaboración propia

Anexo 50: Carta de control destaje de aluminios (1era medición)



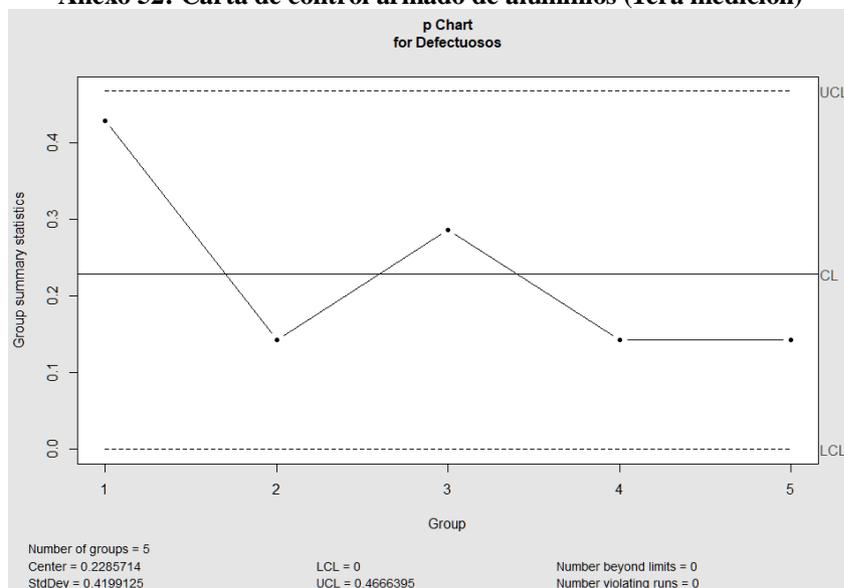
Fuente: Elaboración propia

Anexo 51: Carta de control destaje de aluminios (2da medición)



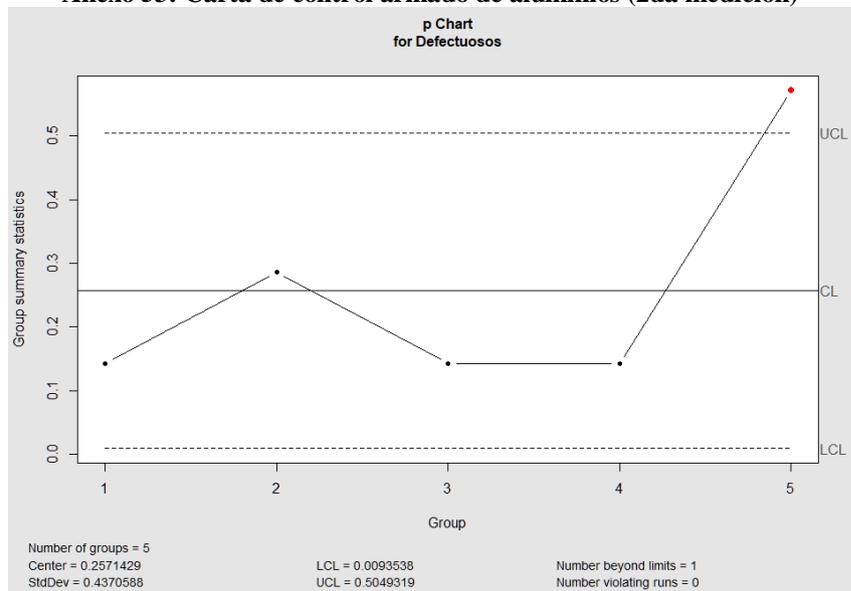
Fuente: Elaboración propia

Anexo 52: Carta de control armado de aluminios (1era medición)



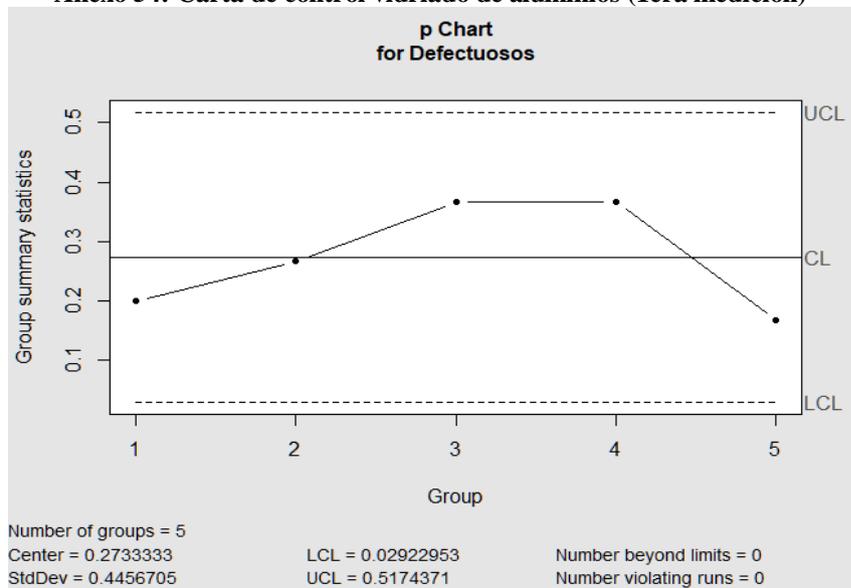
Fuente: Elaboración propia

Anexo 53: Carta de control armado de aluminios (2da medición)



