

**Propuesta de mejoramiento para los procesos logísticos internos de la empresa
Proyectos y Servicios LTDA. Seccional Bogotá.**



Autores

Karen Ximena Castañeda Chacón

Miguel Ángel Quiñonez Romero

Tutora

Ing. Paula Sofía Castro Acevedo

Universidad El Bosque

Programa de Ingeniería Industrial

Gestión e Ingeniería de Operaciones

Bogotá D.C., Colombia

Junio 2022

Bogotá, abril 15 de 2022

Señores
UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Ciudad

Apreciados Señores:

La presente tiene como objetivo presentar para su estudio el **Trabajo de Grado Propuesta de mejoramiento para los procesos logísticos internos de la empresa Proyectos y Servicios LTDA**, desarrollado por los estudiantes Karen Ximena Castañeda Chacón con ID 1013689854 y **Miguel Angel Quiñonez Romero** con 1073179575.

Manifiesto además que, conozco el Reglamento de Proyecto de Grado establecido por el Programa de Ingeniería Industrial y los deberes y derechos que como estudiante esto implica.

El desarrollo del proyecto se hará de conformidad con lo estipulado en el reglamento de trabajo de grado, los manuales de procedimientos y demás disposiciones establecidas por el Programa.

Agradeciendo su amable atención,

Cordialmente,

KAREN XIMENA CASTAÑEDA CHACÓN
C.C. 1013689854

MIGUEL ÁNGEL QUIÑONEZ ROMERO
C.C. 1073179575.

Bogotá, **19 de marzo de 2022**

Señores
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Ciudad

Apreciados Señores:

Por medio de la presente me permito informarles que autorizamos el desarrollo del Trabajo de Grado titulado "Propuesta de mejoramiento para los procesos logísticos internos de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Seccional Bogotá.", elaborado por los estudiantes **Karen Ximena Castañeda Chacón y Miguel Angel Quiñonez Romero**, identificados con cedula de Ciudadanía **1013689854 y 1073179575**, la cual consideramos como un gran aporte para nuestra Entidad.

Agradeciendo su amable atención,

Cordialmente,

FIRMA
JUAN FELIPE BARRAGÁN
GERENTE OPERATIVO



Bogotá, marzo 23 de 2022

Señores
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Ciudad

Asunto: Dirección de Trabajo de Grado

Respetados señores:

La presente tiene como objetivo confirmar mi intención de participar como director del Proyecto de Grado **Proyecto de mejoras internas enfocadas en la gestión logística de la empresa Proyectos y Servicios LTDA seccional Bogotá** que será desarrollando por el estudiante **Karen Ximena Castañeda Chacón** con ID **1013689854** y **Miguel Angel Quiñonez Romero** con **1073179575**

Declaro que conozco el Reglamento de Trabajo de Grado del Programa de Ingeniería Industrial, los deberes y derechos que asumo como director.

El desarrollo del proyecto se hará de conformidad con lo estipulado en dicho manual.

Cordialmente,

Paula Sofia Castro Acevedo
1.030.573.115
Docente

Contenido

Resumen	15
Introducción	17
1 Formulación del proyecto	18
1.1 Problema de investigación	18
1.1.1 Identificación	18
1.1.2 Descripción	19
1.1.3 Planteamiento	27
1.2 Justificación	27
1.3 Objetivos	29
1.3.1 Objetivo General	29
1.3.2 Objetivos específicos	29
1.4 Marco referencial	29
1.4.1 Antecedentes	29
1.4.2 Marco teórico	31
1.4.3 Marco Institucional	38
1.5 Metodología	40
1.6 Alcances y resultados	41
2 Diagnóstico de las operaciones en el área de Logística de la seccional Bogotá.	42
2.1 Proceso descriptivo para el servicio de instalación de equipos de refrigeración y ventilación mecánica	43
2.2 Proceso descriptivo para el servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración y ventilación mecánica.	47
2.3 Procesos logísticos	50
2.4 Análisis de la prestación de servicios de la seccional Bogotá.	55
2.5 Análisis de causas de incumplimiento en la prestación de los servicios de mantenimiento e instalación de sistemas de refrigeración	58
2.6 Categorización de las causas de la problemática	62
2.6.1 Aprovisionamiento	62

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)	65
2.6.2 Procesamiento de pedidos y sistemas de información:	65
2.6.3 Distribución:	66
2.6.4 Inventario	68
2.6.5 Servicio al cliente.	75
3 Propuesta de alternativas, herramientas, métodos y estrategias para la mejora de los procesos logísticos internos.	79
3.1 Propuestas para el proceso logístico interno de aprovisionamiento	79
3.2 Propuestas del proceso interno de procesamiento de pedidos y sistemas de información	85
3.3 Propuesta de mejora del proceso logístico interno de servicio al cliente.	92
3.4 Propuestas del proceso logístico interno de inventario	97
3.5 Propuesta de mejora del proceso logístico interno de distribución	119
Proposición de la planeación semanal.	119
4 Evaluación de costos y beneficios en la empresa Proyectos y Servicios LTDA.	133
4.1 Aprovisionamiento	133
4.2 Inventario	134
4.3 Procesamiento de pedidos y sistemas de información	137
4.4 Servicio al cliente	139
4.5 Distribución	139
5 Conclusiones y recomendaciones	143
5.1 Conclusiones	143
5.2 Recomendaciones	144
6 Referencias	145
7 Anexos	150

Lista de tablas

Tabla 1. Resumen de órdenes de compra de insumos para servicios nuevos y servicio de mantenimiento entre enero y febrero de 2021	20
Tabla 2. Matriz metodológica.....	41
Tabla 3. Servicios demandados en el primer semestre del 2021 en la seccional Bogotá.	56
Tabla 4. Tiempos extra designados a tipos de daños irregulares en el servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración en la seccional Bogotá, 2021	57
Tabla 5. Aprovisionamiento de insumos con mayor tiempo desde la seccional de Bucaramanga hasta la seccional Bogotá, 2021	63
Tabla 6. Costo de orden de trabajo desde el aprovisionamiento hasta la ejecución del servicio, 2021.....	65
Tabla 7. Cantidad total de alertas de servicios en el primer semestre del 2021	66
Tabla 8. Distancia de distribución entre puntos de obra para servicios pendientes Bogotá, 2021.....	66
Tabla 9. Costo de flota para servicios pendientes.....	67
Tabla 10. Tasa i porcentaje sobre el valor del insumo que muestra el costo de inventario para la seccional Bogotá, 2021	74
Tabla 11. Tiempo de recorrido de insumos estándar para obra	75
Tabla 12. Resumen de valoración de la variable de estudio para el diagnóstico de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Seccional Bogotá	77
Tabla 13. Información de entrada para la construcción de matrices de comparación en AHP	84
Tabla 14. Resultado del modelo AHP para la decisión de proveedores.	84
Tabla 15. Programa de capacitación diseñado para el Auxiliar logístico de la Seccional Bogotá.....	89
Tabla 16. Resumen de medios para la evaluación del servicio prestado	95
Tabla 17. Codificación de letras para referenciación de insumos de inventario.	102
Tabla 18. Actividades de limpieza.....	103
Tabla 19. Valor estándar de pedidos de insumos de la clasificación A del inventario ABC	109
Tabla 20. Valor estándar de pedidos de insumos sin proporcionalidad del inventario ABC.	110
Tabla 21. Compilación de resultado de errores medios porcentuales para los métodos de pronósticos aplicados.	112
Tabla 22. Ponderación de insumos y pronóstico	113
Tabla 23. LEP de productos de la clasificación A del inventario ABC.....	114

Tabla 24. Cantidad de órdenes de compra, punto de re-orden y stock de seguridad para insumos de la clasificación A del inventario ABC	115
Tabla 25. Cronograma de asignación de rutas del 8 al 12 de febrero	124
Tabla 26. Costos de transporte desde Bucaramanga hasta Bogotá mensualmente	133
Tabla 27. Costos de aplicación de la metodología 5S's.....	134
Tabla 28. Costo de política de inventario	136
Tabla 29. Costo de manejo de plantilla de inventario.....	136
Tabla 30. Costo promedio total de implementación de la propuesta de la hoja de vida del servicio.....	138
Tabla 31. Costo promedio mensual de mantenimiento de conexión	138
Tabla 32. Costo promedio de ejecución de la capacitación por el auxiliar de logística	138
Tabla 33. Costo promedio de implementación para planeación de rutas	140
Tabla 34. Costo promedio de ejecución de la planeación semanal de rutas por el gerente comercial en el mes.....	140
Tabla 35. Costo total de ahorro en mano de obra con la propuesta de ruteo de vehículos .	140
Tabla 36. Resumen de beneficios de las propuestas frente a la variable de estudio de cumplimiento de servicios.	141

Lista de figuras

Figura 1. Análisis de Pareto para causales de incumplimiento en servicios en enero y febrero 2021.....	21
Figura 2. Diagrama Ishikawa.....	22
Figura 3. Diagrama del proceso descriptivo para el servicio de instalación de equipos nuevos.	44
Figura 4. Diagrama del proceso de servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración y ventilación mecánica.....	48
Figura 5 .Descripción del proceso logístico de servicio al cliente.....	51
Figura 6. Descripción del proceso logístico de Aprovisionamiento Fuente: autores basados en Palacios (2016).....	52
Figura 7 .Descripción del proceso logístico de Inventario Fuente: autores basados en Palacios (2016).....	53
Figura 8. Descripción del proceso logístico de Distribución.....	54
Figura 9 .Descripción del proceso logístico de Procesamiento de pedidos y sistemas de información Fuente: autores basado en Palacios (2016).....	55
Figura 10. Diagrama de procesos de una orden de trabajo desde Bucaramanga hasta la seccional Bogotá, 2021	57
Figura 11. Cantidad de servicios con alertas de incumplimiento	60
Figura 12. Comportamiento de tiempos de aprovisionamiento para insumos de refrigeración industrial en la seccional Bogotá 2021.	64
Figura 13. Gráfico de clasificación de inventario ABC.....	69
Figura 14. Nivel de rotación de insumos de inventario de la seccional Bogotá, 2021	70
Figura 15. Insumos fuera de la política de Stock de la seccional Bogotá, 2021.....	71
Figura 16. Cobertura del stock a respuesta de servicios de mantenimiento e instalación de la seccional Bogotá, 2021	72
Figura 17. Estado de la estantería principal de la seccional Bogotá. PyS LTDA, 2021.....	74
Figura 18. Resumen de los problemas identificados en el diagnóstico	76
Figura 19. Comparación de precios de proveedores IPR, TSR y proveedores locales.....	82
Figura 20. Comparación de capacidad de respuesta de aprovisionamiento en unidades para los proveedores IPR, TSR y proveedores locales.	83
Figura 21. Plan de capacitación	89
Figura 22. Guía de las 5 S's.....	98
Figura 23. Instalaciones de almacén de la empresa P y S LTDA. Seccional Bogotá.	99
Figura 24. Proceso de despejar áreas críticas de la seccional Bogotá en la empresa PyS LTDA.....	100

Figura 25. Frecuencia de salida respecto a la demanda de los insumos de la clasificación A del inventario ABC.	101
Figura 26. Espacios designados para la ubicación de insumos en almacén y estantería principal en la seccional Bogotá.	102
Figura 27. Plano de asignación de zonas de limpieza. Fuente: autores	103
Figura 28. Ejemplificación de resultado de auditoría	104
Figura 29. Análisis de componentes principales de demanda de insumos	106
Figura 30. Gráfica de series de tiempo de tubería flexible $\frac{3}{4}$	107
Figura 31. Gráfico de cajas y bigotes de tubería flexible $\frac{3}{4}$	108
Figura 32. Autocorrelograma de demanda de tubería flexible $\frac{3}{4}$	108
Figura 33. Pronóstico de demanda método suavización exponencial simple constante 0,09	111
Figura 34. Pronóstico con método de suavización exponencial simple constante 0,2	111
Figura 35. Pronóstico método de previsión Excel.	112
Figura 36. Calendario de compras para los insumos del inventario	117
Figura 37. Diagrama de red – asignación rutas semana del 8 al 12 de febrero	125

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Nivel de Inventario Fuera de <i>Stock</i>	35
Ecuación 2. Nivel de Rotación de inventario	35
Ecuación 3. Indicador de nivel de cobertura de <i>stock</i>	36
Ecuación 4. Índice de consistencia.....	36
Ecuación 5. Consistencia aleatoria.....	36
Ecuación 6. Relación de consistencia.....	36
Ecuación 7. Lote económico de pedido.....	37
Ecuación 8. Punto de reorden.....	37
Ecuación 9. Stock de Seguridad	37
Ecuación 10. Indicador de eficiencia de información de la hoja del servicio.	88
Ecuación 11. Indicador de cumplimiento de servicio de instalación	93
Ecuación 12. Indicador de cumplimiento de servicio de mantenimiento.....	93
Ecuación 13. Indicador de factores de aumento de costo. Fuente: Autores	94
Ecuación 14. Indicador factores de trato y comportamiento. Fuente: Autores	95
Ecuación 15. Fórmula de Haversaine.....	121
Ecuación 16. Fórmula de la distancia de recorrido.	121
Ecuación 17. = <i>ALEATORIO.ENTRE</i> (130; 160)/100	122
Ecuación 18. Función objetivo.....	122
Ecuación 19. Entrada Nodo.....	122
Ecuación 20. Los nodos tienen un arco de salida y uno de entrada.	123
Ecuación 21. Solo un vehículo visita al cliente.....	123
Ecuación 22. Jornada laboral de lunes a viernes	123
Ecuación 23. Jornada laboral del día sábado.....	123
Ecuación 24. Eliminación de sub tures.	123
Ecuación 25. = <i>ALEATORIO.ENTRE</i> (5; 10)	126
Ecuación 26. Variación de tiempo de recorrido del cliente i al cliente j.....	126
Ecuación 27. <i>Promedio.si</i> (Rango matricial; ">0").....	126

Tabla de anexos

Anexo A. Crecimiento del mercado de refrigeración industrial	150
Anexo B. Comportamiento del mercado de refrigeración industrial	150
Anexo C. Competidores del sector de refrigeración industrial	150
Anexo D. Recopilación información de las entrevistas	151
Anexo E. Causas de inconclusión en prestación de servicios en enero y febrero 2021	151
Anexo F. Tabla de tiempos de entrega de proveedores 2020.....	152
Anexo G valorización de inventario.....	152
Anexo H. Estructura del flujo de caja	153
Anexo I. Formato de control de mantenimiento de equipos de aire acondicionado. ..	153
Anexo J . Muestra de alertas en los servicios totales realizados en el primer semestre de 2021	154
Anexo K. Clasificación de inventario ABC	156
Anexo L. Indicadores de inventario	159
Anexo M. Costo de inventario unitario de insumos en la Bodega de la seccional Bogotá, 2021	162
Anexo N. Alternativa 1 proveedor IPR Partes y Repuestos.....	165
Anexo P. Alternativa 2 Proveedor TRS Partes S.A.	166
Anexo P. Alternativa 3 proveedores locales: AIR SHOP y almacenes de refrigeración	167
Anexo Q. Listado de insumos no registrados ubicados en la estantería principal de la seccional Bogotá.....	168
Anexo R. Referenciación de unidades en inventario para la totalidad de insumos.....	169
Anexo S. Plantilla de evaluación del paso 1 de las 5S's	171
Anexo T. Plantilla de evaluación del paso 2 de las 5S's.....	172
Anexo V. Plantilla de evaluación del paso 3 de las 5S's	172
Anexo V. Plantilla de evaluación del paso 4 de las 5S's	173
Anexo W. Plantilla de evaluación del paso 5 de las 5S's.....	173
Anexo X. Ejemplificación de plan de acción	174
Anexo Y. Hoja de vida del proyecto y del cliente.....	174
Anexo Z. Panorama general del programa General Ledger.....	175
Anexo AA. Panorama de pedidos de órdenes de compra	175
Anexo BB. Planeación de recibo de capacitación.....	175
Anexo CC. Encuesta de evaluación del servicio	176
Anexo DD. Escala numérica de Thomas Saaty.....	176

Anexo EE. Gráfico serie de datos Tubería flexible ¼.....	176
Anexo FF. Diagrama de cajas y bigotes TF ¼.....	177
Anexo GG. Autocorrelograma TF ¼.....	177
Anexo HH. Gráfico series de tiempo soldadura de plata x varrilla.....	177
Anexo II. Diagrama de cajas y bigotes SPXV	178
Anexo JJ. Autocorrelograma SPXV.....	178
Anexo KK. Gráfica series de tiempo de tubería rígida ¼ in	178
Anexo LL. Diagrama de cajas y bigotes TR1/4.....	179
Anexo MM. Autocorrelograma TR1/4.....	179
Anexo NN. Gráfico de series de tiempo de cable de instrumentación.....	179
Anexo OO. Gráfico de cajas y bigotes CI.....	180
Anexo PP. Autocorrelograma CI.....	180
Anexo QQ. Gráfico de series de tiempo cinta rubatex 2 ½ in.....	180
Anexo RR. Gráfico de cajas y bigotes CR 2 ½ in.....	181
Anexo SS. Autocorrelograma CR 2 ½ in	181
Anexo TT. Gráfica de series de tiempo Curva PVC conduit ¾	181
Anexo UU. Gráfico de cajas y bigotes CPVC C ¾.....	182
Anexo VV. Autocorrelograma CPVC C ¾.....	182
Anexo WW. Gráfica de series de datos de bomba condensado miniblanc 0.75	182
Anexo XX. Gráfico de cajas y bigotes BCM 0.75	183
Anexo YY. Autocorrelograma BCM 0.75	183
Anexo ZZ. Gráfico de series de tiempo de tubería flexible 5/8	183
Anexo AAA. Gráfico de cajas y bigotes TF 5/8	184
Anexo BBB. Autocorrelograma TF 5/8	184
Anexo CCC. Gráfica series de tiempo de Evaporador.....	184
Anexo DDD. Gráfico de cajas y bigotes EVA.....	185
Anexo EEE. Autocorrelograma EVA	185
Anexo FFF. Gráfica de series de tiempo tubería flexible 3/8	186
Anexo GGG. Gráfico de cajas y bigotes TF 3/8	186
Anexo HHH. Autocorrelograma TF 3/8.....	186
Anexo III. Gráfica de series de tiempo de fijador para tubo 1in.....	186
Anexo JJJ. Gráfico de cajas y bigotes de fijador para tubo 1 in.....	187
Anexo KKK. Autocorrelograma de fijador de tubo 1 in.....	187
Anexo LLL. Gráfico de series de tiempo de cable ST-C encauchetado 3x10 AW.....	187
Anexo MMM. Gráfico de cajas y bigotes Cable ST-C	188
Anexo NNN. Autocorrelograma Cable ST-C	188
Anexo OOO. Gráfica de series de tiempo varilla roscable 3/8 in	188