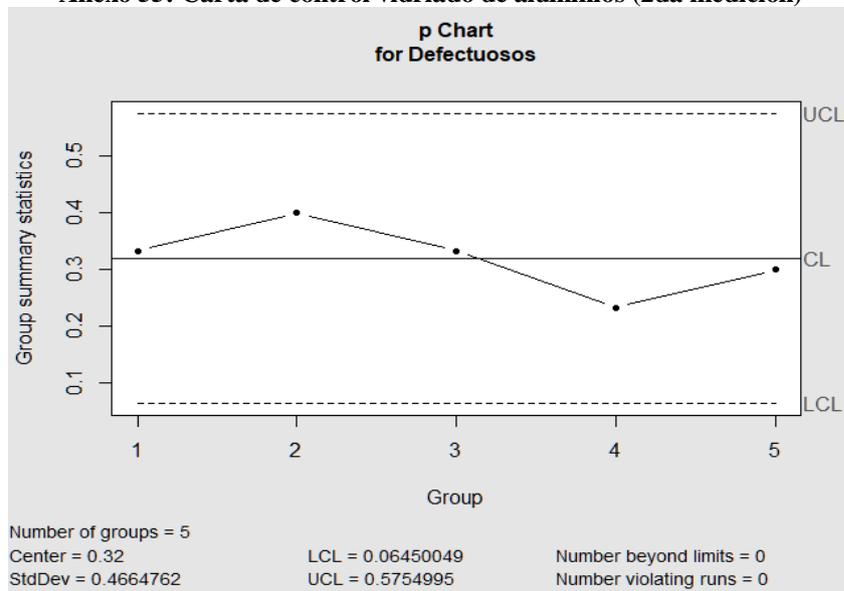
Fuente: Elaboración propia

Anexo 54: Carta de control vidriado de aluminios (1era medición)



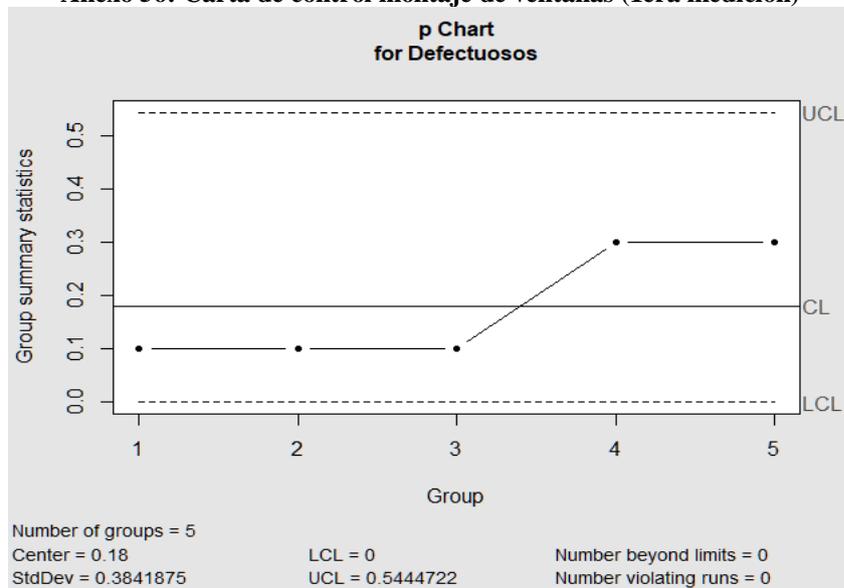
Fuente: Elaboración propia

Anexo 55: Carta de control vidriado de aluminios (2da medición)



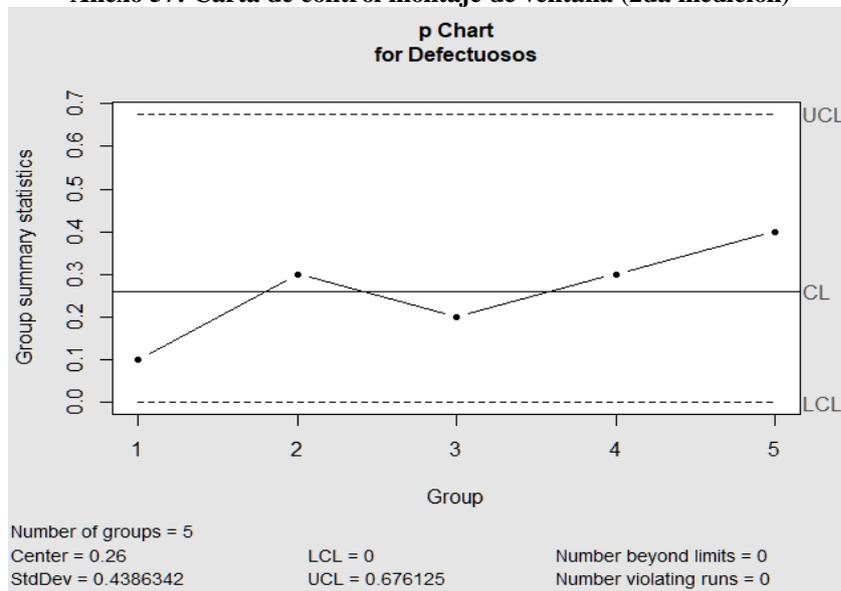
Fuente: Elaboración propia

Anexo 56: Carta de control montaje de ventanas (1era medición)



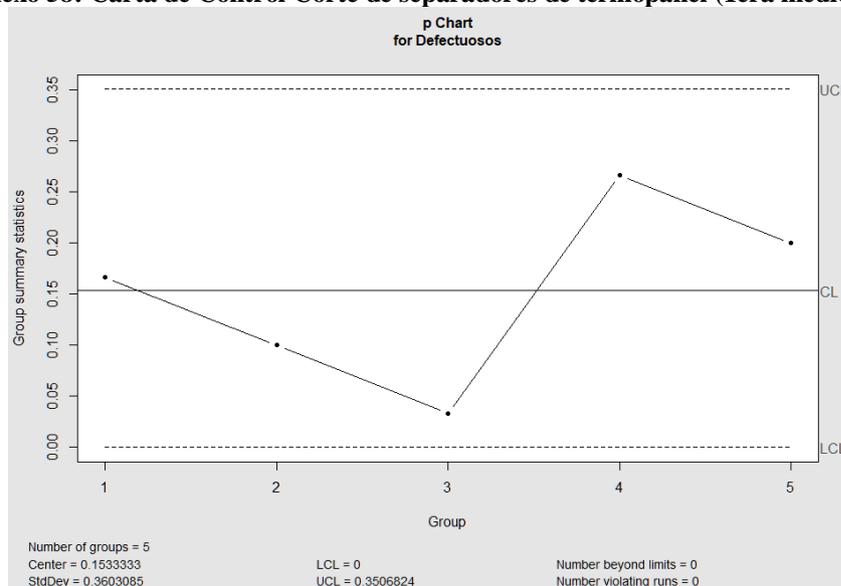
Fuente: Elaboración propia

Anexo 57: Carta de control montaje de ventana (2da medición)



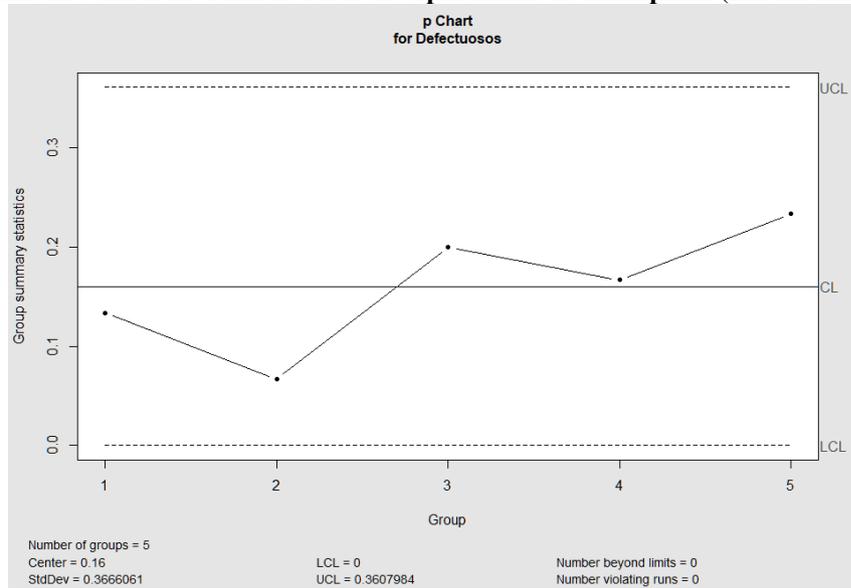
Fuente: Elaboración propia

Anexo 58: Carta de Control Corte de separadores de termopanel (1era medición)



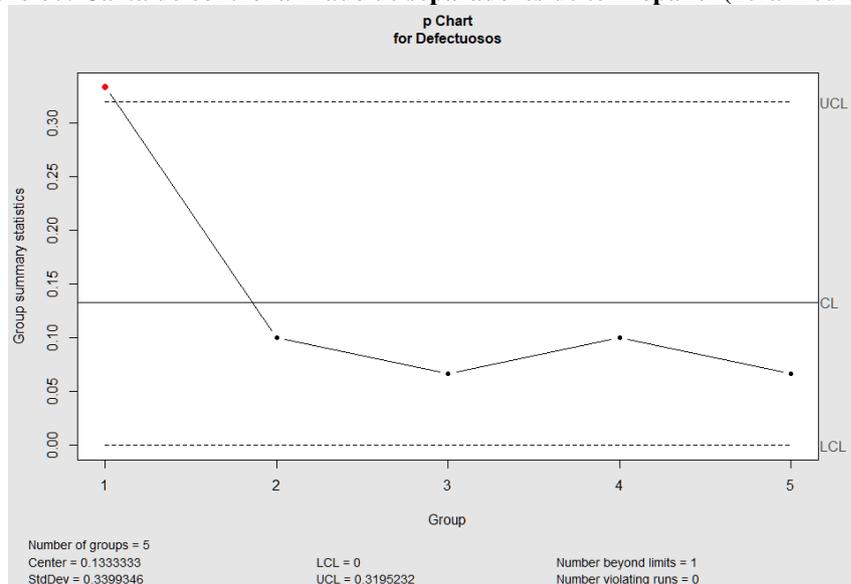
Fuente: Elaboración propia

Anexo 59: Carta de Control Corte de separadores de termopanel (2da medición)



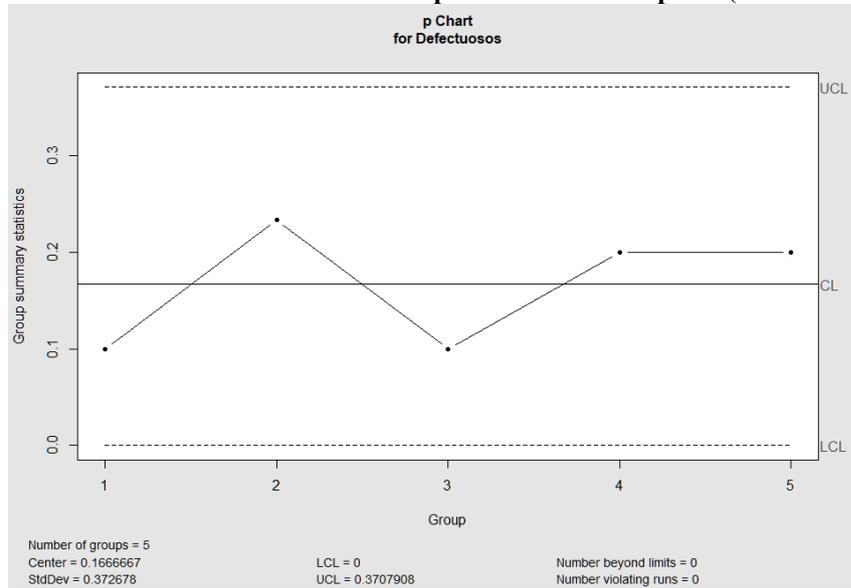
Fuente: Elaboración propia

Anexo 60: Carta de control armado de separadores de termopanel (1era medición)