Anexo PPP. Gráfico de cajas y bigotes VR 3/8 in	189
Anexo QQQ. Autocorrelograma VR 3/8 in.....	189
Anexo RRR. Gráfica de series de tiempo de Branch LG1621	189
Anexo SSS. Gráfico de cajas y bigotes Branch Lg 1621	190
Anexo TTT. Autocorrelograma branch lg 1621	190
Anexo UUU. Gráfica de series de tiempo branch 3321	190
Anexo VVV. Gráfico de cajas y bigotes de branch 3321	191
Anexo WWW. Autocorrelograma de branch 3321	191
Anexo XXX. Gráfica de series de tiempo de cable PE	191
Anexo YYY. Gráfico de cajas y bigotes de cable PE	192
Anexo ZZZ. Autocorrelograma de cable PE.....	192
Anexo AAAA. Gráficas de series de tiempo de refrigerante freón.....	192
Anexo BBBB. Gráfico de cajas y bigotes de refrigerante freón	193
Anexo CCCC. Gráfico de cajas y bigotes de tuerca zincada 3/8 in	193
Anexo DDDD. Autocorrelograma de tuerca zincada 3/8 in	193
Anexo EEEE. Pronóstico de cable encauchetado	194
Anexo FFFF. Datos de pronóstico de cable encauchetado	194
Anexo GGGG. Comportamiento de demanda de Brach 1621	194
Anexo HHHH. Unidades pronosticadas de demanda para branch 1621.....	195
Anexo IIII. Planeación de cantidad de unidades a pedir semanalmente.	195
Anexo JJJJ. Lead Time de insumos de la clasificación A del inventario ABC	196
Anexo KKKK. Comparación de stock de seguridad anterior con stock de seguridad propuesto.....	196
Anexo LLLL. Tiempos de aprovisionamiento LT para todos los insumos de inventario	197
Anexo MMMM. Fechas de inicio de pedido para insumos	199
Anexo NNNN. Referencia de colores de aprovisionamiento para calendario de compras.	200
Anexo OOOO. Cronograma de agendamiento de servicios.....	200
Anexo PPPP. Ejemplificación de herramienta de control con KPI's de inventario....	200
Anexo QQQQ. Costos de proveedor TRS.....	201
Anexo RRRR. Precios de insumos por proveedor actual.....	202

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
 FACULTAD DE INGENIERIA
 PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
 EVALUACION TRABAJO DE GRADO
 FORMATO PGC-F11 - Última actualización 2016-2

FECHA: LUNES 9 DE MAYO 2022		TG: 17
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO: Propuesta de mejoramiento para los procesos logísticos internos de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Seccional Bogotá.		
ESTUDIANTE 1: CASTAÑEDA CHACON KAREN XIMENA	CÓDIGO:	
ESTUDIANTE 2: QUIÑONEZ ROMERO MIGUEL ANGEL	CÓDIGO:	
ESTUDIANTE 3:	CÓDIGO:	
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO: PAULA SOFÍA CASTRO		
VEEDOR:	CÓDIGO:	
JURADO 1: EVER FUENTES		
JURADO 2: ÓSCAR ANDRÉS RODRIGUEZ		
NOTA OBTENIDA	3.6	TRES PUNTO SEIS

Coordinación Trabajo de Grado

Resumen

La empresa Proyectos y Servicios LTDA. La Seccional Bogotá cuenta con una trayectoria de 15 años dentro de la industria de la refrigeración industrial. En el desarrollo de los proyectos se han tenido inconvenientes con el incumplimiento en la prestación de los servicios de instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración. Estos retrasos se deben a debilidades en los 5 procesos logísticos internos de la empresa, los cuales son: Aprovisionamiento, servicio al cliente, procesamiento de pedidos y sistemas de información, distribución e inventario. En el desarrollo de esta investigación se realizó una propuesta de fortalecimiento empresarial para el aumento en el cumplimiento del nivel de servicio. Este trabajo abarca un diagnóstico de la situación actual de la empresa, por consiguiente, se elabora un plan de mejora que permita un desarrollo de los procesos enfocado en el progreso adecuado de los mismos, así mismo los mecanismos de control en el inicio y final de cada uno de las etapas involucradas en el desarrollo de estos. La posible implementación de esta propuesta podría causar un aumento en el cumplimiento en la prestación de los servicios y posibilitar la coherencia entre los procesos que realiza la empresa con el objetivo de mejorar la eficacia logística general de la compañía

Palabras clave

Cumplimiento de servicios, estudios de logística interna, logística interna, mejora de logística y procesos logísticos.

Introducción

Dentro de la descripción y la identificación del problema de investigación, se conoce que la empresa Proyectos y Servicios Ltda., presenta problemáticas en el cumplimiento de la prestación de sus servicios, esto se evidencia principalmente en la existencia de retrasos en los tiempos de respuesta en la instalación de equipos de refrigeración para clientes nuevos, y en que no se logra terminar la totalidad de servicios de mantenimientos de dichos equipos para los periodos planeados. Los retrasos en ambos casos se dan a razón de debilidades dentro de la logística interna de la compañía.

En la primera parte de este documento se hace la formulación del proyecto, con la descripción e identificación del problema, donde se hizo uso de las herramientas de análisis estadísticos, diagrama de Pareto, Ishikawa, encuesta al personal en el área de logística de la empresa y la recopilación de información por archivos suministrados por la empresa. Posteriormente se elabora el planteamiento, justificación, presentación de objetivos, metodología y alcance a considerar para el desarrollo del proyecto.

En la segunda parte se desarrolla el marco referencial, el cual incluye antecedentes como los modelos indicadores de gestión, modelo ABC y la aplicación de modelos de gestión de inventario en el desarrollo de la logística empresarial para correlacionar todos los procesos de la logística interna. De igual forma, se hace el desarrollo del marco teórico.

Posterior a esto, se encuentra el desarrollo de los tres objetivos propuestos para este proyecto, iniciando con el diagnóstico de los cinco procesos logísticos internos de la empresa y el análisis de hallazgos frente a los mismos. Se sigue con la descripción de la propuesta de mejora de acuerdo con los hallazgos obtenidos previamente, en donde se sugiere un enfoque de procesos en la empresa para garantizar el correcto desarrollo de los servicios pactados y la implementación de mecanismos de control en el inicio y final de cada una de las etapas partícipes. Se continúa con la evaluación de los costos y beneficios de esta propuesta teniendo en cuenta los recursos necesarios para la implementación de esta.

Para finalizar este proyecto se presentan conclusiones de acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo de los tres objetivos propuestos, junto a las recomendaciones sobre la mejora de diferentes problemáticas que se observaron en el transcurso de la investigación.

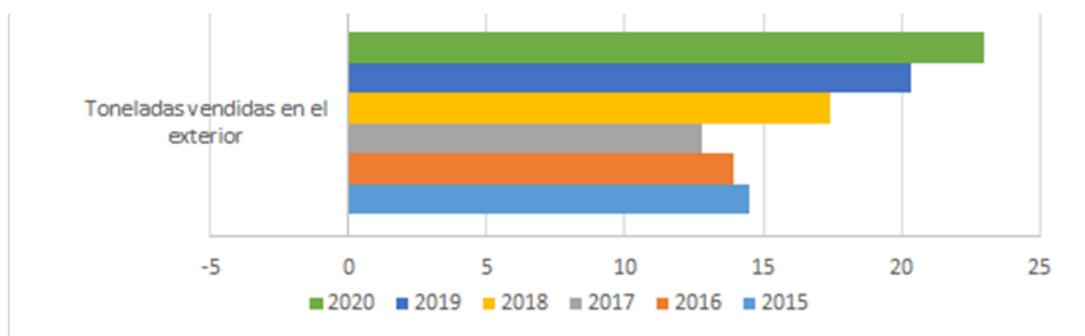
1 Formulación del proyecto

1.1 Problema de investigación

La empresa Proyectos y Servicios Ltda. Seccional Bogotá es una organización dedicada a la refrigeración a nivel industrial, en sus procesos presenta incumplimiento en sus servicios de instalación y mantenimiento de aire acondicionado y ventilación mecánica.

1.1.1 Identificación

Según los datos encontrados en *TradeMap*, extraídos de la DIAN (2021), el mercado de la refrigeración industrial en Colombia está dado por un crecimiento relativo en los últimos años, en total el porcentaje promedio de cambio es de 13% durante los años 2015-2019. El mercado de refrigeración industrial, factura en promedio anual un valor de 369.000 USD en Colombia. El comportamiento de este mismo se refleja en el



Fuente:

Anexo B. Comportamiento del mercado de refrigeración industrial evidenciando el crecimiento de mercado en un 13% con respecto al año anterior con un total de 23 toneladas de equipos de refrigeración comercializados.

El Anexo B explica el comportamiento del mercado de refrigeración industrial, en esta se muestra una variación en la demanda de los equipos de refrigeración, donde el año 2020 es el año donde más toneladas se han vendido. Las empresas que componen este mercado pueden verse en el Anexo C, allí están principalmente: Energía Térmica Sostenible y Ambiental Ltda., *Thermodynamics Y Engineering S A S* En Reorganización - *T&e* y V R Ingeniería Y Mercadeo S A S - V R Ingeniería S A S. La locación de estas empresas es en la

ciudad de Bogotá y su cartera de productos es similar en diferentes aspectos a la ofertada por la empresa Proyectos y Servicios LTDA.

Proyectos y servicios Ltda., fue creada en 1996 en la ciudad de Bucaramanga (Santander). Esta empresa está dedicada al diseñar sistemas de ingeniería, tales como; suministros y montajes, mantenimientos, automatización, control y medición de sistemas de refrigeración, aire acondicionado, mantenimiento y montaje de subestaciones e instalaciones eléctricas de media y baja tensión en obras civiles. Tiene 5 seccionales en ciudades como Bucaramanga, Bogotá, Cartagena, Barrancabermeja y Joseph Canadá. La distribución de las sedes se da para el mayor cubrimiento a clientes en diferentes locaciones. La sede principal de la empresa se encuentra en Bucaramanga, allí se gestionan procesos administrativos y algunos comerciales de todas las sedes, desde allí se envían equipos y órdenes de trabajo hacia cada una de las seccionales para dirigir las a obra. Sus niveles de ventas fueron \$770.000.000 en el año 2020 y cuenta con 47 empleados al año 2021 en todas sus sedes (Proyectos y Servicios LTDA., 2021).

La empresa ha realizado instalaciones eléctricas, automatización y refrigeración de proyectos como Ecoparque de Natura (se realizó ventilación e instalación de calefacción en oficinas del edificio), Pontificia Universidad Bolivariana, Reficar- Cartagena, Banco de Occidente (Instalación de redes eléctricas e instalación de refrigeración en oficinas en diferentes sedes de Bogotá, adicionalmente se encargan del mantenimiento de los equipos de carácter permanente), Banco Davivienda, entre otros. Dentro de sus proveedores más significativos se encuentra *LG, Johnson Controls, Schneider Electric, HoneyWell* y *S&P*, lo cual garantiza la calidad de los equipos a su manejo (Proyectos y Servicios Ltda, 2021).

La compañía cuenta con certificaciones de ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 9001, Afiliado Acaire y cuentan con la certificación internacional *IQNet management system*. El fin de las certificaciones es acogerse a los más altos parámetros de calidad. En conjunto con sus clientes se realizan revisiones operacionales de manera continua para garantizar los estándares de calidad ofertados, según Proyectos y Servicios Ltda (2021).

La seccional Bogotá está ubicada en la localidad de Fontibón y su principal área de acción es la instalación y mantenimiento de los equipos de refrigeración industrial. Aunque la seccional Bogotá realiza todos los servicios que oferta la empresa, la mayor demanda de servicios está dada por la refrigeración industrial. Este servicio representa el 98% de su plan de trabajo y el 2% instalación de redes eléctricas, como lo expresa Villanueva (2021).

1.1.2 Descripción

El funcionamiento de la empresa está dado por la necesidad de los clientes, en algunos casos es necesaria la instalación de equipos de refrigeración industrial y en otros casos el mantenimiento de dichos equipos. Cuando llega un requerimiento a la empresa se realiza una cotización en la parte de ingeniería de despachos, donde se estima el precio del servicio teniendo en cuenta los tiempos, la ruta, los empleados de la obra y la asignación de materiales que requiere para cada servicio según su tamaño. Cuando la magnitud del servicio supera la fuerza laboral fija de la empresa, se recurre a optar por contratistas y se realiza el pago a estos por labor terminada (Villanueva, 2021).

Una vez la cotización de la obra es aprobada por el cliente, esta se convierte en orden de trabajo de instalación con un tiempo límite de 24 días calendario para el inicio y ejecución de la obra. Según la entrevista hecha al auxiliar de logística Anexo D, esta fecha límite se ve afectada por diferentes causas y en algunos casos se evidencia la demora en el inicio de los servicios. Como se puede ver en la Tabla 1 entre enero y febrero de 2021 se realizaron 389 órdenes de compra para servicios nuevos, de las cuales 73 están en espera porque no se cuenta con material de forma oportuna para responder a la demanda, esto indica que el 25% de la totalidad de los servicios de mantenimiento no se están cumpliendo, lo cual se traduce en dinero de entrada pausado (Villanueva, 2021).

Tabla 1. Resumen de órdenes de compra de insumos para servicios nuevos y servicio de mantenimiento entre enero y febrero de 2021

N°	Cliente	Valor COP
0010114	Ismocol S. A	\$893.567
0010134	Nestor Monsalve S.A.S	\$935.580
0010137	Banco Av Villas S. A	\$284.767
0010138	Hotel San Silvestre S.A. S	\$2.766.899
0010142	Torrescar S. A	\$14.809.053
0010143	Banco De Bogotá S. A	\$4.448.728
0010146	Electrificadores De Santander S.A E.S. P	\$870.990
0010157	Agropecuaria Aliar S. A	\$3.749.800

Fuente: (Proyectos y Servicios Ltda., 2021).

El incumplimiento en los servicios pactados se refiere a órdenes de trabajo no terminadas por falta de insumos en la bodega y/o por no tener en la orden de trabajo una adecuada planeación de la ejecución de la obra, lo que conlleva a que los operarios se dirijan al lugar de obra sin claridad completa de la cantidad de materiales que requiere ese trabajo, por lo cual, sobra o hace falta material en algunos casos. Se conceptualiza el nivel de incumplimiento para este trabajo, como la cantidad de servicios de obra no terminados sobre la totalidad de los realizados.

En el Anexo E se muestran con detalle las causas por las que se da incumplimiento en los servicios de mantenimiento pactados para la totalidad de las obras de enero y febrero del 2021. Estas causas fueron agrupadas en el Pareto que se muestra la Figura 1, este diagrama permite evidenciar que la falta de insumos antes del inicio de obra y los servicios incompletos por escasez de materiales son las principales causas del incumplimiento con porcentajes del 34% y el 27% respectivamente de las causas de servicios no terminados. La información de las dos causas mencionadas anteriormente se representa y clasifica, apoyada por un diagrama de Pareto -ver Figura 1- éstas representan el 70% aproximadamente de los problemas de los incumplimientos en las obras de trabajo. Las causas están relacionadas con los procesos logísticos de aprovisionamiento e inventario. A partir de la entrevista realizada (Villanueva, 2021). De acuerdo con el Anexo D, se estableció que el proceso de aprovisionamiento puede tardar hasta 15 días y en el proceso del control de inventario no cuenta con equipos de refrigeración, insumos y materiales para dar respuesta rápida a los servicios.

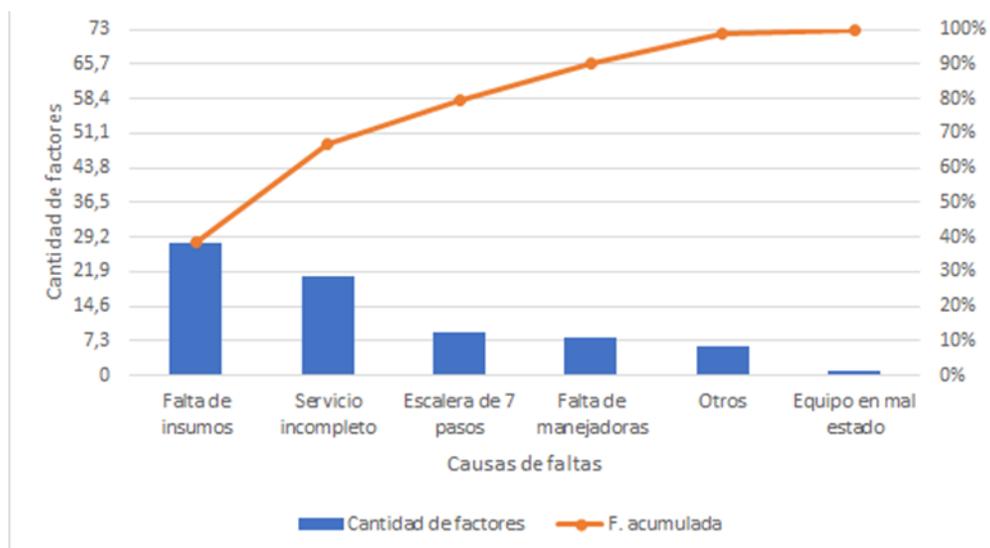


Figura 1. Análisis de Pareto para causales de incumplimiento en servicios en enero y febrero 2021

Fuente: (Proyectos y Servicios Ltda., 2021).

El área de logística de la seccional de Bogotá es el campo de acción donde se va a desarrollar este proyecto. Se elige esta sede para el desarrollo de la idea de trabajo de grado debido a que se tiene el acceso a la información y a las instalaciones de la empresa, por el acompañamiento que realizará la empresa en este proyecto, que solo se realizan procesos de instalación y mantenimiento en esta seccional y adicionalmente, que es el área en el que la empresa hizo saber que necesitaban encontrar oportunidades de mejora como se evidencia en el análisis de causas de incumplimiento.

Según Ballou (2004), desde el punto de vista de la logística interna son 5 los procesos a considerar: Aprovisionamiento, servicio al cliente, procesamiento de pedidos y sistemas de información, distribución e inventario.

El proceso de aprovisionamiento es: el proceso de poner a disposición de la empresa los recursos del exterior que son necesarios para el funcionamiento de la organización.

El proceso de procesamiento de pedidos y sistemas de información es: el proceso compuesto por la cantidad de actividades inmersas en el ciclo del pedido que realiza el cliente.

El proceso de servicio al cliente es: el proceso completo que incluye el cumplimiento del pedido hecho por un cliente.

El proceso de distribución es: el proceso en el cual el requerimiento hecho por cliente llega a su destino.

El proceso de inventario es: la reserva de cualquier recurso utilizado en la organización.

Como las causas de incumplimiento en los servicios están relacionadas con logística interna, se hizo una evaluación de estos procesos. En la Figura 2 se identifican las causas de la problemática relacionada con cada uno de ellos.