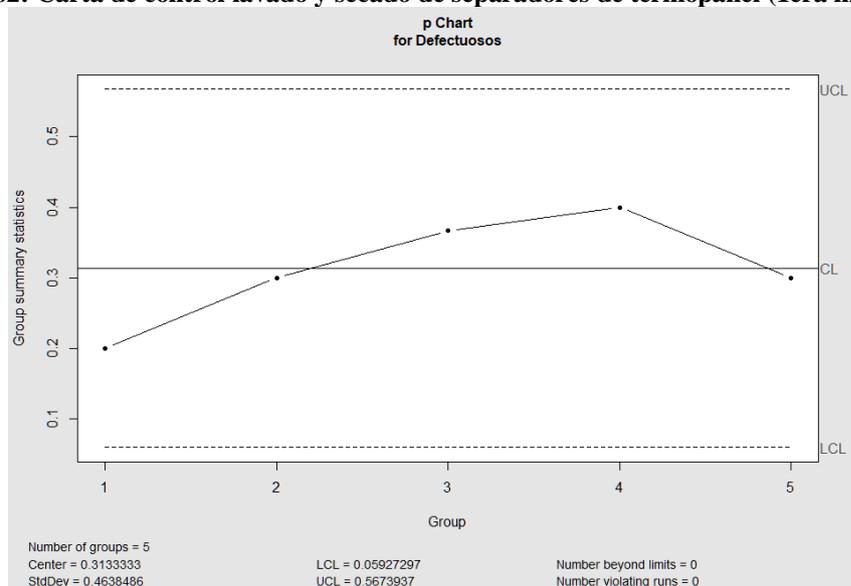
Fuente: Elaboración propia

Anexo 61: Carta de control armado de separadores de termopanel (2da medición)



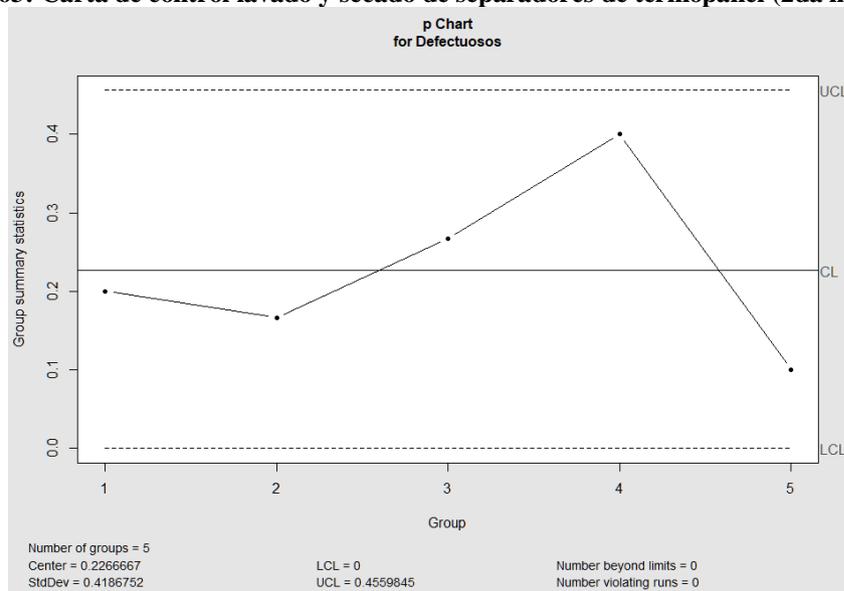
Fuente: Elaboración propia

Anexo 62: Carta de control lavado y secado de separadores de termopanel (1era medición)



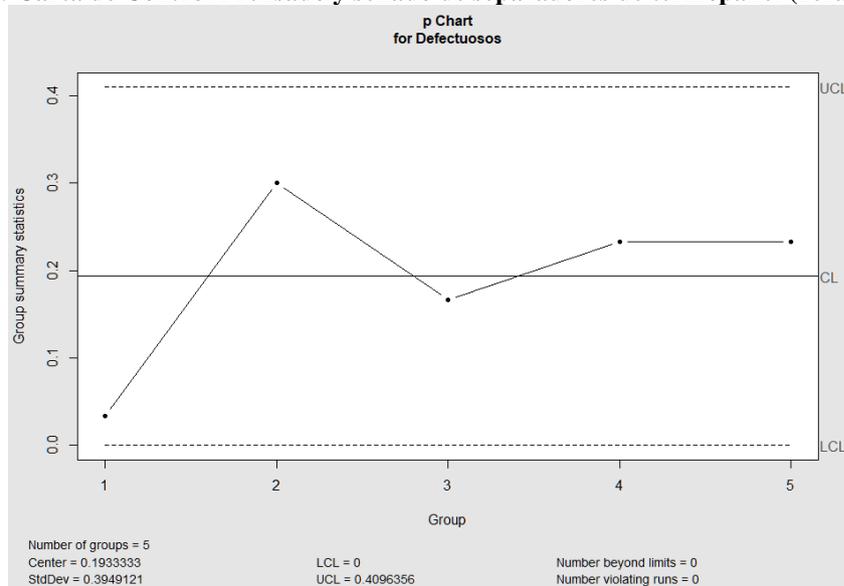
Fuente: Elaboración propia

Anexo 63: Carta de control lavado y secado de separadores de termopanel (2da medición)



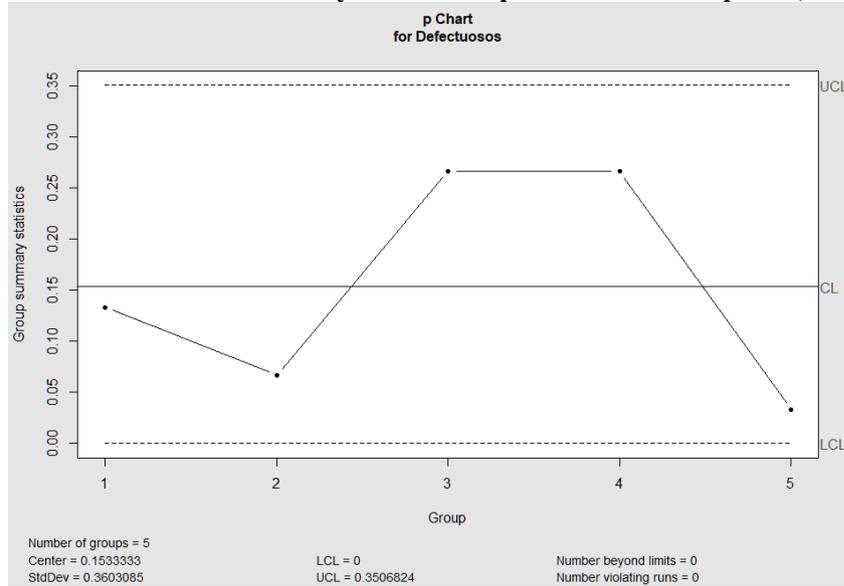
Fuente: Elaboración propia

Anexo 64: Carta de Control Prensado y sellado de separadores de termopanel (1era medición)



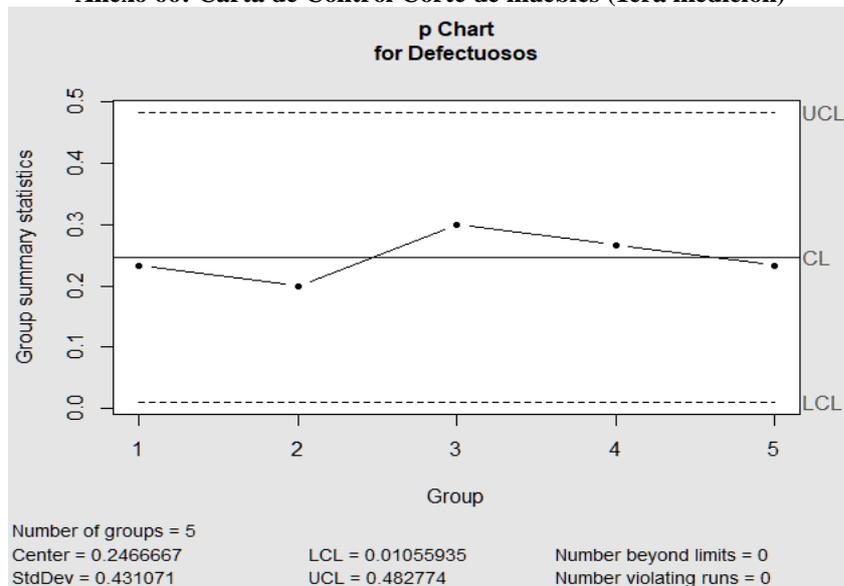
Fuente: Elaboración propia

Anexo 65: Carta de Control Prensado y sellado de separadores de termopanel (2da medición)



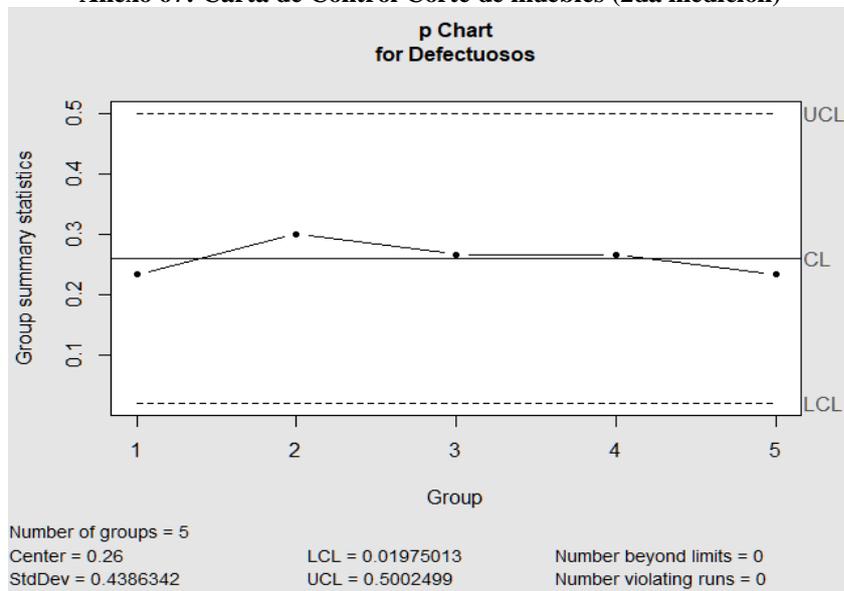
Fuente: Elaboración propia

Anexo 66: Carta de Control Corte de muebles (1era medición)