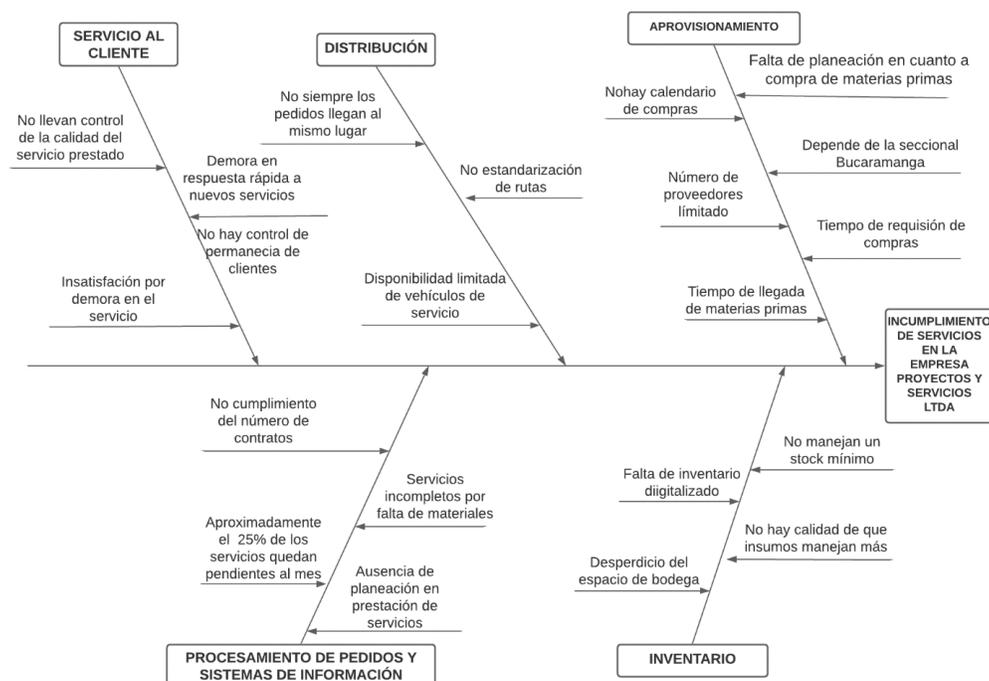


Figura 2. Diagrama Ishikawa
Fuente: Autores basados en (Villaueva, 2021)

De acuerdo con la Figura 2, el proceso de aprovisionamiento consiste en pedir material a la sede de Bucaramanga cuando se trata de equipos de refrigeración, cuando son insumos para realizar servicio de mantenimiento y/o instalación (tuercas, aceites, abrazaderas, entre otros) se acude a proveedores de la ciudad de Bogotá cuyos pedidos se hacen con una semana de anticipación a la obra. Como puede verse en el Anexo F, el tiempo promedio de aprovisionamiento es de 6 días, pero hay proveedores que pueden tardar hasta 15 días en Bogotá. Cuando se trata de equipos que son enviados desde Bucaramanga, estos envíos se hacen a través de terminales de carga y el tiempo de llegada varía entre 2 y 12 días, por lo cual se puede retrasar el inicio de la obra en 4 días promedio. Una vez iniciada la obra, cuando hacen falta insumos durante la ejecución, debe iniciarse el proceso de aprovisionamiento nuevamente con una semana de anticipación y esperar el tiempo que tardan los proveedores en suministrar los materiales e insumos para continuar con la obra, siendo esta la explicación general del incumplimiento de los servicios pactados por falta de insumos y la relación con el proceso logístico de aprovisionamiento.

En el proceso de inventario y su control, hay insumos tales como aceites y elementos de ferretería que son esenciales para la ejecución de las labores y algunas veces se presenta escasez de estos, ya que no se cuenta con un calendario de compras para tener el control de cuándo pedir y en qué cantidades, lo que evidencia la ausencia de planeación del inventario.

La empresa cuenta con una lista en físico de la ubicación de algunos de los insumos que sobraron en la prestación de servicios previos y con materiales que devolvieron los clientes después de cancelar los servicios como consecuencia del incumplimiento persistente del mantenimiento. Actualmente, esos insumos que no se utilizan para otros servicios pues a pesar del listado no se lleva un control exacto, ya que no hay una plantilla digital que permita ver y actualizar con facilidad los elementos que se tienen. Esta falta de organización se traduce en dinero invertido en inventarios que no se usan y en espacio ocupado que no representa valor ni beneficio para la seccional. Adicional a lo anterior, no se cuenta con alertas de stock mínimo de insumos básicos como aceite, tuercas y abrazaderas, entre otros. Estas situaciones son las causas de que se retrasen trabajos o se dejen inconclusos mantenimientos e instalaciones (Villanueva, 2021).

En cuanto al espacio de almacenamiento, la bodega de la seccional Bogotá es de 324 m^2 , la mitad de este espacio está ocupado por diferentes insumos y materiales que no se han utilizado en los últimos 24 meses, tampoco se lleva un control exacto de los materiales que allí se encuentran para reintegrarlos en otro proceso de obra (Villanueva, 2021).

En el procesamiento de pedidos y sistemas de información, los datos que aparecen en las órdenes de trabajo se realizan a partir de un diagnóstico corto de los requerimientos del cliente y no se realizan visitas previas al lugar de la instalación, de esta forma la estimación de materiales se realiza de forma inadecuada generando insumos faltantes o sobrantes en las obras.

En el proceso de distribución, semanalmente se recalculan las rutas de movilidad para la prestación de servicios de la empresa, actualmente la compañía cuenta con 4 vehículos para la distribución de material a obra y para el transporte de los empleados, teniendo en cuenta que semanalmente se realizan aproximadamente 68 servicios, la cantidad de medios de transporte limitan las labores y se acude a transporte extraordinario para poder cumplir con los servicios, lo cual desencadena alza de costos presupuestados en \$440.000 semanales para transporte en 7 de los 68 servicios a la semana y pérdida de tiempo en obras por retrasos de llegada de insumos y del personal (Villaueva, 2021)

En el proceso de servicio al cliente, no se llevan indicadores para evaluar la satisfacción de los clientes y por lo tanto no se realizan planes de mejora con respecto a los servicios prestados, esto impide ver con claridad los aspectos que están fallando, cómo puede mejorarse y adicionalmente llevar un control de las pérdidas que está generando a la empresa.

En las operaciones administrativas de la seccional de Bogotá no se tiene claridad sobre las funciones del auxiliar de logística, quien es el encargado de algunos de los procesos que aquí se mencionan (inventarios, material, recepción de insumos y despacho de órdenes), tampoco con un plan de capacitación sobre el desarrollo de labores orientadas a la mejora de los procesos logísticos ni sobre el *software* de apoyo administrativo *General Ledger*, el cual permite la generación de las órdenes de obra y la gestión de los procesos de servicios (Villaueva, 2021)

En la empresa hay falta de una planeación que integre a todas las partes de los procesos, hace falta una visión estratégica centrada en la parte operativa de los servicios ya que de aquí se podrían empezar a mejorar internamente los procesos de la empresa, especialmente en el área de logística, donde se empiezan a hacer evidentes problemáticas que aquí se expresan y se convierten en reducción de entradas de dinero para la empresa (Villaueva, 2021).

El incumplimiento en los servicios pactados de mantenimiento y los retrasos de respuesta a instalación de servicios nuevos representan reducción en las entradas de dinero de la empresa, adicionalmente, acarrea costos por reprocesos de mano de obra, transporte y ordenes de trabajo desde la etapa de planeación hasta la etapa de ejecución en el

cumplimiento de los servicios, también, incurre en costos por retraso de la operación sobre la inversión.

Tabla 2. Costos por incumplimiento primer semestre 2021.

	Días para dar efectivo el cumplimiento	Valor de cuentas por cobrar	Inversión de obras	Ingresos totales por obras
Total	24	\$ 332.997.697	\$ 12.252.649.350	\$ 14.856.388.835

Fuente: (Proyectos y Servicios Ltda., 2021).

La tabla 2 presenta los días promedio de retorno de la inversión de los servicios que presentan incumplimiento, es decir, que en 24 días la empresa da cumplimiento a los servicios y por tanto en ese plazo promedio los clientes pagan las cuentas pendientes, lo cual se traduce, en que la empresa recupera la utilidad programada para el semestre. Adicionalmente, se presenta el valor monetario que ingresa 24 días después a la empresa, el costo total de inversión semestral para ejecutar los servicios programados y los ingresos totales que se esperaba tener en el primer semestre del 2021.

Las entradas de dinero pausadas de la empresa están dadas por el dinero de las cuentas por cobrar pendientes de los servicios a los cuales no se les ha dado cumplimiento total, es decir, que para la prestación del servicio se establecen plazos de pago al inicio y al final de la obra, el 98.64% de los servicios que presentan incumplimiento presentan cuenta por cobro debido a que el servicio no se ha finalizado. El costo total de cuentas por cobrar para el primer semestre del 2021 se muestra en la Tabla 2 con un total de \$332.997.697,33, este valor está compuesto por el valor de cobro del servicio que pide la empresa sin tener en cuenta el valor del IVA, el cual, a su vez, está compuesto por la inversión de materiales, utilidad, mano de obra, transporte y otras tales como; equipos, licencias, impuestos y tiempo de mano de obra en planeación.

Cuando se presenta incumplimiento en los servicios, se incurren en costos de reproceso por: mano de obra, transporte, alistamiento de materiales, reintegros de insumos, utilización de equipos, licencias y tiempos de mano de obra en planeación.

Tabla 3. Costos por reproceso de servicios que presentan incumplimiento

Factor de costo por reproceso	Costo
Ventas pausadas	\$ 332.997.697,33
Mano de obra	\$ 3.689.450,67
Costos de transporte por reproceso	\$ 21.759.619,00
Costo de procesar ordenes	\$ 3.793.007,00
Costo total de incumplimiento	\$ 362.239.774,00

Fuente: Autores.

La Tabla 3 presenta los factores de costo por reprocesos para dar cumplimiento a los servicios que no cumplen con el funcionamiento pactado, como se observa, hay costos por mano de obra en ejecución de servicios por aproximadamente 3 millones de pesos, cuyo costo está compuesto por 424.4 horas de ejecución de servicios incumplidos y el costo de nómina por hora de \$8693,33 para los técnicos, el cual incluye el factor prestacional estipulado en el contrato laboral.

De igual forma, la Tabla 3 presenta el costo de transporte por reproceso, el cual incluye costos de seguridad, impuestos, gasolina, aceite, parqueadero, mantenimientos, filtros, llantas, otros. Así mismo, se muestra el costo de reprocesamiento de órdenes, este costo contempla el tiempo que los funcionarios gastan en la generación de una orden, los insumos, máquinas y redes que se necesitan para la generación de la orden, entendiéndose que la totalidad de servicios que presentan incumplimiento son 223 y que el costo de procesamiento de una orden de trabajo es de \$17.009 se presenta el resultado de la tabla en mención.

El costo de oportunidad presentado en la Tabla 3, está dado por la evaluación del costo que se podría ganar si la inversión de todos los recursos de la empresa generase beneficio para la empresa y la evaluación de la situación actual, donde se presentan beneficios inferiores a la situación anteriormente mencionada. La inversión que realizó la empresa para el primer semestre del año 2021 por concepto de materiales, mano de obra, transporte y otros factores necesarios para la operación de servicios suma un total de \$12.252.649.350, cifra de la cual se espera que haya un retorno en utilidad del 17,81% con frecuencia semestral, sin embargo, la situación actual muestra que el beneficio semestral recibido es del 15,28% con una diferencia porcentual del 2,24%, como lo ilustra la figura 3.

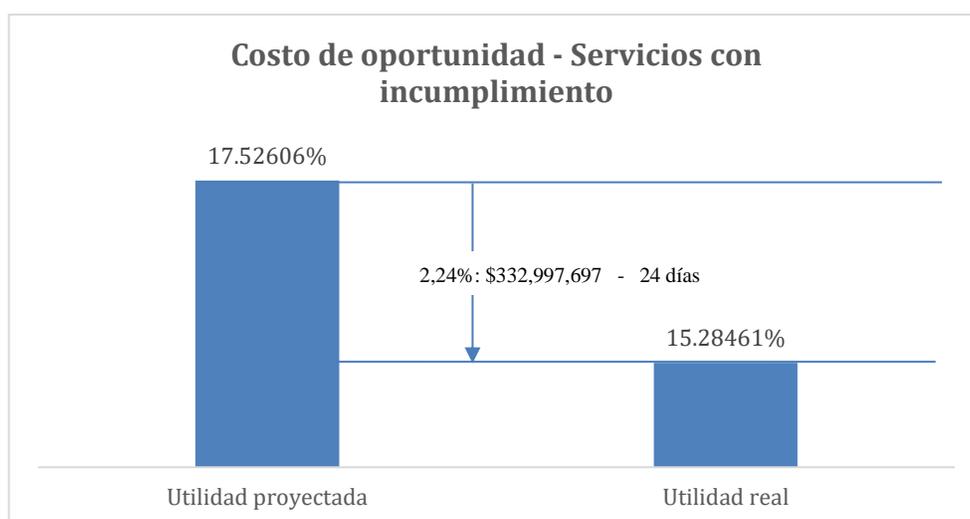


Figura 3. Representación de costo base para hallazgo del costo de oportunidad

Fuente: Autores.

La figura 3 muestra que el porcentaje de utilidad semestral proyectada es del 17,52% y que el tiempo de diferencia para el cumplimiento es de 24 días, aunque el dinero se recupera en promedio en los 24 días mencionados, esto representa un costo por el no retorno de inversión en plazo establecido, es decir, que del total de la inversión (Ver Tabla 2) no se tiene un beneficio periódico necesario para satisfacer las necesidades de la empresa programadas y sacar la utilidad libre que espera la compañía.

Entendiendo que el recibo de cuentas por cobrar se da en 24 días, se obtiene a través de análisis de costos de los servicios, que el valor diario de retorno de la inversión esperada es de \$1,849,987, por lo cual se evalúa que el costo de oportunidad por el retraso de 24 días es de \$44,399,692.33.

El costo total por incumplimiento semestral se ve reflejado en la Tabla 4, este costo está compuesto por los factores anteriormente mencionados.

Tabla 4. Costo total por incumplimiento de servicios

<u>Factor de costo por reproceso</u>	<u>Costo</u>
Costo total de incumplimiento	\$ 362.239.774,00
Costo de oportunidad/por retraso en la recuperación de la inversión	\$ 44.399.692,33

Fuente: Autores.

En conclusión, es importante mejorar las causales de la problemática debido a que se consideran como la fuente de los retrasos por ausencia de control de los procesos logísticos internos; aprovisionamiento, servicio al cliente, procesamiento de pedidos y sistemas de información, distribución e inventario. Estos procesos son los causales principales de las ventas pausadas y dificultan el aumento de la capacidad de respuesta a nuevos servicios. Como se refleja en la cifra de ventas pausadas, la seccional Bogotá está dejando de concretar ventas y tiene detenida la posibilidad de aumentar la capacidad de respuesta a más operaciones, por ende, no está permitiendo que la empresa crezca, aumente su fuerza laboral, abarque mayor cantidad de mercado y genere valor para la empresa (Villaueva, 2021).

1.1.3 Planteamiento

¿Cómo mejorar los procesos de logística interna de la empresa Proyectos y Servicios Ltda. Seccional Bogotá, para aumentar el cumplimiento en la prestación de sus servicios?

1.2 Justificación

Esta investigación pretende mejorar los procesos tales como el abastecimiento, planeación de rutas, política de inventario, despacho de suministros a obra, evaluación de temas de capacitación de los empleados y definición de tareas a cargo del área de logística.

Este proyecto ayudará a la empresa a planificar, ejecutar y controlar de manera interna sus compras tanto de materia prima como insumos, planeación de los servicios en proceso de negociación, el tiempo de ejecución de las obras vendidas y a su vez optimizar el tiempo por etapas de los proyectos junto con los materiales disponibles en inventario, alcanzando de esta manera un mejor cumplimiento de servicio tanto para clientes fijos como nuevos, para más adelante lograr todo este tipo de mejoras con el tiempo, logrando fidelización de clientes, inicialmente en la seccional de Bogotá.

No solamente la empresa es la beneficiada con este plan de mejora completa, sino que también se decide articular unos beneficiarios más, estos son: Los clientes ya que siendo eficientes con los servicios por los cuales fue contratada la empresa los clientes podrán mantener cada uno de los puntos físicos sin inconvenientes, lo cual es importante para ellos como empresa porque más allá de contar una infraestructura adecuada, juega el papel de que tanto sus colaboradores como clientes se encuentren a gusto con las instalaciones y por ende aumento del rendimiento por parte de los colaboradores. En cuanto a proveedores estos serán beneficiados en el aspecto que ya tendrán un pronóstico de venta fija en determinado tiempo, logrando una mayor organización tanto en sus inventarios, como en la disponibilidad de espacio para fabricación y almacenamiento, además de contar con un número de personal estable.

Los trabajadores aparte de ser esenciales en la parte operativa también se les facilitará cumplir con todas sus actividades propuestas en la planeación semanal mitigando cualquier tipo de retrasos y aumento su productividad en cada visita. La sociedad en general a partir de ciertos cambios también será beneficiada en el sentido de la mitigación de contaminación por el transporte utilizado por el cumplimiento de estas actividades, disminuyendo el flujo de vehículos en las vías de la ciudad, la disminución del consumo de energía eléctrica y el cumplimiento de dichas necesidades.

Es de vital importancia esta investigación para los estudiantes de Ingeniería Industrial, ya que se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del programa, interviniendo en varios procesos de la empresa en pro de mejorar un tema bastante amplio e importante como lo es la logística, el ideal es inicialmente colocar en práctica todo este tipo de mejoras en la seccional de Bogotá, pero con el tiempo trasladarlas a cada una de las sedes,

en busca de una estandarización de procesos a nivel general de la empresa, aprovechando el alcance de estos servicios y el tamaño de la empresa, lo cual motiva al equipo de trabajo a contribuir al fortalecimiento y posicionamiento de una empresa colombiana.

Para la Universidad El Bosque el proceso de intervención en la empresa Proyectos y Servicios Ltda., es una oportunidad para conocer nuevas alternativas empresariales en la cual se gestionan procesos de calidad adecuados a normas nacionales e internacionales necesarios para hacerla más competitiva en el mercado. Por tanto, la universidad se convertiría en gestora de cambios al interior de procesos industriales a nivel nacional trascendiendo la academia al mundo comercial e industrial. La corresponsabilidad social es importante en la medida que se busca el beneficio no solo del empresario sino de todos aquellos copartícipes en los procesos industriales cuyo objetivo es hacer parte activa de las políticas gubernamentales con proyección internacional en el contexto de la economía circular.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Establecer una propuesta de mejoramiento para los procesos de logística interna en la empresa Proyectos y Servicios LTDA., seccional Bogotá, con el fin de aumentar el cumplimiento en la prestación de los servicios.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar las operaciones en el área logística de la Seccional Bogotá con el fin de determinar las oportunidades de mejora.
- Establecer alternativas, herramientas, métodos y estrategias relacionadas con la mejora de los procesos logísticos internos de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Para aumentar el cumplimiento en la prestación de los servicios.
- Evaluar los costos y beneficios de la propuesta.

1.4 Marco referencial

En este capítulo se hará referencia a los antecedentes que hacen alusión a proyectos e investigaciones sobre logística interna en empresas, cumplimientos de servicios y gestión de proyectos. De igual manera se abordará el marco teórico alrededor de las plataformas de tecnología de gestión logística, evaluación de operaciones y gestión de proyectos.

1.4.1 Antecedentes

Para la búsqueda de antecedentes se realizó la consulta de tesis dentro de las plataformas de *Google Academic*, revistas científicas y repositorios de investigaciones de universidades como: Universidad Javeriana, Universidad de los Andes, Universidad cooperativa, Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito y Universidad Distrital. Como base para la investigación se tiene en cuenta palabras clave como logística interna, inventario, abastecimiento, distribución, procesamiento de pedidos y servicio al cliente. Se tuvieron en cuenta artículos, tesis e investigaciones comprendidas entre los años 2016 y 2021.

Los términos claves utilizados en la investigación corresponden a: Logística interna, cumplimiento de servicios, procesos logísticos, mejora de logística y estudios de logística interna. Los criterios que se tienen en cuenta para la elección de los documentos de información son: proyectos aplicados a empresas que funcionan por proyectos, investigaciones recientes de innovación en logística interna, estudios con metodologías y herramientas de ingeniería para propuesta de mejoras en procesos logísticos.

En el artículo “*Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México*” se muestran modelos integrales de gestión logística para elevar la competitividad del mercado, los cuales son probados en pymes que cuentan con débil interrelación entre los procesos logísticos internos que expresa (Ballou, 2004). Según el primer modelo realizado por la secretaría de Economía de México (2017), muestra un modelo que considera 16 capacidades para evaluar en los cinco procesos logísticos internos de las compañías: estrategia y comportamiento de la empresa, atención al cliente, manejo de procesos, gestión de la demanda, abastecimiento y compras, gestión de requerimientos de clientes, operación del almacén, inventario, movilidad, logística inversa, seguridad en el transporte de insumos, procesos de importación/exportación, financiamiento, plan ambiental, sistemas de información y gestión de datos, organización, personal y competencias. Como resultado se obtuvo un modelo de gestión logístico organizado para empresas que cuentan con una estructura estable, es decir para empresas que se constituyen por departamentos, actividades y grupos profesionales. Tomando las 16 capacidades analizadas en el artículo, se tiene como referencia evaluar la competitividad en esa escala para el proceso logístico de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Así lo expresaron Cano, Orue, Martínez & López (2019).