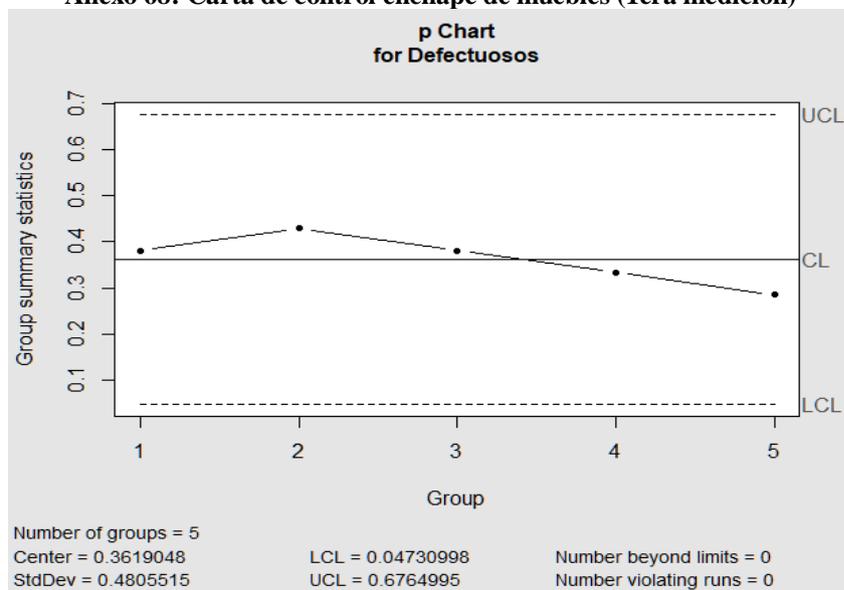
Fuente: Elaboración propia

Anexo 67: Carta de Control Corte de muebles (2da medición)



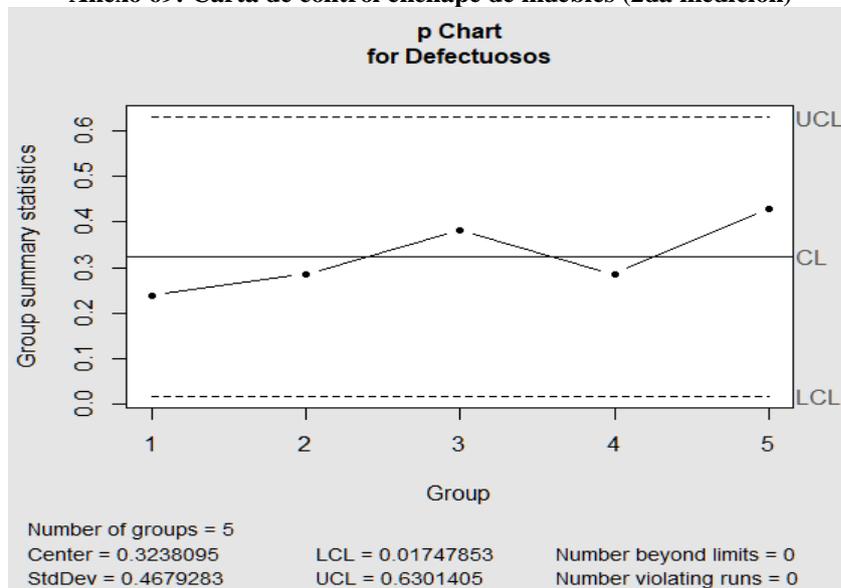
Fuente: Elaboración propia

Anexo 68: Carta de control enchape de muebles (1era medición)



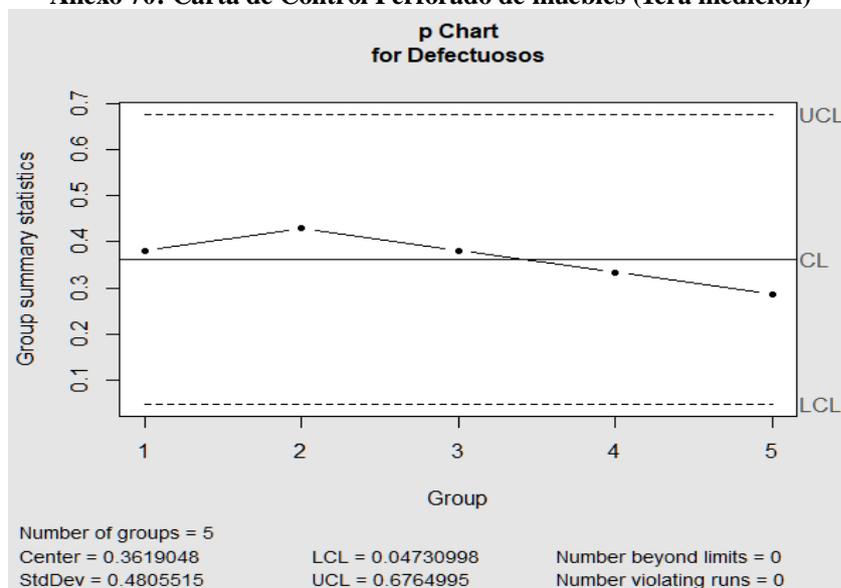
Fuente: Elaboración propia

Anexo 69: Carta de control enchape de muebles (2da medición)