Según el artículo “Sistema para la gestión logística empresarial” enfocado en el diseño y el efecto de la ejecución de un sistema logístico para la toma de decisiones referentes con la gestión de la cadena de suministro. En este se expresan dos procesos logísticos internos tales como políticas de aprovisionamiento y evaluación de proveedores con herramientas destinadas a la mejora empresarial, así como el ordenamiento de la planta de producción, KPI's y programación de elementos en stock de inventario. Los resultados de la

implementación de las herramientas anteriormente mencionadas aportan al proyecto en tener una adecuada selección de proveedores, programar el ruteo y brindar un buen servicio al cliente para lograr una mayor competitividad en un entorno global (González, 2014).

De acuerdo al trabajo Competitividad e Innovación en el sector logístico en las economías de México, Chile y Colombia; basado en la descripción de la situación en el sector logístico y la competitividad, con el fin de observar las capacidades de estas economías como el desarrollo de herramientas de la cadena de suministro que permiten tener mayor gestión en cuanto tiempos, costos y utilidades. El cual se llevó a cabo consultando bases de datos de fuentes secundarias tales como Banco Mundial, *Logistics Performance Index and Indicators* (LPI), Plataforma LegisComex Agenda Competitiva de Logística de México, Encuesta Nacional Logística de Colombia, Política Nacional 13 Logística Conpes 3547-3568, ALOG Asociación logística de Chile y a su vez utilizando herramientas tales como la tabla de comparación de procesos logísticos en Colombia, México y Chile, así lo muestra Salguero (2018). Lo cual contribuye con el objetivo de creación de métodos y herramientas que permitan reducir costos por proyectos no realizados y mejorar los tiempos de respuesta de la empresa hacia sus clientes.

Teniendo en cuenta también la tesis: Construcción de un modelo PSC (Planeación, Seguimiento y Control) para la integración gerencial en proyectos tipo contratos EPC (Engineering, Procurement and Construction) en Colombia Pinzón & Fajardo (2019); se realizó la propuesta de implementación de un modelo de PSC (Planeación, seguimiento y control), donde se evaluó el impacto que tienen las propuestas en proyectos con respecto a la efectividad y costo que representaría la implementación de este modelo en contratos de ingeniería. Utilizando herramientas como la metodología de las 5s, logrando el aumento en la rapidez de respuesta en la ejecución de los proyectos de ingeniería, según lo muestran Pinzón & Fajardo (2019); lo cual está directamente relacionado con el establecer alternativas, herramientas, métodos y estrategias relacionadas con la mejora de los procesos logísticos internos de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Para aumentar el cumplimiento en la prestación de los servicios.

Haciendo revisión del trabajo de grado “*Evaluación de proyectos por medio del análisis costo beneficio*” se explicó la evaluación y comparación de alternativas con base en la razón costo-beneficio como análisis de un esquema general, Por medio del método beneficio – costo, se obteniendo como resultado la evaluación económica a través de matriz de beneficios, regla de Laplace, regla de Hurwicz, regla de Minimax, alineándonos al objetivo de evaluar los costos y beneficios de la propuesta (Gomez, Gomez, & Marquez, 2011).

Para finalizar se tomó como base de aporte el documento: propuesta para la mejora del proceso logístico de transporte y entrega de los productos comercializados por la compañía cceneca comercial Ltda Vargas y Ripe (2015); donde se realizó una propuesta de indicadores de gestión, con base a la cadena de suministro, logística, distribución, transporte, servicio al cliente, a partir de estos indicadores se obtuvo como resultado optimizar el eslabón de la gestión de transporte de la cadena de abastecimiento, disminuyendo las pérdidas económicas de la compañía, en aproximadamente un 50%, pues se están mitigando las causas principales de incumplimiento y devolución, según Vargas y Ripe (2015). Este documento aporta a la construcción de las propuestas de mejora para la empresa Proyectos y Servicios LTDA, haciendo énfasis en la integralidad de una propuesta de mejora de todos los procesos logísticos que tiene como objetivo la disminución de tiempos causada por la disminución del incumplimiento en los servicios.

1.4.2 Marco teórico

Para la realización de este marco teórico, se tendrán en cuenta los fundamentos académicos y teóricos usados a lo largo del proyecto, se analizarán también los conceptos relacionados a la compañía en cuanto a logística y a sus procesos basados en abastecimiento, distribución, atención al cliente, cumplimiento de servicios, el procesamiento de pedidos y los sistemas de información e inventario, permitiendo identificar las distintas problemáticas que afectan el proceso de logística interna de la empresa.

A continuación se citan conceptos relevantes desde la mirada de diferentes autores con el fin de abarcar las diversas problemáticas que se presentan en este proyecto investigativo, se dividirá esta sección en dos partes, la primera parte hace referencia a: logística interna de una empresa, estudio de la demanda, compras, planificación de pedidos, planificación de la producción, planificación de materiales, almacenaje, transporte, manipulación de materiales, inventario de productos acabados, planificación de distribución, procesos de pedidos, embalaje industrial, servicio al cliente. La segunda parte hace referencia a las herramientas de evaluación, análisis, diagnóstico, resumen y comparación de información.

Logística interna

Según un artículo de la Revistas Chilena de ingeniería escrito por Pinheiro, Breval, Rodríguez & Follman (2017), la logística interna es la planificación, la ejecución y el control del flujo físico y de informaciones internas de la empresa, buscando la optimización de los recursos, procesos y servicios con la mayor economía posible.

Como se expresa en el libro de Logística Interna la Cadena de Suministro, La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (Ballou, 2004).

Ballou (2004) en su libro expresa que una buena dirección logística visualiza cada actividad en la cadena de suministros como una contribución al proceso de añadir valor. Se añade valor cuando los clientes prefieren pagar más por un producto o un servicio que lo que cuesta ponerlo en sus manos, por esa razón para muchas empresas de todo el mundo, la logística se ha vuelto un proceso cada vez más importante al momento de añadir valor.

Aprovisionamiento

Según un sitio de publicaciones de procesos logísticos globales Logycom (2021), la logística de aprovisionamiento es el conjunto de operaciones que realiza la empresa para abastecerse de los materiales necesarios cuando tiene que realizar las actividades de fabricación o comercialización. Estas operaciones ponen a disposición de la empresa todos los materiales y productos necesarios para su funcionamiento, con base en metas comerciales.

Compras

El proceso de compras consta de las siguientes partes: Planificar las compras, Analizar las necesidades, solicitar ofertas y presupuesto, evaluar las ofertas y seleccionar al proveedor, negociar las condiciones, solicitar pedido, hacer seguimiento del pedido y los acuerdos. La categorización de compras está dada así: Compras particulares, compras con anticipación, compras estacionales, compras rutinarias, compras de oportunidad y compras de último momento (Escudero, 2019).

Estudio de la demanda

Según Ballou (2004) es la planeación y el control de las actividades de logística y de la cadena de suministros, requieren estimados precisos de los volúmenes de producto y de servicio que serán manejados por la cadena de suministros. Estos estimados de ordinario se presentan en la forma de pronósticos y predicciones. Los factores a evaluar dentro del estudio de la demanda son: espacial contra temporal, irregular contra regular y derivada contra independiente.

Procesamiento de pedidos y sistemas de información

Según Léberman (2015) el procesamiento de pedidos está representado por el número de actividades incluidas en el ciclo del pedido del cliente específicamente, incluyen la preparación, la transmisión, la entrada, el surtido y el informe sobre el estado del pedido. El tiempo requerido para completar cada actividad depende del tipo de petición aplicada. En este proceso se incluyen las siguientes actividades:

Planificación de pedidos

Como lo indica Escudero (2019), la planificación de pedidos consiste en estudiar las necesidades de la empresa y buscar fuentes de suministro: es decir, tener información de los productos que existen en el mercado y estar preparados antes de que surja la necesidad.

Inventario

En cuanto al inventario o *stock*, estos son considerados como la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado, bien sea para la venta ordinaria del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización, así lo expresó Durán (2012). Usualmente, para determinar su valor se emplea una tabla de valorización de inventario, el método para realizarlo se describe en el Anexo G, con el fin de realizar un diagnóstico de las unidades en inventario que entran, salen y los excedentes de los mismos, cuantifica el número de unidades, el precio y valor del insumo según corresponda a la operación de la tabla.

La clasificación ABC permite conocer los productos que generan mayor actividad; para ello se hace un análisis de *stock* total, utilizando variables como: existencias medias, frecuencia de las salidas, número de pedidos o volumen de ventas y se clasifican, según Escudero (2019), en tres categorías: Clase “A”, clase “B”, clase “C” :

- Clase “A”: está formada por el 20% de los artículos almacenados, pero su actividad es grande y representan el 80% de las salidas. Estos artículos se almacenan en la zona de alta rotación, para tener mayor acceso y realizar las entradas y salidas en menos tiempos (Escudero, 2019).
- Clase “B”: la forman el 30% de los artículos en stock, pero generan el 15% de la actividad que se realiza en el almacén. Este grupo de stocks se almacena en la zona de media rotación, pues el número de salida no es tan frecuente como los artículos de clase “A” (Escudero, 2019).
- Clase “C”: La componen el 50% de los productos, pero la actividad que mueven es muy pequeña, el 5% sobre el total. Estos artículos se almacenan en la zona baja de rotación, pues no se precisa gran accesibilidad (Escudero, 2019).

Distribución

Según Bastos (2007) la logística de distribución es la encargada de hacer llegar los productos o servicios finales a manos del consumidor. A través de la logística de distribución, por tanto, se consigue que el cliente final obtenga ese producto o servicio que desea en el lugar, la forma, el tiempo y la cantidad deseada.

Según Bastos (2007) el embalaje de los productos se realiza para proteger y preparar los productos de la manera adecuada. Por ejemplo, si se trata de un producto muy frágil y que pueda romperse fácilmente, es nuestra obligación indicarlo en la caja para que desde la empresa de distribución lo manejen con cuidado y garantizar así su entrega perfecta.

En cuanto al transporte, definido como la acción de llevar una cosa de un lugar a otro, además, de ser una actividad derivada de la demanda de mercancías, cuya función consiste en trasladarlas de áreas de baja utilidad a una mayor, con el fin de satisfacer necesidades, así lo expresó Castellano (2009), también requiere de toda una serie de rutas establecidas a través de diferentes medios de transporte para que la entrega sea lo más ágil posible.

Servicio al cliente

Implica la orientación del cliente, la prestación de servicios a través de actividades, la presencia de estrategias controladas entre instituciones que faciliten las transacciones y el manejo de sistemas de información que permiten tomar decisiones con eficiencia. Adicionalmente se tiene en cuenta el análisis y revisión de los procesos internos del negocio, que se pueden clasificar en tres tipos, según Bastos (2007).

Indicadores de gestión logística KPI's

Los indicadores son una gran herramienta para controlar y mejorar los procesos. Los KPI's a utilizar son:

Indicador Fuera de *Stock* mostrado en la Ecuación 1, es una KPI para la medición de la relación que se tiene entre la demanda y el producto que se necesita tener en cualquier momento, la medición está dada por la resta entre la política empresarial de cantidad mínima de stock y el conteo de insumos disponibles en inventario (Transgesa, 2020).

Fuera de Stock = stock mínimo en la política empresarial – conteo de insumos

Ecuación 1. Nivel de Inventario Fuera de *Stock*
Fuente: (Transgesa, 2020).

El nivel de rotación de inventario mostrado en la Ecuación 2, es un indicador que mide la velocidad de salida de los insumos en los almacenes a lo largo de un tiempo determinado, la medición de este se hace conociendo la cantidad de veces que se ha renovado el inventario en el almacén en una frecuencia de tiempo dividiendo la cantidad de insumos demandados en periodos pasados sobre la cantidad actual de unidades presente en inventario (Transgesa, 2020).

$$\text{Nivel de rotación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de und de demanda}}{\text{N}^\circ \text{ de und de conteo}}$$

Ecuación 2. Nivel de Rotación de inventario

Fuente: (Transgesa, 2020).

El nivel de cobertura de stock mostrado en la Ecuación 3 muestra la cantidad de stock disponible para satisfacer la demanda de un día de trabajo y permite gestionar el flujo de mercancía y de compra (Transgesa, 2020).

$$\text{Cobertura de stock} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de und de conteo}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades de demanda diaria de insumos}}$$

Ecuación 3. Indicador de nivel de cobertura de *stock*

Fuente: (Transgesa, 2020).

El índice de consistencia conformado por 3 ecuaciones mostradas en la Ecuación 4, Ecuación 5 y Ecuación 6 ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporciona el decisor. Si el grado de consistencia es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión (Toscano, 2019).

$$CI = \frac{nm_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

Ecuación 4. Índice de consistencia

Fuente: (Toscano, 2019).

$$RI = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

Ecuación 5. Consistencia aleatoria.

Fuente: (Toscano, 2019).

$$CR = \frac{CI}{CR}$$

Ecuación 6. Relación de consistencia

Fuente: (Toscano, 2019).

AHP.

Según Castillejo (2020) el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) puede considerarse, según la orientación dada al mismo, de muy diversas maneras. Su contribución es importante en niveles operativos, tácticos y estratégicos, sirviendo para mejorar la eficiencia, la eficacia y fundamentalmente la efectividad del sistema. En resumen, se puede entender como:

1. Una técnica que permite la resolución de problemas multicriterio, multientorno y multiactores, incorporando en el modelo los aspectos tangibles e intangibles, así como el subjetivismo y la incertidumbre inherente en el proceso de toma de decisiones (Castillejo, 2020).
2. Una teoría matemática de la medida generalmente aplicada a la dominación de la influencia entre alternativas respecto a un criterio o atributo (Castillejo, 2020).
3. Una filosofía para abordar, en general, la toma de decisiones (Castillejo, 2020).

Metodología 5's

La metodología de las cinco eses exhorta a las instituciones a ser más eficientes y eficaces en factores internos tales como; la disminución de desperdicio, aumento en los costos, procesar nuevamente una labor, los accidentes laborales y a mantener un área ordenada, limpia y con un patrón definido; asegurando que las organizaciones tengan un uso controlado de los recursos y un control total de lo que se produce. Esta metodología está compuesta por: Eliminar (Seiri), Ordenar (Seiton), Limpieza e Inspección (Seiso), Estandarización (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke) (Quintero L. , 2017).

Política de inventario.

La política de inventarios es evaluada mediante los indicadores de nivel de servicio y rotación de inventarios. Una solución derivada de la teoría es comparada con soluciones óptimas o cercanas a la óptima. Los métodos de optimización incluyen, pero no están limitados a, algoritmos de búsqueda tabú y búsqueda dispersa. Resultados experimentales derivados de las simulaciones de la política de inventarios demuestran que la solución

derivada de la teoría garantiza un alto nivel de servicio, pero presenta oportunidades de mejora en términos de la rotación de inventarios (Castillejo, 2020).

$$LEP = \sqrt{\frac{2 * A * D}{i * Cu}}$$

Ecuación 7. Lote económico de pedido
Fuente: (Castillejo, 2020).

$$ROP = \frac{Demanda\ diaria}{Lead\ time}$$

Ecuación 8. Punto de reorden
Fuente:

$$Stock\ de\ Seguridad = 1.96\sqrt{LT * \sigma^2}$$

Ecuación 9. Stock de Seguridad
Fuente: (Castillejo, 2020).

Modelo de ruteo de vehículos con problemas de enrutamiento de vehículos capacitados (CVRP).

Según Borcinová (2017) el objetivo de CVRP es encontrar un conjunto de rutas de costo total mínimas, para el propósito de proyectos y servicios se busca minimizar el tiempo de transporte y ejecución de servicios de mantenimiento. Para una flota de vehículos capacitados, en este proyecto este parámetro corresponde al tiempo total de la jornada laboral, para servir a un conjunto de clientes bajo las siguientes limitaciones:

- Cada ruta comienza y termina en el deposito
- Cada cliente se visita exactamente de una vez
- El tiempo total de cada ruta no excede el tiempo de la jornada laboral de vehículo

1.4.3 Marco Institucional

Misión

Somos una empresa dedicada al diseño, ingeniería, suministro, montaje, mantenimiento, automatización, control y medición en sistemas de refrigeración, aire acondicionado. Mantenimiento y montaje de subestaciones e instalaciones eléctricas de media y baja tensión y obras civiles, según Proyectos y Servicios Ltda. (2021).

Comprometida con la mejora continua que garantiza el desarrollo de nuestros procesos y la prestación del servicio con calidad, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes y grupos de interés; respaldados por nuestros principios y valores éticos, innovación y tecnología que orientan nuestro crecimiento y desarrollo organizacional, contribuyendo al bienestar y armonía social en las áreas donde operamos, aportando beneficios a sus colaboradores, proveedores, la preservación de los recursos naturales, la protección de la biodiversidad y el cuidado del ambiente mediante la gestión Eco-eficiente en nuestros procesos, según Proyectos y Servicios Ltda. (2021).

Visión

Para el año 2020, se proyecta como una empresa reconocida a nivel nacional innovando en nuevas tecnologías que orientan nuestro crecimiento y desarrollo organizacional, buscando siempre fortalecer nuestro equipo humano especializado, con sentido de responsabilidad social, generación de valor, calidad del servicio, competitividad, mejoramiento continuo, eco-eficiencia, preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, colaboradores, proveedores y grupos de interés, generando un impacto social positivo en las áreas de operación, Así lo muestra Proyectos y Servicios Ltda. (2021).

Política empresarial

Se encuentra certificada bajo la norma NTC-ISO 9001:2008, NTC-OHSAS 18001:2007 y NTC-ISO 14001:2004 demostrando su interés en mantener los más altos estándares en Calidad, seguridad y conservación del medio ambiente en los servicios ofrecidos, como son el Diseño, Montaje, y Mantenimiento de sistemas de Aire Acondicionado y Refrigeración, suministro de equipos y repuestos, por lo cual se rige por estrictos parámetros de calidad, ya que los procesos son controlados constantemente a través de revisiones operacionales con el cliente, a fin de mantener el apego a los objetivos establecidos y términos contractuales acordados, según Proyectos y Servicios Ltda. (2021).

Es una empresa líder en la prestación de servicios de calidad, dedicada al diseño, ingeniería, suministro, montaje, mantenimiento, automatización, control y medición en sistemas de refrigeración, aire acondicionado. Mantenimiento y montaje de subestaciones e instalaciones eléctricas de media y baja tensión y obras civiles; teniendo como prioridad el cumplimiento de los requisitos y expectativas de nuestros clientes, grupos de interés, legislación nacional e internacional vigente aplicable, innovando en nuevas tecnologías que buscan el mejoramiento continuo en las áreas de operación, fortaleciendo nuestro equipo humano especializado, con sentido de responsabilidad social, generación de valor, calidad

del servicio, competitividad, mejoramiento continuo, eco-eficiencia, preservación de los recursos naturales y ambientales, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, colaboradores, proveedores y grupos de interés, generando un impacto social positivo en las áreas de operación, según Proyectos y Servicios Ltda (2021).

Somos una empresa comprometida con brindar espacios libres de humo de tabaco, alcohol y sustancias alucinógenas, que puedan provocar afectaciones a nuestros colaboradores, familia, clientes, proveedores y grupos de interés; establecemos acciones preventivas, correctivas, de mejora y tratamiento en las conductas que constituyan acoso laboral al interior de la organización (2021).

La Gerencia General se compromete con la protección de los derechos laborales, la seguridad social y económica de sus colaboradores, el cumplimiento de la legislación vigente y de otra índole aplicables a la organización en el ámbito contractual, de calidad, salud, seguridad en el trabajo, ambiente y responsabilidad social empresarial, destinando los recursos necesarios para el funcionamiento del sistema de gestión y mejora continua de nuestros procesos, según Proyectos y Servicios Ltda (2021).

1.5 Metodología

Para el desarrollo del trabajo de investigación se hace uso de la metodología de tipo descriptiva con el fin de esta es medir variables o conceptos para especificar las propiedades importantes de diferentes áreas. Se hace énfasis en el estudio dependiente de cada característica con el fin de evaluar las variables de estudio, Grajales (2000). De esta manera con este tipo de investigación, se recopilan datos cuantificables sobre la problemática, para realizar un análisis sobre los mismos.

Se utilizan aspectos cualitativos y cuantitativos durante el desarrollo del proyecto, basándose en los métodos mixtos que permiten conocer las generalidades de la empresa y sus procesos logísticos. Las fuentes información utilizadas son primarias, secundarias y terciarias.

El planteamiento metodológico se hace con el fin de desarrollar cada uno de los tres objetivos específicos, dando lugar a tres fases; elaboración del diagnóstico, la elaboración de la propuesta y el análisis de costos y beneficios.

En la primera fase de diagnóstico se pretende conocer el estado actual de los procesos logísticos. Para esto se utilizará la caracterización de procesos, el modelo SCORE y Kardex. Posteriormente se revisarán los tiempos de entrega de los proveedores a través de la

herramienta de evaluación de tiempos de entrega, con la herramienta Kardex se hará el diagnóstico de la capacidad de almacenamiento que tiene el almacén, haciendo un diagrama de rutas se pretenderá conocer el método de distribución que tiene la empresa y la forma de prestación del servicio, por último, a través de pruebas de rendimiento se buscará saber el nivel de capacitación que tienen los empleados en el manejo de sistemas de información empresarial.

En la segunda fase para la elaboración de la propuesta, se elaborará un plan de implementación de tecnologías tales como; LMS, OMS, WMS y SCE con el fin de aumentar el cumplimiento en la prestación de los servicios a cargo de los procesos logísticos internos de la compañía. Para proponer un plan de control, monitoreo y evaluación en el desarrollo de los proyectos, se plantea un modelo de indicadores de gestión (KPI's).

En la tercera y última etapa de evaluación de costos y beneficios, se pretende determinar cuáles son los costos asociados a la propuesta y los beneficios derivados de la misma. Para esto se utilizará análisis financiero a través de la herramienta de flujo de caja proyectado, con el fin de conocer los recursos necesarios para la implementación y la viabilidad de las propuestas.

En la Tabla 5 se encuentran las herramientas con las que se realizarán actividades para dar forma al cumplimiento de los objetivos específicos.

Tabla 5. Matriz metodológica

Herramienta	Objetivo que satisface	Actividades a realizar
Tabla de valorización de inventario- Kardex Diagrama de red rutas Clasificación ABC Evaluación de proveedores	Diagnosticar las operaciones en el área logística	Visita a la empresa, medición de procesos, análisis de operaciones, identificación de fallas y oportunidades de mejora
Modelo HVRPD Modelo SCORE Indicadores KPI's	Establecer alternativas, herramientas, métodos y estrategias relacionadas con la mejora de los procesos logísticos internos	Planeación de producción, evaluación de desempeño de propuestas, adaptar metodologías a los procesos, crear indicadores de control y proposición de implementación de tecnologías
Flujo de caja proyectado Costos y beneficios	Evaluar los costos y beneficios	Evaluación de costos, cotizaciones, proyección de pagos en el tiempo, evaluación de capacidad financiera de la empresa

Fuente: autores.

1.6 Alcances y resultados

Este proyecto se llevará a cabo desde febrero del año 2021 hasta abril del 2022, en la seccional Bogotá de la empresa Proyectos y Servicios Ltda. Ubicada en la Calle 22j 98-02 en la localidad de Fontibón, Bogotá Colombia. Se utilizarán conceptos de aprovisionamiento, servicio al cliente, procesamiento de pedidos y sistemas de información, distribución e inventario.

Se hará entrega de una propuesta de mejoramiento en los procesos internos logísticos de la compañía, la cual incluye diagnóstico, proposición de alternativas, métodos, herramientas, estrategias y evaluación de costos, cuya implementación no está sujeta a los investigadores.

Resultado: Se hará entrega de un documento con propuesta de mejora de procesos logísticos internos de la empresa Proyectos y Servicios Ltda. La implementación de este proyecto no está sujeta a los investigadores.

2 Diagnóstico de las operaciones en el área de Logística de la seccional Bogotá.

En este capítulo se presenta un diagnóstico de los procesos logísticos ejecutados en la empresa los cuales son: Aprovisionamiento, servicio al cliente, procesamiento de pedidos y sistemas de información, inventario y distribución. Esta valoración permitió identificar los problemas actuales que presenta la empresa Proyectos y Servicios Ltda., y cómo estos afectan el cumplimiento en los servicios de instalación y mantenimiento de aire acondicionado y ventilación mecánica. En primera instancia se presenta información sobre la compañía y los servicios que presta, posteriormente se presentan los diagramas de procesos para cada tipo de servicio en la Figura 3 y en la Figura 4, en segunda instancia se presenta la descripción de los cinco procesos logísticos internos en la seccional Bogotá y se analizan las causas de incumplimiento por cada uno de estos a través de herramientas de ingeniería.

Aproximadamente desde hace 5 años, surgió la necesidad en la empresa Proyectos y Servicios Ltda., de crear una sede operativa, la cual, se ejecutó en la ciudad de Bogotá D.C ubicada en la localidad de Fontibón en la dirección Calle 22j N° 98 – 02, esta cuenta con un grupo de trabajo de nueve personas conformado por un administrador de la sede, un ingeniero de operaciones, un auxiliar de logística y seis técnicos, los cuales están encargados de visitar a los clientes y ejecutar las actividades propuestas (Proyectos y Servicios LTDA, 2021).

La empresa Proyectos y servicios Ltda., cuenta principalmente con cinco servicios, los cuales son: sistemas de aire acondicionado, refrigeración industrial, automatización y control, ventilación e ingeniería y diseño. Los cuales están compuestos por sub servicios o sistemas que serán mencionados a continuación:

Aire Acondicionado. Se compone por la expansión directa, sistemas centrales, sistemas de agua fría o tipo Chiller, sistemas de volumen de refrigerante variable, sistemas evaporativos, sistemas basados en agua de condensación, sistemas tipo Split, sistemas tipo paquete, sistemas a gas, equipos de precisión (laboratorios, cuartos de control, salas de cirugía y zonas especiales), (Proyectos y Servicios LTDA, 2021).

Refrigeración Industrial. Se realiza el montaje de cuartos con refrigeración, frigoríficos, aislamientos de calor y frío, sistemas de amoniaco y sistemas con refrigerantes tales como Freón.

Operación y mantenimiento integral de instalaciones. Contratos de mantenimiento programados, reparación, actualización de unidades e instalaciones de control, repuestos e insumos originales, mantenimiento preventivo (Proyectos y Servicios LTDA, 2021).

Ventilación. Sistemas de ventilación mecánica tales como: Fabricación de ductos TDF, ventiladores, sistemas de filtración mecánica y química (Proyectos y Servicios LTDA, 2021).

Ingeniería y Diseño. Enfocados en el diseño, montaje y consultoría de: sistemas de aire acondicionado, refrigeración industrial (Cuartos fríos, frigoríficos), ventilación industrial, redes de conducción de alta y baja presión, sistemas de contra incendio, instrumentación, tableros de control y fuerza, automatización y control inteligente (Proyectos y Servicios LTDA, 2021).

2.1 Proceso descriptivo para el servicio de instalación de equipos de refrigeración y ventilación mecánica

El servicio de instalación de equipos de refrigeración y ventilación mecánica hace referencia al diseño, instalación y a la ampliación de sistemas de refrigeración industrial a través de ventilación mecánica, ventilación por depresión y sobrepresión principalmente. (Ver Figura 3).

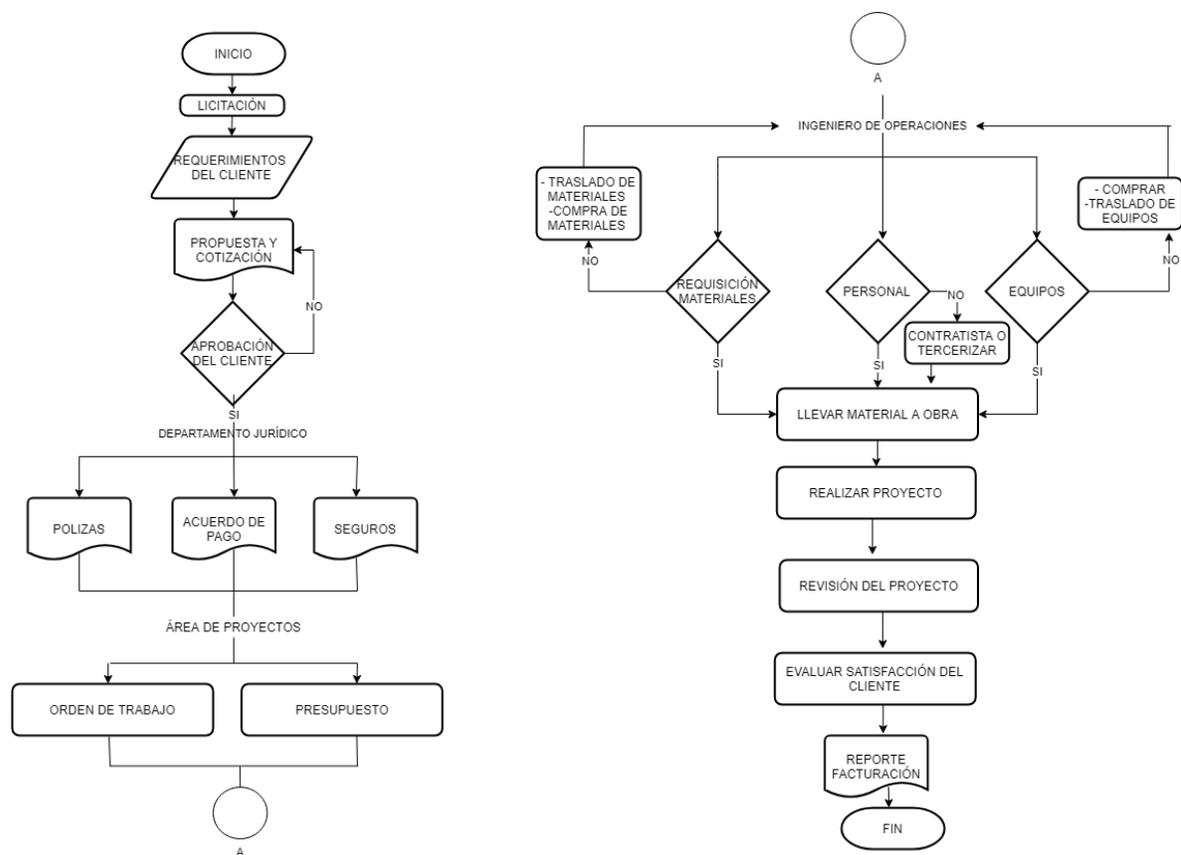


Figura 3. Diagrama del proceso descriptivo para el servicio de instalación de equipos nuevos.

Fuente: autores basados en Palacios (2016)

La instalación de equipos de refrigeración y ventilación mecánica comienza con la licitación de proyectos, es decir, el Gerente Comercial de la seccional Bogotá ingresa a la página Licitacionescolombia.co, donde son publicados proyectos por parte de las empresas que requieren algún tipo de servicio de refrigeración y decide en cuál de los proyectos empezar a participar (García, 2021).

De acuerdo con García (2021) los requerimientos del cliente llegan al Gerente Comercial dando a conocer sus necesidades y el tipo de proyecto que requiere junto con las especificaciones por medio de un documento el cual es recibido a través de correo electrónico o directamente al número corporativo. Luego de esto, se analiza cuál es el tipo de proyecto que requiere el cliente, el Gerente Comercial de la seccional Bogotá se encarga de hacer la propuesta y cotización de trabajo, esta actividad tiene un tiempo que depende de la necesidad del cliente y la dimensión del servicio, este se clasifica en dos factores: servicio sencillo y servicio robusto.

Según Garcia (2021) se considera un servicio sencillo, cuando el requerimiento de refrigeración oscila entre 1 y 25 toneladas de refrigeración, la construcción de la propuesta y de la cotización puede tomar una semana en el trabajo. Se conceptualiza como servicio robusto cuando la capacidad de refrigeración se encuentra en un rango de 50 y 100 toneladas, la realización de la propuesta y de la cotización, pueden tomar entre 1 y 10 días debido a que debe evaluarse en la seccional de Bucaramanga, donde se aprueba o se ajusta según lo considere el área de proyectos.

Una vez es aprobada la propuesta por la seccional de Bucaramanga, se envía la propuesta al cliente esperando su respuesta, esta, es recibida por el gerente comercial de la seccional Bogotá y el tiempo de respuesta por parte del cliente está entre 1 y 10 días hábiles. Cuando la propuesta no es aprobada por el cliente, el gerente comercial de la seccional Bogotá envía las observaciones al área de proyectos en la seccional Bucaramanga con el fin de mejorarla, si la propuesta es aprobada por el cliente, el Gerente remite la aprobación al Departamento Jurídico que está ubicado en la Seccional de Bucaramanga (Garcia, 2021).

Conforme con Garcia (2021) el departamento jurídico es el encargado de llevar a cabo el documento de la *Póliza seriedad de la oferta*, la cual respalda que se cumpla lo que se prometió en la licitación, ésta se usa solo de ser necesaria para la ejecución de proyectos robustos o si es una de las condiciones estipuladas por el cliente, las cuales tardan en ser ejecutadas entre 1 a 2 días. Los *Seguros de pago y cumplimiento*: son documentos que se elaboran en medianos y grandes proyectos o por requerimiento del cliente, puesto que no es obligatorio para la ejecución del proyecto, su fin es garantizar el cumplimiento del contrato sin importar su naturaleza, el tiempo de elaboración no es superior a 3 días.

Acorde con Garcia (2021), antes de la ejecución de la obra se establece el *Acuerdo de pago*, este es un documento donde se estipulan los acuerdos del pago del proyecto a lo largo de la ejecución del mismo. Se dan a conocer fechas límites de pago, la cantidad a cancelar como anticipo si lo requiere y el tipo de crédito que se dará a cartera que por lo general se da a 30, 60, 90 días. El tiempo normal de tener este documento en regla es de 1 a 2 días.

Una vez se encuentran todos los documentos del departamento jurídico firmados por la empresa y el cliente, el proyecto es escalado al área de proyectos de la seccional de Bucaramanga, la cual se encarga de analizar el *Presupuesto* que se destinó para la elaboración y ejecución del proyecto. Luego de esto, el coordinador de proyectos de la seccional Bucaramanga se encarga de subir al sistema de información gerencial y contable llamado *General Ledger* los documentos: orden de pedido, cotización aprobada, pantallazo de un mail y copia de la póliza si fue requerida con el fin de crear una orden de trabajo (Garcia, 2021).

Acorde con Garcia (2021) la *Orden de trabajo (OT)* hace referencia al número respectivo de la obra asignado en el software, donde se encuentra toda la información del proyecto, además de ser un número referente para consolidación de documentos y pasos a seguir en la ejecución del proyecto. Luego de encontrarse toda la información en el Software con su respectiva OT, se envía mediante el correo empresarial al Ingeniero de operaciones con copia al Gerente Comercial de la seccional Bogotá el número de órdenes de trabajo a desarrollar a lo largo del mes.

El Ingeniero de operaciones es el encargado de llevar a cabo el proyecto mediante tres factores: materiales, personal y equipos. El primer factor de ellos es la *Requisición de materiales o insumos* en el cual se tiene como fin adquirir toda la materia prima e insumos que se necesitan para la ejecución del proyecto, los materiales se pueden obtener de tres maneras: El primero es el material disponible en la seccional, el segundo es llamar a las otras seccionales y confirmar si existe alguna unidad del material que se necesita, de ser existir esta unidad de material se solicita *Traslado de materiales* mediante correo electrónico empresarial y la tercera manera de adquirir el material es comunicarse con el departamento de compras de la seccional Bucaramanga mediante correo electrónico o línea telefónica para la *Compra de materiales* necesarios, en esta tercera forma de obtención de material, la seccional de Bucaramanga cumple el papel de comprador de materiales y distribuidor hacia la seccional de Bogotá (Garcia, 2021).

El segundo factor es el *Personal*, este se lleva a cabo con los técnicos que se encuentran en la seccional Bogotá, la cual tiene una disponibilidad de seis técnicos. En caso tal de que la fuerza laboral disponible no cubra la necesidad de la obra, se evalúan el tipo de tareas o actividades en las que se puede tercerizar la mano de obra a través de contratistas, el número exacto de contratistas con el que cuenta la empresa oscila entre 30 y 50, estos son elegidos por criterios como: la calidad de su trabajo, el tiempo de trabajo con la empresa y el precio de los servicios a contratar. El proceso de contratación con estos trabajadores externos empieza por la cotización, luego se realiza una orden de servicio por parte de la empresa Proyectos y Servicios Ltda, y finalmente se genera un contrato por servicio u obra contratada y se entrega un anticipo dando paso al inicio de las laborales. Los trámites de documentación están a cargo del coordinador de proyectos de la seccional Bucaramanga. El último de estos factores son los *Equipos* que funciona básicamente igual a los materiales o insumos (Garcia, 2021).

Según Garcia (2021) en el momento que los tres factores se encuentran disponibles en la seccional Bogotá, se procede a llevar el material a la obra designando alguno de los dos vehículos con los que cuenta la sede dependiendo del material y equipos a llevar, el traslado

de materiales, insumos y equipos lo hacen los técnicos, y cuando se encuentran ocupados en la ejecución de un servicio, el vehículo es conducido por el auxiliar de logística.

Acorde con Garcia (2021) al tener todo el material, personal y equipo en la localización, se procede a *ejecutar proyecto* o alguna fase del proyecto si este está compuesto por fases. La realización del proyecto se lleva a cabo con ayuda de los técnicos designados para el trabajo, su tiempo de duración es variable ya que depende del tamaño del proyecto, puede durar desde 3 días hasta 3 meses o un poco más de tiempo si así se requiere. Una vez finalizado el proyecto o alguna de sus fases, son los mismos técnicos que se encargan de la *Revisión del proyecto*, esta consiste en hacer pruebas de ensayo de los equipos instalados. Este proceso puede durar alrededor de un día si se trata de un proyecto pequeño.

En el proceso de *Evaluar satisfacción cliente* participa el gerente comercial quien, por medio de llamadas telefónicas, evidencia que el cliente haya quedado conforme al proyecto realizado y contesta sus dudas y observaciones, así los técnicos hubieran explicado manejo de los equipos instalados. Esta llamada dura alrededor de 10 minutos y actualmente no se cuenta con un formato para sustentar la satisfacción de las llamadas, posterior a esto, el Gerente procede a hacer un *Reporte de facturación* del proyecto dirigido hacia el departamento de cartera en la ciudad de Bucaramanga, donde se emiten facturas de pago para el cliente dentro de las fechas establecidas en el acuerdo de pago, de no cumplirse con el pago de dichas facturas, el Gerente Comercial procede a llamar al cliente para notificar que hasta el momento no ve reflejado el pago de su factura, si el incumplimiento por parte del cliente continua, el gerente mediante un correo electrónico notifica al área de cartera y son ellos los encargados de hacer las llamadas y seguimiento de las facturas en mora, así fue narrado por Garcia (2021).