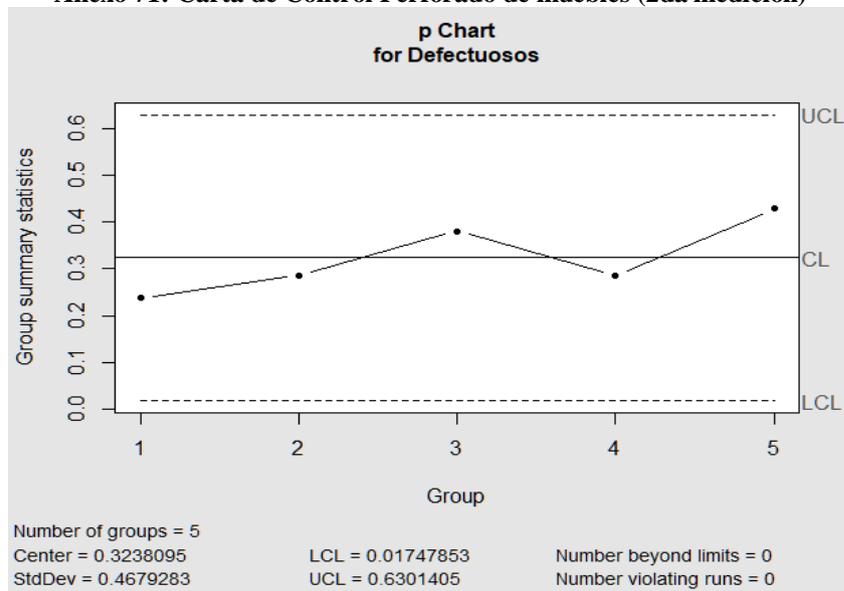
Fuente: Elaboración propia

Anexo 70: Carta de Control Perforado de muebles (1era medición)



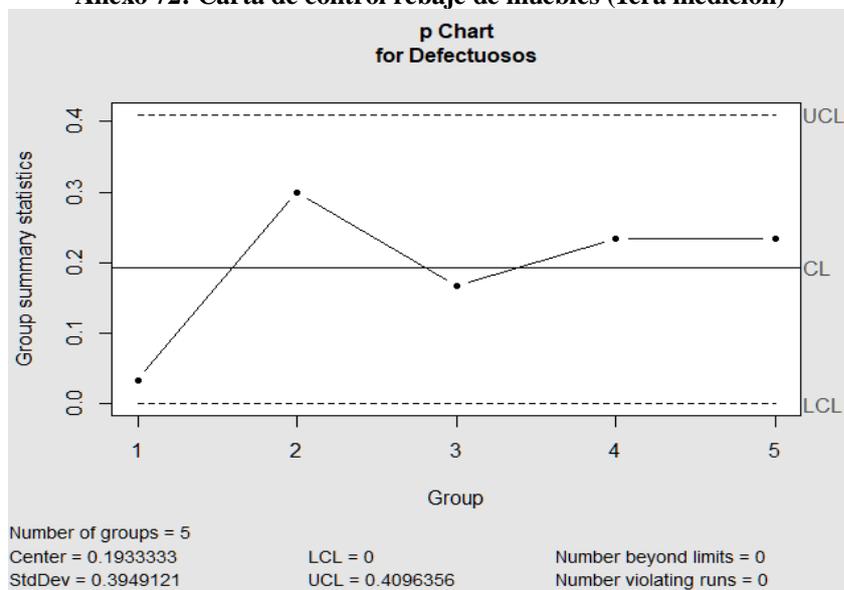
Fuente: Elaboración propia

Anexo 71: Carta de Control Perforado de muebles (2da medición)



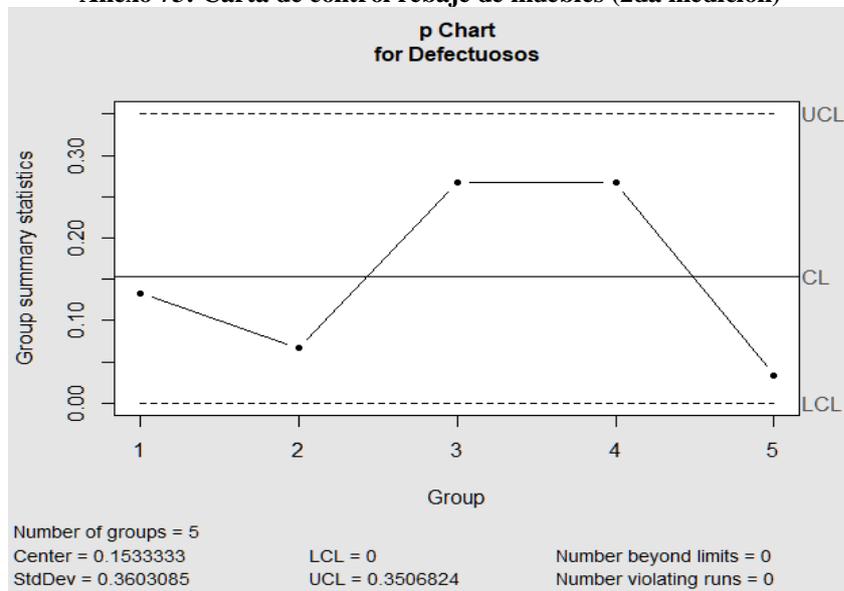
Fuente: Elaboración propia

Anexo 72: Carta de control rebaje de muebles (1era medición)