2.2 Proceso descriptivo para el servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración y ventilación mecánica.

El servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración industrial y ventilación mecánica hace referencia a la conservación de los equipos instalados con anterioridad por la empresa o por terceros, con el fin de mantener en óptimas condiciones los sistemas de ventilación y refrigeración. El mantenimiento se hace de forma periódica y permanente de acuerdo con la Figura 4.

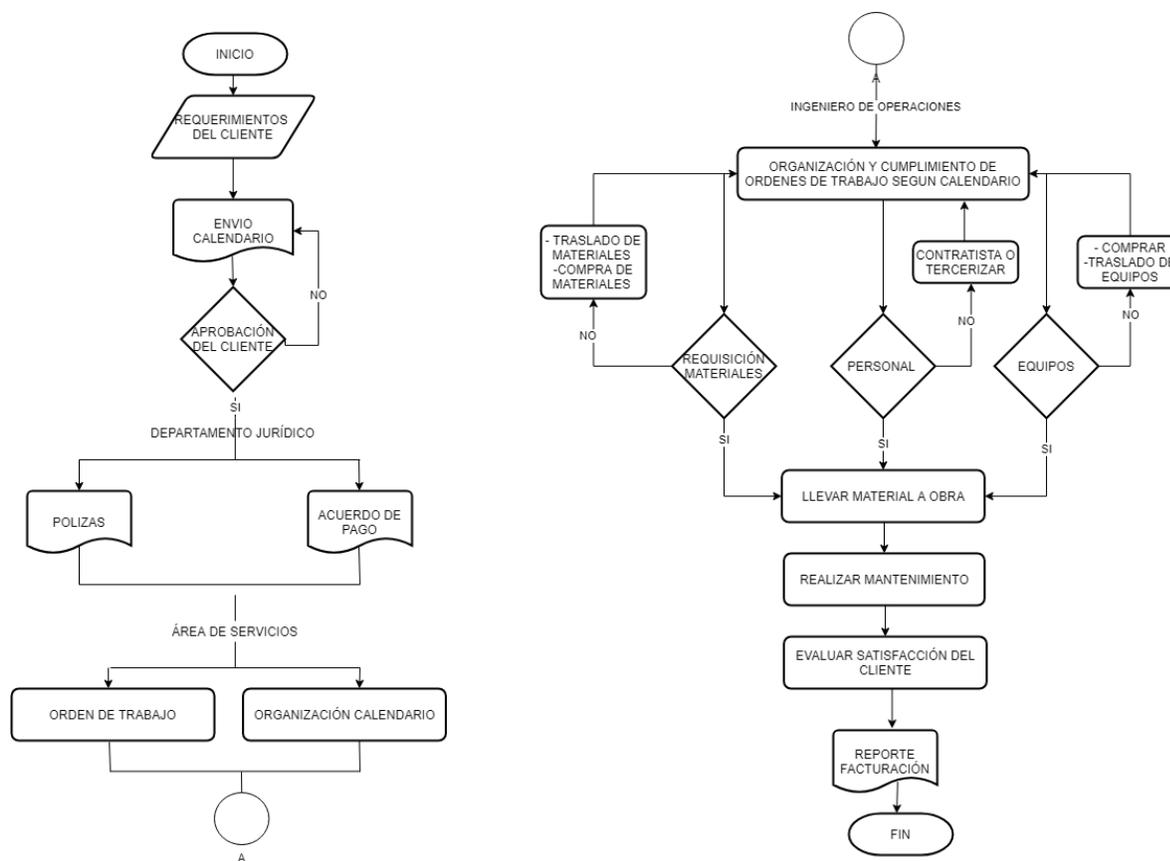


Figura 4. Diagrama del proceso de servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración y ventilación mecánica.

Fuente: autores basados en Palacios (2016)

El servicio de mantenimiento empieza por los requerimientos del cliente, donde se tiene información del tipo de sistema instalado con el que se cuenta, la magnitud de este, el tipo de revisión y sostenimiento que este necesita. La seccional de Bucaramanga se encarga de hacer un calendario para las visitas a cada uno de los clientes y la ejecución de los mantenimientos preventivos, se realiza el *envío de los calendarios* a los clientes por medio de correos electrónicos, a estos calendarios se le realizan cambios dependiendo de la disponibilidad, las condiciones de acceso en centros comerciales o los horarios específicos que se requieran para la obra. Algunos clientes exigen la programación de estos mantenimientos de manera mensual, trimestral, semestral o hasta anual. La duración de las obras propuesta en la planeación no está estandarizada, ya que el tiempo de mantenimiento es dependiente de las necesidades del sistema (García, 2021).

De acuerdo con García (2021) mensualmente, se crea una planeación de rutas para la distribución de los materiales a los sitios de ejecución de obra y se crean dos planeaciones de

ejecución de servicios, la primera consiste en servicios fijos, es decir, mantenimientos pactados bajo contrato con una frecuencia estipulada entre las partes. La segunda planeación, hace referencia a los servicios de mantenimiento nuevos, para los cuales se designa un horario que no intercepte los servicios fijos. Para cada una de las planeaciones se destinan recursos como, materiales, insumos, capacidad de fuerza laboral y una ruta de distribución. El tiempo de planeación corresponde a una semana y es realizado por el ingeniero de operaciones de la seccional Bogotá.

Acorde con Garcia (2021) si el cliente da por aprobado el calendario, se pasa al departamento jurídico para realizar la póliza de la oferta si es necesaria para la ejecución del mantenimiento, luego de esto se realiza el acuerdo de pago, este es un documento donde se estipulan todos los acuerdos de cómo se van a pagar el/los mantenimiento/s realizados durante el mes, finalmente, el área de servicios en la seccional Bucaramanga sube al *Software General Ledger* documentos tales como: la orden de mantenimiento, el calendario aprobado, el pantallazo de un mail y copia de la póliza si fue requerida, con los documentos se regenera una Orden de trabajo en donde se asigna un número de trabajo, donde se recopila toda la información del mantenimiento a realizar y la locación de los equipos. En el *Software General Ledger* se realiza la organización del calendario con el fin de enviar a cada seccional el listado de clientes que deben visitar durante el siguiente mes.

Según Garcia (2021) cuando la documentación llega a la seccional Bogotá esta es entregada al coordinador de mantenimiento, este hace la *Organización y cumplimiento de órdenes de trabajo según calendario* asignando los materiales, el personal y los equipos requeridos. La requisición y procesamiento de las solicitudes se comporta exactamente igual al proceso de la instalación de equipos nuevos, la única diferencia de esta es que para los servicios nuevos estas actividades son realizadas por el Ingeniero de operaciones.

Una vez ya se encuentran todos estos requerimientos, se procede a *Llevar material a la obra* este material es cargado en la seccional Bogotá según la necesidad de la obra para ejecutar los mantenimientos planeados del día completo, luego de esto, se dirigen los técnicos en el vehículo a visitar los clientes con el objetivo de Realizar *mantenimiento*. En el servicio de mantenimiento se hace una revisión general de los equipos, algunas de las actividades están dadas por: lavado de serpentín evaporador, lavado de serpentín condensadora, lavado de *blower*, lavado del aspa de la condensadora, lavado del filtro, lavado de piezas en general, limpieza del circuito eléctrico, revisión general del circuito eléctrico, pintura en partes corroídas, mantenimiento en el motor ventilador, limpieza de drenaje, limpieza de drenaje, limpieza de bomba condensado, desmontaje de consola para lavado, desmontaje de

condensadora para lavado, utilizando un tiempo aproximado de tres horas en trabajo (Garcia, 2021).

De acuerdo con Garcia (2021) al finalizar el mantenimiento se procede a *Evaluar satisfacción cliente* por medio de un formato representado mediante el Anexo I, donde se tiene en cuenta información del cliente, referencia de equipos, labores realizadas, observaciones, estado final del equipo, si existió algún tipo de reparación en general, respaldado por la firma del técnico que hizo el servicio, supervisor de la sede, nombre del cliente y orden del trabajo, donde se confirma la satisfacción del cliente, adicionalmente a esto el Gerente Comercial algunas veces hace llamada telefónica al supervisor de la sede confirmando la evaluación del servicio. Al finalizar cada uno de los mantenimientos del día los técnicos diligencian el documento de control de mantenimiento de equipos de aire acondicionado, estos son llevados a la seccional y el Gerente Comercial se encarga de hacer un *Reporte de facturación* de todos los servicios prestados para generar las correspondientes cuentas de cobro según los acuerdos de pago establecidos al inicio del proceso.

2.3 Procesos logísticos

Servicio al cliente. El proceso de servicio al cliente involucra en la seccional Bogotá a los técnicos y al Gerente Comercial. De acuerdo con la Figura 5, inicialmente ingresa el requerimiento del cliente a través de un documento el cual es recibido por correo electrónico o mediante el número empresarial del Gerente Comercial de la Seccional Bogotá con copia al coordinador de servicios de la Seccional Bucaramanga, en este, se dan a conocer las necesidades que tiene el usuario, luego de esto el Gerente Comercial de Bogotá envía al cliente un documento de Cotización de acuerdo al requerimiento de la obra, este debe contar con la aprobación de la seccional Bucaramanga (Garcia, 2021).

Como lo muestra la Figura 5, el avance del flujo del proceso depende de la aprobación de la cotización por parte del cliente, si la cotización no es aprobada, se realizan los ajustes pertinentes por parte del gerente comercial de la seccional Bogotá y se envía al departamento de ingeniería de la seccional Bucaramanga en busca del aval, una vez son avalados los ajustes, se envía la nueva cotización ajustada al cliente (Garcia, 2021).

De acuerdo con Garcia (2021), después de la ejecución de la obra, los técnicos que realizaron la instalación o el mantenimiento, explican al cliente la función de los equipos o del sistema para garantizar el correcto funcionamiento, el soporte del funcionamiento adecuado del sistema se controla a través de un formato empresarial, en el que se relaciona la orden de trabajo, los técnicos encargados y la firma de quién recibe el sistema funcionando

en nombre del cliente. El gerente comercial de la seccional Bogotá, realiza un documento de reporte de facturación describiendo el servicio realizado, este se envía a la seccional Bucaramanga y finalmente desde el departamento de cuenta y cobro, emiten la factura de cobro correspondiente al servicio.

Para medir la satisfacción del cliente por el servicio realizado, se hace la evaluación del servicio a cargo del Gerente Comercial de la seccional Bogotá, el proceso consiste en llamar a la persona con quién se realizó el trámite de la obra en representación del cliente y corroborar que todo haya sido instalado correctamente. Actualmente, no cuentan con un formato para llevar control del nivel de satisfacción del cliente (Garcia, 2021).

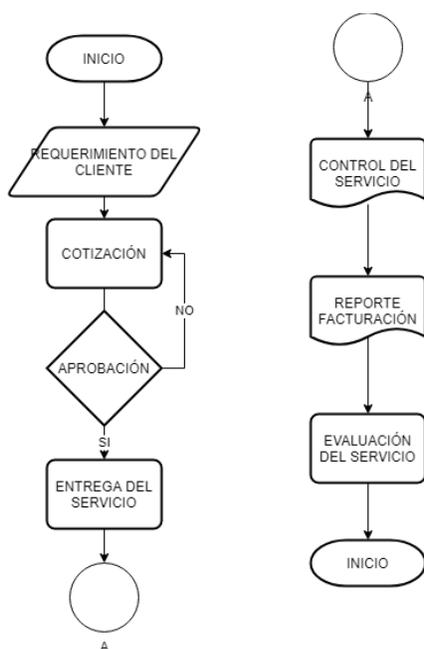


Figura 5 .Descripción del proceso logístico de servicio al cliente.

Fuente: autores basados en Palacios (2016)

Aprovisionamiento.

El proceso logístico de aprovisionamiento en la seccional Bogotá involucra al Auxiliar de logística, al ingeniero de operaciones y al gerente comercial, mientras que, en la seccional Bucaramanga involucra al área de compras.

Según la

Figura 6, el proceso comienza cuando el ingeniero de operaciones sube al *software General Ledger* el requerimiento, solicitando los equipos, materiales e insumos que se

necesite para ejecutar el servicio, otra opción de lanzar este requerimiento es solicitar los elementos necesarios para tener completo el inventario con sus políticas de *stock* de seguridad, luego de esto, el auxiliar de logística revisa el inventario disponible de la seccional Bogotá, en caso de no tener disponibilidad de los elementos requeridos se revisa la disponibilidad de los elementos en Bucaramanga y si hay existencias allí, se solicita traslado a la seccional Bogotá. Cuando no están disponibles los elementos en Bucaramanga, la orden es enviada al área de compras de esa seccional, donde realizan la cotización de los elementos requeridos, validando el estado de cartera con los proveedores y el precio de los elementos a comprar, en el momento de concretar la compra de los productos, se solicitan y confirman acuerdo de pago (García, 2021).



Figura 6. Descripción del proceso logístico de Aprovisionamiento

Fuente: autores basados en Palacios (2016)

Inventario.

El proceso logístico de inventario involucra principalmente en la seccional Bogotá al auxiliar de logística. La

Figura 7 muestra que este proceso comienza principalmente con la recepción de material y/o equipos que llegan a las instalaciones de la seccional Bogotá por parte del auxiliar de logística. A continuación, el auxiliar revisa la remisión con detalle del material y/o equipos que ingresa, firma y entrega el documento firmado constatando la satisfacción del recibido. Una vez ingresan los elementos a la bodega son almacenados y ubicados en la zona que se encuentra disponible para la ubicación de los mismos (Garcia, 2021).

De acuerdo con Garcia (2021) luego de almacenar el material y/o equipos el auxiliar de logística envía un mail a la seccional Bucaramanga con el fin de indicar que equipos y materiales ingresan a la seccional y son ellos los encargados de hacer la entrada al sistema, específicamente al inventario de bodega de Bogotá, puesto que, es un tema muy delicado que va ligado a la facturación de los clientes, mientras que por otra parte, el auxiliar de logística de la seccional Bogotá si es el encargado de registrar en el sistema todas las salidas de inventario.

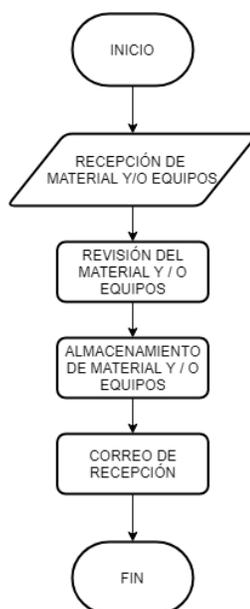


Figura 7 .Descripción del proceso logístico de Inventario

Fuente: autores basados en Palacios (2016)

Distribución.

El proceso logístico de distribución involucra en la seccional Bogotá al auxiliar de logística y a los técnicos. De Acuerdo con la Figura 8, este proceso inicia con el alistamiento y despacho del material y/o equipos que se necesitan para cumplir las órdenes de servicio planeadas para la jornada de trabajo, una vez ya se encuentren listos el auxiliar de logística hace la entrega de material y/o equipos a los técnicos que se dirigen a obra. Muchas veces el auxiliar debe llevar los elementos a la locación de la obra en un vehículo de la empresa, si por algún motivo el auxiliar no puede cumplir con la distribución de los elementos, se procede a contratar personal externo de la empresa con el fin de cumplir dicha actividad (Garcia, 2021).

La asignación de la planeación de las visitas a los clientes para los servicios de mantenimiento se considera que no es adecuada, ya que no tiene criterios establecidos para la programación de los mismos y no existe coherencia en la cantidad de servicios que se deben realizar en una semana con las horas de trabajo disponibles. De acuerdo con la información encontrada en la empresa se conoce que el tiempo de ejecución en servicios de mantenimientos programados en la semana del 18 de enero al 12 de febrero es equivalente a 383.737 horas. Permitiendo que no se siga un correcto orden en las visitas de mantenimiento, trayendo como consecuencia el exceso de trabajo o retraso de los mantenimientos programados.

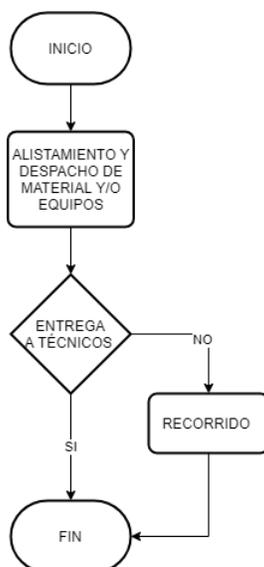


Figura 8. Descripción del proceso logístico de Distribución.

Fuente: autores basados en Palacios (2016)

Procesamiento de pedidos y sistemas de información.

El proceso logístico de procesamiento de pedidos y sistemas de información comprende en la sede de Bogotá al Gerente comercial. Teniendo en cuenta la Figura 9 este proceso da comienzo por la requisición del cliente que es recibida por el Gerente Comercial de la seccional Bogotá mediante correo o número corporativo, una vez se recibe el requerimiento se realiza una propuesta por parte de la empresa que está a cargo del área de proyectos o servicios ubicado en la seccional Bucaramanga puesto que esto depende del tamaño del servicio si es sencillo o robusto, lo cual ya fue especificado en procesos anteriores con una duración entre 1 – 10 hábiles de ser un trabajo sencillo, si por el contrario es robusto se puede tardar hasta 1 mes, una vez ya exista esta propuesta, el Gerente comercial de Bogotá envía al cliente por medio de mail o número de contacto dando un tiempo aproximado de aprobación similar al que el área tardo en hacer la propuesta, (Garcia, 2021).

Según Garcia (2021) en caso de un ser aprobada la propuesta por parte del cliente en el tiempo estipulado, el Gerente comercial de Bogotá envía observaciones al área encargada con el fin de mejorar propuesta, dando un tiempo parecido al de las actividades ya nombradas. Una vez se encuentre aprobada y firmada la propuesta de trabajo el Gerente Comercial envía al departamento jurídico de la seccional Bucaramanga documento de soporte con el fin crear contrato con acuerdos comerciales en un periodo de 1 a 2 días. Para concluir este proceso se hace una llamada al cliente o a la persona encargada de la locación por parte del gerente

comercial de Bogotá solicitando permiso de ingreso a las instalaciones con una semana de anterioridad para dar finalmente inicio a al servicio.

Hablando un poco de la comunicación interna de los empleados de la seccional, que está conformada por el gerente comercial, el ingeniero de operaciones y el auxiliar, son comunicados por medio del *software General Ledger*, correo y número corporativo (García, 2021).

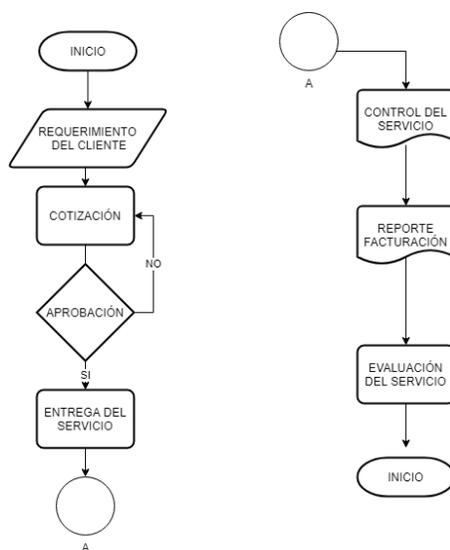


Figura 9 .Descripción del proceso logístico de Procesamiento de pedidos y sistemas de información

Fuente: autores basado en Palacios (2016)

2.4 Análisis de la prestación de servicios de la seccional Bogotá.

El estudio de la demanda para la empresa Proyectos y Servicios Ltda., está compuesto por cifras de demanda de servicios de instalación y mantenimiento comprendidas en el primer periodo semestral del año 2021 en la seccional Bogotá como se muestra en la

Tabla 6. El objetivo del análisis de la demanda es encontrar los patrones y características de esta que afectan la operación y los servicios de la seccional Bogotá desde un punto de vista cuantitativo y estimar el nivel de servicio actual del seccional objeto de este proyecto.

Tabla 6. Servicios demandados en el primer semestre del 2021 en la seccional Bogotá.

Servicios primer semestre 2021		
Cliente	Cantidad de servicios	
	Instalación	Mantenimiento
Porvenir	3	372
Banco de Bogotá	5	224
Generales	12	670
Total	20	1266

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Como se muestra en la

Tabla 6, la cantidad total de servicios que se demanda en la seccional Bogotá de la empresa suma un total de 1266 servicios de mantenimiento y 20 servicios nuevos de instalación, partiendo de estas cifras, el promedio mensual de servicios de mantenimiento que ejecuta la seccional Bogotá es de 211 y 4 servicios de instalación de equipos de aire acondicionado y mecánica de ventilación.

Para las órdenes de trabajo de servicios de mantenimiento se cuenta con dos clientes fijos; Porvenir y Banco de Bogotá, para los cuales se tiene una programación con fechas fijas para la ejecución de las obras, por lo tanto, la planeación de la realización de las obras de estos clientes se hace con un mes de anticipación a su ejecución. En el caso de los servicios generales, los cuales corresponden a clientes que demandan un único servicio sin contratación permanente, su programación está sujeta al día de recepción de la orden de trabajo, por lo cual, la orden de trabajo se programa para su ejecución la primera fecha disponible en el mes siguiente a su recepción en el área de ingeniería de operaciones.

Las órdenes de trabajo nuevas llegan a la seccional Bogotá con una frecuencia aproximada de 3 órdenes por mes (3 órdenes/mes), éstas órdenes son procesadas por el área de ingeniería de operaciones en la seccional Bogotá como lo muestra la Figura 10, donde la persona encargada hace ajustes sobre los materiales y los recursos asignados para la orden de trabajo. El nivel de cumplimiento de dichas órdenes se analizará en el análisis de las causas, apoyado en el Anexo J.

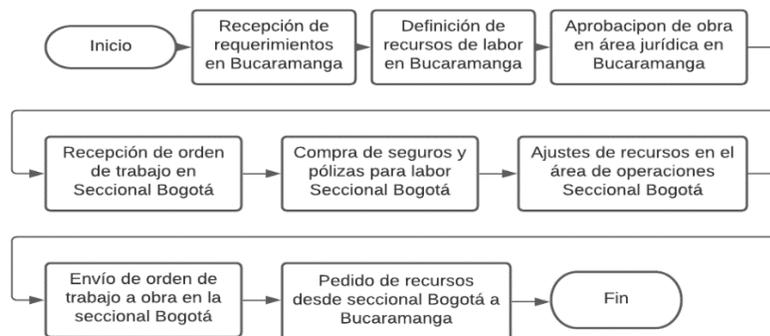


Figura 10. Diagrama de procesos de una orden de trabajo desde Bucaramanga hasta la seccional Bogotá, 2021

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Dentro de los datos del número de servicios de instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración, se tiene que de 1266 servicios realizados semestralmente, 185 servicios registraron una alerta por el no cumplimiento del requerimiento del mismo, este valor equivale al 15% del total de las órdenes de trabajo, partiendo de estos números se puede observar que la empresa tiene un nivel de cumplimiento aproximado del 85%.

El tiempo pactado para la realización de los servicios de mantenimiento es de 2 horas, entendiendo que se hace una revisión del sistema instalado el cual no tiene alertas de fallas, si anterior a la visita de mantenimiento se informa por parte del cliente que existe una irregularidad en la función del equipo de refrigeración, se procede a hacer un agendamiento con mayor tiempo en comparación de un servicio de mantenimiento por revisión, este tiempo de servicio es dependiente de la magnitud del daño que presente la instalación.

Tabla 7. Tiempos extra designados a tipos de daños irregulares en el servicio de mantenimiento de equipos de refrigeración en la seccional Bogotá, 2021

Tipo de daño	Tiempo daño (horas/servicio)
Reemplazo de equipo de miniSplit	3,5
Perforación de pared exterior	6
Perforación de pared interior	5
Fuga en ductos de extracción/Cambio de ductos	3
Desconexión eléctrica del circuito de baja tensión	3
Desconexión eléctrica del circuito de alta tensión	3
Reemplazo de equipos extractores/cambio de turbinas	4
Caída de equipo suspendido en pared	1

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

En la Tabla 7 se muestran algunos de los posibles tiempos adicionales al tiempo normal destinado a mantenimiento (2 horas), la tabla muestra los daños más comunes que reportan los clientes a la seccional Bogotá antes de realizar la visita de rutina para el mantenimiento de los equipos.

Los servicios de instalación tienen un tiempo de ejecución programado dependiente de la magnitud del mismo, normalmente para los servicios de instalación se adquieren contratos con contratistas a quienes se les paga por obra terminada, por lo tanto el tiempo de ejecución en este tipo de servicio se termina antes de los 24 días calendario de plazo para finalizar la obra, esto debido a que los contratistas no tienen un número límite de horas diarias para trabajar, por lo tanto, pueden trabajar hasta 9 horas diarias y no se presentan incumplimientos fuera de la fecha de límite. Aunque también se presenten casos de retrasos por falta de insumos y falta de permisos de ejecución de trabajo en ciertas oficinas, este tiempo de retraso en los servicios de instalación influye en menor cantidad respecto a los retrasos en los servicios de mantenimiento, adicionalmente, se genera un alza en los costos de transporte al tener que movilizar materiales desde la seccional de Bogotá al lugar de la ejecución, los cuales no estaban previstos en la planeación de distribución de materiales, por ende, también se presenta un alza en el tiempo de trabajo del auxiliar de logística, quien también cumple la labor de distribución de materiales.

2.5 Análisis de causas de incumplimiento en la prestación de los servicios de mantenimiento e instalación de sistemas de refrigeración

Los servicios totales realizados por la empresa Proyectos y Servicios Ltda., cuenta con un registro de 144 servicios de 1266 que presentaron alerta en el proceso de ejecución de la orden de trabajo, estas alertas se traducen en las causas de los incumplimientos en los servicios en las fechas pactadas.

Como puede verse en el Anexo J, se toma el total de 1266 servicios realizados en las siguientes fechas: desde el 18 al 22 de enero, desde el 25 al 29 de enero, desde el 1 al 5 de febrero, del 8 al 12 de febrero, desde el 15 al 19 de febrero, desde el 18 de marzo hasta el 19 de abril y desde el 18 de mayo hasta el 19 de junio.

En el Anexo J se ve el nombre de la sede del cliente donde se realizó el servicio, frente a cada cliente se muestra si ocurrió o no una alerta, las alertas son información con observaciones de los servicios que se realizaron, cuando la alerta es positiva (SI) para la sede donde se hizo el servicio es porque el servicio no se cumplió debidamente. El número de servicios con alerta para el primer bimestre fue de 74, para el segundo fue de 51 y para el

tercer bimestre fue de 60. De los servicios fijos de mantenimiento realizados solamente 34 no han presentado una alerta en los primeros 6 meses del año 2021.

Cuando un servicio no es terminado en su totalidad en las fechas establecidas, por política de la empresa debe terminarse al día siguiente de la fecha límite de entrega, lo que indica que por cada servicio no terminado se debe sumar una cantidad de horas adicional a la programada para terminar el servicio.

Desde el área de operaciones de la seccional de Bogotá, el ingeniero cumple la función de supervisión de las obras, es el encargado de garantizar que los servicios de mantenimiento y de instalación de servicios se cumplan dentro de las fechas límites estipuladas desde el inicio de estos. La priorización de terminación de obras se hace según haya disponibilidad de recursos, es decir, si uno de los servicios de mantenimiento pendientes requiere de la reinstalación de un equipo de refrigeración y en la seccional Bogotá no se encuentra disponible el equipo, se programa la terminación de ese servicio para cuando haya disponibilidad del recurso, en este caso de equipos de refrigeración.

Cuando en la seccional Bogotá hay disponibilidad de recursos suficientes para satisfacer todos los servicios pendientes, se programa la ruta de terminación de servicios pendientes dependiendo de la cercanía a la seccional Bogotá, es decir, la seccional Bogotá está ubicada en Fontibón y dos de los servicios pendientes se encuentran uno en Fontibón y otro en Usaquén, el primer servicio pendiente que se atiende es el ubicado en Fontibón por cercanía a la sede. Existen casos donde la terminación debe ser priorizada para ciertos clientes por petición de los mismos, en estos casos dependiendo de la disponibilidad de los recursos y de la mano de obra, se da dicha priorización por petición.

Cuando la seccional de Bogotá debe atender servicios de mantenimiento programados y servicios de mantenimiento pendientes, se priorizan los servicios de mantenimiento programados o en su defecto, por disponibilidad de recursos de insumos o mano de obra. Cuando los servicios de mantenimiento programados ocupan completamente el recurso de mano de obra se acuden a contratistas para dar ejecución y terminación a los servicios de mantenimiento pendientes. Como se muestran en la Figura 11.

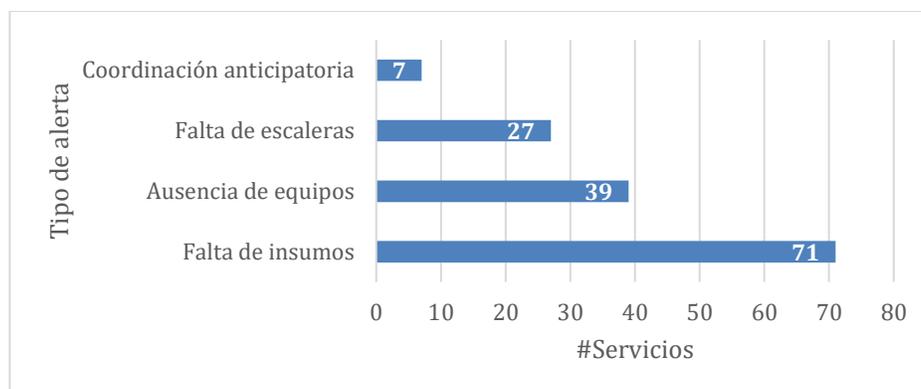


Figura 11. Cantidad de servicios con alertas de incumplimiento
Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

La Figura 11 resume cuantitativamente las alertas del Anexo J agrupadas en cuatro grupos; alerta por ausencia de escaleras, alerta por falta de coordinación anticipatoria a la visita para permisos de acceso, ausencia en inventario de equipos y Falta de insumos de operación. La alerta con mayor cantidad de servicios incompletos es la falta de insumo la cual tiene un porcentaje de representación del 50% frente al total de todas las alertas.

Alerta por ausencia de escaleras: Los sistemas de refrigeración y mecánica de ventilación pueden estar ubicados en sitios altos de la infraestructura, la alerta se da por no llevar al lugar de la obra escaleras con la suficiente capacidad de altura para poder acceder a esos sistemas o hacer el cambio de ubicación si es necesario dicho cambio.

Las escaleras de 7, 11, 5 pasos y 3 metros son herramientas fijas de la seccional Bogotá de la empresa Proyectos y Servicios Ltda., se cuenta con 2 unidades de escaleras de 7 pasos y 1 unidad de escalera de 11 pasos, teniendo en cuenta que son 3 grupos de técnicos que se distribuyen las labores diarias, la cantidad de estas herramientas no supe la cantidad de trabajo ni el número de grupos de operarios que las requieren para ejecutar sus labores.

Dentro de los servicios realizados que tienen alerta de incumplimiento, como lo muestra la Figura 11, se tienen 27 casos de ausencia de estas herramientas, mensualmente se presentan casos de incumplimiento por ausencia de herramientas como escaleras en un total de 4 servicios.

La ausencia por escaleras hace que el servicio se retrase en un (1) día de trabajo, la consecución de las mismas puede tardar un tiempo promedio de cuatro (4) horas, para el total de servicios incumplidos en el tiempo pactado en el primer semestre de 2021 la ausencia de escaleras presenta un retraso total de 39 horas, proporcional, a la cantidad de servicios pendientes por la misma causa.

Alerta por falta de coordinación anticipatoria a la visita para permisos de acceso:

En 7 casos no se concedió el acceso a las instalaciones de la obra a los técnicos por parte de los clientes. Los lugares donde ocurren estos casos son en bancos, donde el nivel de seguridad es más alto en comparación a la seguridad de las instalaciones de otros clientes, se deben enviar correos a los funcionarios de las oficinas para autorizar la visita de mantenimiento, estos correos deben hacerse con 7 días de antelación a la ejecución de la obra.

La coordinación anticipatoria es un proceso que puede tardar 5 días, en algunos casos toma solo algunas horas, debido a que es dependiente a la respuesta y autorización del cliente. El total de tiempo perdido representado en el primer semestre del 2021 oscila entre 12 y 16 horas.

Ausencia en inventario de equipos: Como puede verse en el Anexo J, hay servicios que tienen alerta por “falta de aire” o “No hay aire”, estos corresponden a la ausencia de equipos de refrigeración que van a ser instalados, pues no se encuentran en inventario en la seccional de Bogotá, por lo tanto, no hay disponibilidad para su instalación.

El equipo de refrigeración es enviado desde Bucaramanga la mayoría de las veces, pocas veces en caso de urgencia se contacta a un proveedor de Bogotá para suministrar el equipo, la ausencia de estos se da debido a que el tiempo de transporte desde la sede de Bucaramanga hasta la sede de Bogotá puede tomar desde 5 días hasta 15 días en el caso más lejano de tiempo. Los casos totales de ausencia de equipos de refrigeración para el primer semestre de 2021 mostrados en la Figura 11 son de 39, en promedio, mensualmente hay un déficit de disponibilidad de 6 equipos de refrigeración para instalar o cambiar por daños.

Haciendo análisis de los casos de alerta presentados en el Anexo J se encontraron 2 casos donde los equipos de refrigeración presentaron fallas en el momento de ser recibidos por el auxiliar de logística, por lo cual los equipos fueron devueltos al proveedor en Bucaramanga e inició un nuevo proceso de aprovisionamiento de estos equipos.

La Tabla 8 muestra los tiempos de aprovisionamientos de equipos de refrigeración, que a su vez son los elementos que más tardan en el proceso de aprovisionamiento, el tiempo extra trabajado en comparación con el tiempo de ejecución de obras planeado oscila entre 135 y 160 horas de trabajo extra.

Falta de insumos de operación: Se refiere a la ausencia de materiales para la obra, estos materiales en su mayoría son: Browsers, varilla de enroscar en diferentes diámetros (4IN, 1/2IN y 3/8IN), bomba de condensado miniblanc, manómetros, termostatos, mini Split 320, chazos expansivos, abrazaderas, canaletas plásticas, tuberías rígidas, codos de 90°,

controles inalámbricos, desengrasantes, hidro lavadora, interruptor automático, filtros anti polvo, cable de instrumentación y tapas galvanizadas.

Del total de servicios que cuentan con alerta, la falta de insumos presenta 71 casos, esto representa una ausencia de materiales 11 veces al mes en diferentes unidades y referencias. Cuenta con un tiempo extra trabajado total de 140 horas aproximadamente.

2.6 Categorización de las causas de la problemática

De acuerdo con la descripción de la problemática expresada en el capítulo 1, el incumplimiento de los servicios en la empresa Proyectos y servicios Ltda., está centrada los 5 procesos logísticos; Aprovechamiento, servicio al cliente, procesamiento de pedidos y sistemas de información, distribución e inventario, a continuación, se hará análisis de la situación de los servicios realizados por la seccional Bogotá frente a cada uno de los procesos anteriormente mencionados.

2.6.1 Aprovechamiento

Como se muestra en la Figura 11, 39 de los servicios con alerta están categorizados en ausencia de equipos de refrigeración, esto se refiere a que al momento de hacer el servicio no se contaba con las máquinas de aire llamadas mini Split o Split para hacer su respectivo cambio en el mantenimiento, esto se debe a que las máquinas de refrigeración son traídas a la seccional Bogotá desde Bucaramanga y el tiempo de entrega de estas puede tomar de 4 a 15 días.

Según Proyectos Y Servicios Ltda (2021), la planeación de los pedidos de las obras se hace con una semana de anticipación desde el inicio de la misma, existen casos donde la seccional de Bucaramanga tiene disponibilidad inmediata de hacer el envío de los equipos hacia Bogotá. El proceso de envío se hace a través de empresas de carga, se hace el cargue del equipo en la terminal de transporte terrestre de Bucaramanga y el lugar de recepción es en el terminal de carga de Bogotá o en algunos casos se recibe directamente en las instalaciones de la seccional de Bogotá.

Basados en la información anteriormente analizada, se tiene que el porcentaje de servicios no cumplidos por falta de equipo de refrigeración corresponde al 28.26% del total de los servicios con alerta, aproximadamente, mensualmente se está incumpliendo con 6 servicios del total la planeación de servicios, lo cual se traduce en aproximadamente 12 horas de retraso en la planeación mencionada.

Según Proyectos Y Servicios Ltda (2021), los pedidos de insumos de la seccional Bogotá se hacen una vez que los materiales estén en baja cantidad en el inventario o no haya suficiente para responder a la demanda de un servicio. Cuando el tiempo de entrega de los proveedores es superior al tiempo que se tiene antes de la prestación de un servicio se hacen compras de “urgencia” en una ferretería local de la localidad de Fontibón.

Tabla 8. Aprovisionamiento de insumos con mayor tiempo desde la seccional de Bucaramanga hasta la seccional Bogotá, 2021.

Insumo	Tiempo de entrega de proveedor Bucaramanga (días)	Tiempo de llegada a seccional Bogotá (días)		Tiempo mín. de aprovisionamiento
		Mínimo	Máximo	
MiniSplit 320 LG	3	1	15	4
Compresor de refrigerante de tornillo	1	1	5	2
Compresor de refrigerante de pistón	1	1	5	2
Compresor de refrigerante helicoidal	1	1	5	2
Válvula de expansión termostáticas	2	1	6	3
Evaporador	3	1	6	4
Válvulas solenoides	2	1	5	3
Válvulas reguladoras de presión	2	1	5	3
Refrigerante	1	1	2	2
Capacitores de pastilla	1	1	2	2
Capacitores cilíndricos	1	1	2	2
Cilindro de gas	2	1	2	3

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

La Tabla 8 muestra los 12 insumos con mayor tiempo en procesos de aprovisionamiento, esta lista de insumos se compone en su totalidad de equipos de refrigeración o elementos que hacen parte del sistema directo del equipo para la funcionalidad del mismo. Teniendo en cuenta que el proceso de aprovisionamiento empieza desde que se tiene una demanda de servicio y consecuentemente se hace el pedido a la seccional de Bucaramanga de los insumos requeridos por esa orden de trabajo, se muestra en la Tabla 8 el tiempo de entrega de los proveedores de insumos en Bucaramanga, donde el tiempo de espera de aprovisionamiento más extenso es para el Minisplit 320; el cual es un equipo de refrigeración aprovisionado desde LG y la mayoría de las veces es importado, según Proyectos Y Servicios Ltda (2021) este tiempo corresponde a 3 días, en el cual, haciendo relación con un servicio de instalación de este equipo, se presenta un incumplimiento en 72 horas.