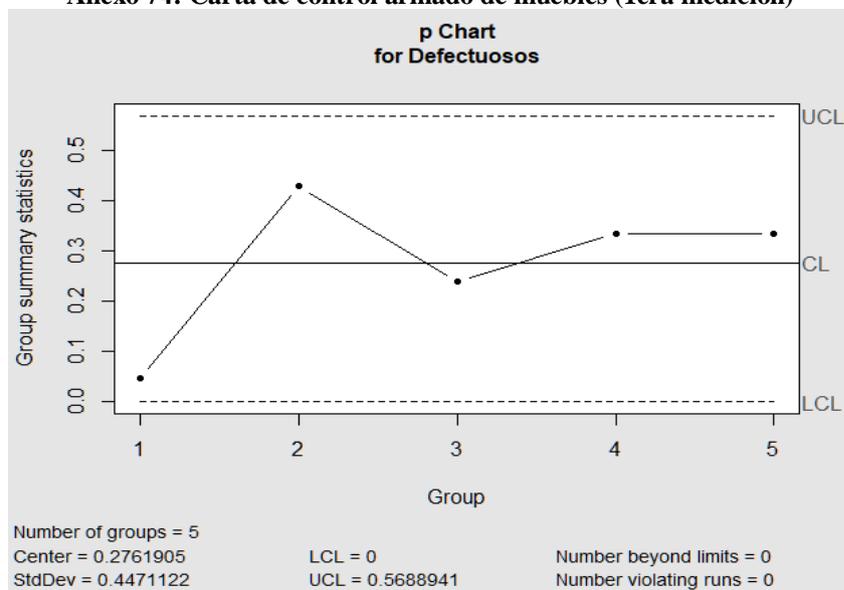
Fuente: Elaboración propia

Anexo 73: Carta de control rebaje de muebles (2da medición)



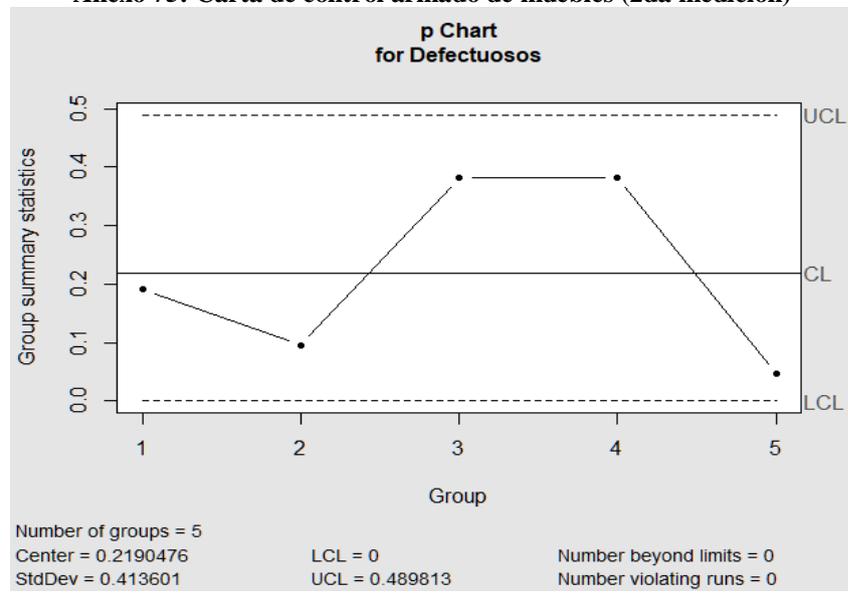
Fuente: Elaboración propia

Anexo 74: Carta de control armado de muebles (1era medición)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 75: Carta de control armado de muebles (2da medición)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 76: Hoja de trabajo para ventana corredera AL-15 tipo V1

Hoja de trabajo		Fecha	
Tipo	Ventana Corredera	Perfil	AL-15
Modelo	V1		

Ancho (X)	1480	mm
Largo (Y)	1285	mm

Simbología	Descripción	Cantidad	Longitud (mm)	Posición
1	Jamba	2	1285	V
2	Burlete	2	1198	V
3	Riel Superior	1	1480	H
4	Riel Inferior	1	1480	H
5	Traslapo	2	1198	V
6	Cabezal	2	584	H
7	Zócalo	2	584	H

Mediciones específicas

Simbología	Descripción	Cantidad	Longitud (mm)
1	Jamba	1.1	2
		1.2	10
		1.3	0,4
4	Riel Inferior	4.1	200
		4.2	231
		4.3	264
5	Traslapo	5.1	2
		5.2	2,5
6	Cabezal	6.1	5
		6.2	2
		6.3	0,5
		6.4	2
		6.5	2,5
7	Zócalo	7.1	5
		7.2	2
		7.3	0,5
		7.4	2
		7.5	2,5

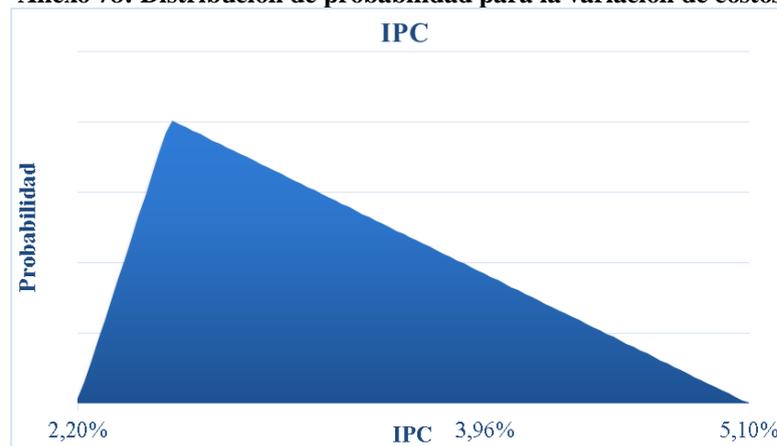
Fuente: Elaboración propia

Anexo 77: Distribución de probabilidad para el costo unitario



Fuente: Elaboración propia

Anexo 78: Distribución de probabilidad para la variación de costos



Fuente: Elaboración propia

Anexo 79: Distribución de probabilidad para el precio unitario



Fuente: Elaboración propia

Anexo 80: Distribución de probabilidad para la tasa de disminución de defectos



Fuente: Elaboración propia

Anexo 81: Distribución de probabilidad para la tasa del volumen de ventas



Fuente: Elaboración propia