Los pedidos desde la seccional de Bogotá hacia la seccional de Bucaramanga se hacen con una semana de anticipación a la fecha de la ejecución de la obra, esto teniendo en cuenta que se tienen promedios de tiempo de entrega como se muestra en la Tabla 8 en la columna denominada: tiempo de llegada a seccional Bogotá, máximo. Como la mayoría de los tiempos son inferiores a 8 días (1 semana), se decide hacer el pedido anticipatorio a la fecha de ejecución de obra con dicha frecuencia. Sin embargo, el Mini Split 320 puede tardar hasta 15 días en ser recibido, dentro de las causas mostradas en la

Tabla 6, la ausencia de Mini Split suma un total de 25 veces en las que había escasez de este insumo durante el primer semestre de 2021.

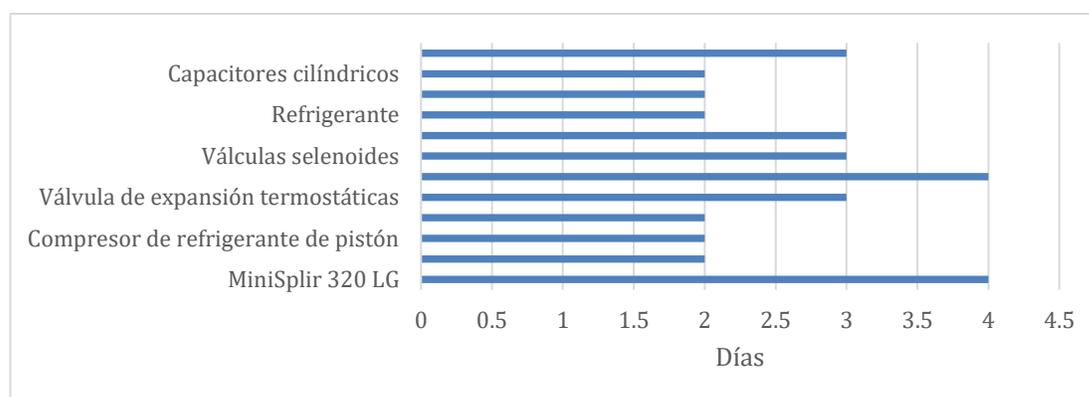


Figura 12. Comportamiento de tiempos de aprovisionamiento para insumos de refrigeración industrial en la seccional Bogotá 2021.

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

La Figura 12 muestra el tiempo mínimo de aprovisionamiento que tienen los insumos que más tiempo tardan en estar disponibles a causa del proceso de aprovisionamiento de los mismos, para este tiempo mínimo se tiene en cuenta el tiempo de aprovisionamiento en Bucaramanga y el tiempo de transporte desde allí hasta Bogotá los cuales son mostrados en la Tabla 8. Los insumos llamados: Mini Split 320 y Evaporador tardan mínimo 4 días en el proceso completo de aprovisionamiento, es decir, que, si se necesita hacer cambio de alguno de estos dos insumos de forma urgente o por un servicio pendiente, no puede ser respondido inmediatamente o al día consiguiente de la fecha de obra.

El tiempo más corto de aprovisionamiento de los insumos mostrados en la Figura 12 es de dos (2) días, cabe mencionar que de todos los insumos mostrados en la misma figura no se encuentran dentro de los recursos que deben tener *Stock* mínimo, por tanto, el

aprovisionamiento y disponibilidad de envío a obra en la seccional Bogotá de los mismos se ciñe a los tiempos mostrados en la Tabla 8.

Tabla 9. Costo de orden de trabajo desde el aprovisionamiento hasta la ejecución del servicio, 2021

Costo de orden de trabajo	
Minutos labor/mes	12360
Total minutos/orden de compra	64
Costo minuto transmisión electrónica de documentos	\$50
Costo etiqueta autoadhesiva	1300
Costo formato impreso	1500
Costo minuto MOD	\$10.959
Costo transacción/orden	\$3.200
A	\$17.009

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

La Tabla 9 muestra el costo que genera el proceso de una orden de trabajo desde la etapa de aprovisionamiento, para el análisis de este costo se tiene en cuenta el proceso de aprovisionamiento a nivel de orden de trabajo, es decir, los documentos, los medios y los tiempos que se requieren para solicitar insumos desde la seccional Bogotá hasta la seccional de Bucaramanga. Se tiene en cuenta el tiempo que invierte cada uno de los implicados en este proceso, los cuales utilizan un tiempo de 64 minutos por cada orden de pedido de material, haciendo uso de medios electrónicos tales como correos electrónicos, comunicación a través del programa *General Ledger* y por medios telefónicos empresariales. El costo total que acarrea solicitar material es de \$17.009 por cada orden de trabajo, mensualmente esto representa un costo total de \$3.401.800.

2.6.2 Procesamiento de pedidos y sistemas de información:

Como lo muestra la Figura 11, la coordinación anticipatoria representa 7 de los 144 servicios con información de alerta o pendiente en el primer semestre del 2021 en la seccional Bogotá, esto se debe a que no se enviaban los correos a los puntos de obra con suficiente anticipación. Cada servicio no realizado por no tener permiso anticipatorio para entrar a las instalaciones corresponde a 3 días de retraso desde la fecha de ejecución de la obra.

Para hacer las entradas y salidas de insumos al *Software General Ledger*, debe enviarse un correo desde la seccional Bogotá hacia la seccional Bucaramanga una vez haya llegado a la seccional Bogotá el tipo de insumo, esto con el fin de confirmar a la seccional Bucaramanga que los insumos que fueron enviados desde allí llegaron en óptimas

condiciones, es decir, que el pedido llegó con la cantidad, calidad y especificaciones con las que se envió desde Bucaramanga.

La información enviada al correo del área de compras de la seccional Bucaramanga contiene: fecha de la recepción de los insumos, descripción completa de los mismos: tipo de insumo, nombre, marca y referencia del producto, cantidad recibida, estado y como dato complementario número de la orden de trabajo a la cual se le van a incluir los insumos en caso de ser equipos de refrigeración.

Partiendo de que el proceso de control de entradas de mercancía es externo a la seccional Bogotá, esta no tiene forma de hacer un control rápido sobre sus unidades en inventario y se tiene dependencia de utilización inmediata del material necesario para las obras, adicionalmente, al no tener conocimiento suficiente del manejo del programa se enlentece el proceso interno de comunicación entre operaciones de la seccional, lo que se traduce en la falta de conocimiento de las labores específicas del auxiliar de logística y representa desbalance en la fuerza laboral de la seccional y del cargo.

2.6.3 Distribución:

Tabla 10. Cantidad total de alertas de servicios en el primer semestre del 2021

Fechas	Ene-Febrero	Mazo-Abril	Mayo-Junio
Cantidad de alertas	74	51	60

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

La Tabla 10 muestra la cantidad de servicios pendientes resultantes del primer semestre del 2021, con un total de 185 servicios pendientes de 1226 realizados durante dicho periodo. Se tiene justificación de 144 servicios pendiente, los 41 servicios restantes no cuentan con justificación del pendiente.

Según Proyectos Y Servicios Ltda (2021), cada servicio pendiente debe terminarse obligatoriamente al día siguiente de la fecha establecida para la ejecución del servicio, el total de servicios pendientes en el primer semestre de 2021 fueron 185, por lo cual, el retraso en día de trabajo se traduce en 185 días en los que no se realiza la programación de ejecución de obras, el tiempo retrasado total de todos los servicios compone un total de 52 horas de recorrido viajes de trabajo extra al programados.

Tabla 11. Distancia de distribución entre puntos de obra para servicios pendientes Bogotá, 2021

Nombre de oficina	Dirección	Número de servicios	Tipo de arreglo	Distancia (km)
--------------------------	------------------	----------------------------	------------------------	-----------------------

Avenida Chile	Calle 72 No 10	8	Mini split	7,7
Carrera	Carrera 11 No37-51	7	Autorización	12
Calle 106	Calle 106 No 15	2	Mini split	2,3
Calle 67	Calle 67 No12	5	Evaporador	5,8
Chapinero	Carrera 13 No 53- 95	3	Pisotecho	1,8
Chapinero	Carrera 13 No 53- 95	1	Mini split	0
Avenida el Dorado	Av. El dorado Calle 26 - 96	1	Insumos regulares	13,1
Fontibón	Carrera 97 No 23G - 53	2	Mini split	1,7
Internacional	Carrera 13 No 26 A- 65	24	Equipo de refrigeración	12,6
Internacional	Carrera 13 No 26 A- 65	55	Insumos regulares	0
NIZA	Frente al CC Bulevar niza	2	Mini split	13,8
Granja	Granja	6	Cassette	6
Nieves	Nieves	2	Mini split	13,4
Chía	chía	2	Insumos regulares	31,3
Soacha	CC Gran Plaza local 204 Carrera 7 No. 308 - 139	2	Mini split	44,9
Zona Industrial	Calle 12 No. 56 - 15	5	Insumos regulares	17,6
		185	Total	184

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

La Tabla 11 muestra las direcciones de las oficinas donde los servicios quedaron pendientes en el primer semestre del año 2021 en la seccional Bogotá, también presenta la programación de distribución de los materiales hacia los diferentes puntos de obra, el tipo de insumo que hacía falta para la ejecución y la distancia de toma transportar los elementos entre los puntos de obra. El kilometraje total de recorrido de la ruta de servicios pendientes fue de 184 kilómetros.

La distribución entre los puntos mostrados en la Tabla 11 fue organizada por el tipo de insumos que se debían transportar y por la urgencia que se exigía en el punto de obra de finalizar el servicio.

Tabla 12. Costo de flota para servicios pendientes

Factor de costo	Costo
Total, Nomina por mes	\$ 20.432.439
Costo mensual total gasolina	\$ 94.787
Costo total aceite mes	\$ 5.520
Costo promedio total filtro/mes	\$ 7.130
Costo promedio total LF, PF, LR /mes	\$ 11.500
Costo total promedio llantas mes	\$ 196.666
Costo total promedio baterías/mes	\$ 2.576

Costo total de flota	\$	318.180
Costos de administración		
Total, depreciación / amortización mes	\$	140.000
Total, mantenimiento mes	\$	84.000
Tarifa de seguro mensual	\$	10.000
Plan empresarial de celular mensual	\$	25.000
Costos totales de administración	\$	259.000
Totales		
1. Costo personal	\$	20.432.439
2. Costos operacionales	\$	318.180
3. Administración transporte	\$	259.000
4. Seguridad	\$	750.000
Total costos tener flota	\$	21.759.619

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Teniendo en cuenta la Tabla 12 y la información de la Tabla 11, el costo de distribución por retraso total debido a los 185 servicios pendientes con 184 kilómetros de recorrido total, tiene un costo de \$21.759.619,76. Este costo está compuesto por costos de seguros, insumos, reparaciones, personal y sistemas de comunicación utilizados en el proceso de distribución, adicionalmente, el cálculo está basado en los 3 vehículos con los que cuenta la seccional de Bogotá, los 6 operarios y las dos personas administrativas que participan en la gestión del proceso de distribución de materiales, equipos e insumos.

2.6.4 Inventario

El inventario de la Seccional Bogotá de la empresa Proyectos y Servicios Ltda., tiene un inventario total de 107 artículos, donde la cantidad total demandada en el primer semestre de 2021 puede verse en el Anexo L. Según políticas de la empresa, el *stock* mínimo que debe tenerse de cada artículo del inventario es de 100 unidades, al final del primer semestre del año 2021 se tiene el conteo de la cantidad de unidades que hay por cada artículo como se muestra en la misma tabla.

El valor total del inventario actual que muestra el Anexo L en la columna de conteo es de \$39'128,793.00 con un conteo total de 7922.32 unidades entre todos los artículos del inventario.

A través de un análisis de inventario ABC mostrado en el Anexo K se muestra que el 80.1% del valor en costo del inventario se ve representado por el 19.63% del total de artículos del inventario, estos artículos, corresponden a la agrupación A, la agrupación B muestra que el 14.6% del valor en costo de los artículos se ve expresado en el 20.56% de los artículos del

inventario, finalmente, el grupo C tiene el 5.3% del valor total del inventario y se ve reflejado en el 59.81% del total de artículos del inventario.

Teniendo en cuenta los porcentajes de representación del costo del inventario dentro del total de los artículos mostrados en el Anexo K, hay 21 artículos que representan el mayor porcentaje del costo del inventario, sin embargo, solamente 10 artículos cuentan con disponibilidad de uso inmediato y del total de artículos clasificados en la agrupación A, 5 artículos pueden suplir las labores de un día de trabajo.

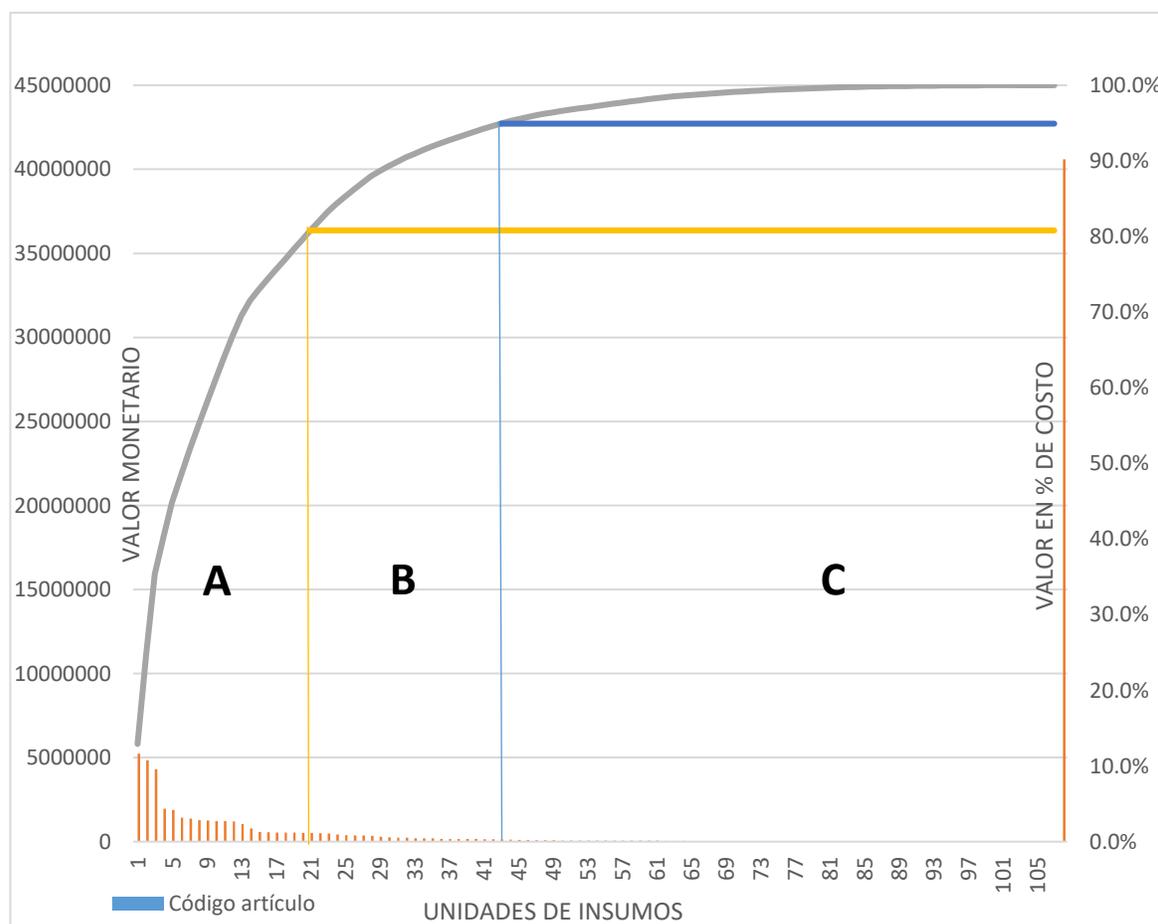


Figura 13. Gráfico de clasificación de inventario ABC

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

La Figura 13 muestra que las referencias de la clasificación A están dadas desde el artículo número 1 hasta el artículo número 21, dentro de estos números de artículos se encuentran tuberías flexibles de diferentes diámetros de medida, tuberías en cobre, cables de instrumentación, *branch* marca LG y refrigerantes principalmente, estos artículos, como se

mencionó anteriormente, representan la mayor cantidad de dinero en insumos registrados en inventarios.

Seguido de la clasificación A, se encuentra la clasificación B de los artículos almacenados en inventario, en esta clasificación se encuentran elementos numerados del 22 al 43, los cuales corresponden a bases metálicas, abrazaderas, discos de corte y controladores de interfaz principalmente.

Haciendo análisis del estado del inventario se utilizan 3 indicadores de gestión de inventarios los cuales son: nivel de rotación, fuera de stock y cobertura del stock, el fin de implementar estos indicadores en el diagnóstico del inventario es poder comparar el estado en el que debería estar la empresa y el actual.

Nivel de rotación

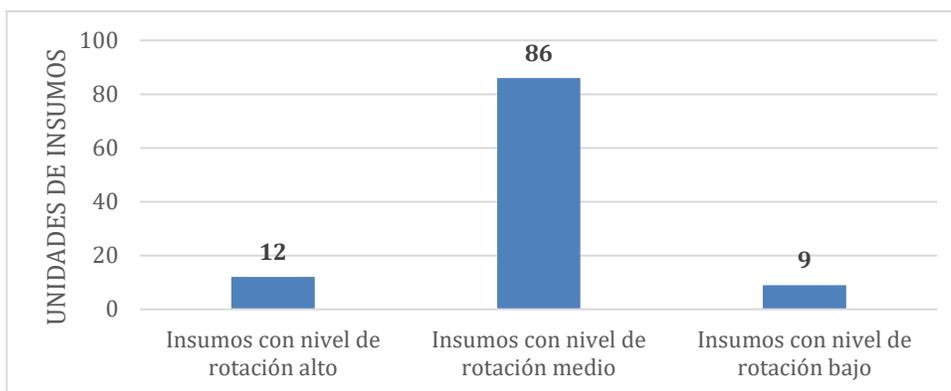


Figura 14. Nivel de rotación de insumos de inventario de la seccional Bogotá, 2021

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

El indicador de nivel de rotación está conformado por la relación entre el promedio de la demanda mensual de cada insumo y el conteo de unidades a final del mes de junio, esta relación da como resultado la frecuencia de salida de inventario de cada insumo.

El Anexo L, expresado de forma más clara en la Figura 14 muestra la velocidad con la que se mueve el inventario en el almacén, los insumos con la rotación más alta son: bomba condensada miniblanc 0,75tr a 2 traspén, tubería flexible 5/8, entre otros, estos se pueden visualizar resaltados en color azul en el Anexo L. Tienen el resultado de rotación más alta debido a que se incluyen en todos los servicios independientemente del tipo, es decir, si son servicios de mantenimiento o de instalación de equipos de refrigeración.

Usando este indicador se define que tan alto o bajo puede llegar a ser el costo de mantener las unidades almacenadas, entre más alta sea la rotación de los productos menor es el costo de almacenamiento, los productos que representan el menor costo de almacenaje son la espuma de poliuretano, los cartuchos termo-incogibles, interruptores termo magnéticos, tripolares ezc, breakers enchufados bipolar, refrigerante freón, condensadores multi-estandar y branch lg principalmente. Los insumos anteriormente mencionados, tienen rotación alta en inventario y adicionalmente no superan las dos unidades en el conteo mostrado en el Anexo L, es decir que según datos recopilados del primer semestre del 2021 la demanda de estos mismos ha sido alta, sin embargo, no se cumple con el stock mínimo que requiere la política de la empresa.

Analizando los resultados de rotación de todos los insumos presentados en el Anexo L, solo dos artículos tienen baja rotación; terminal anillo amarillo y el remache pop, sin embargo son artículos pequeños que no generan gran ocupación de espacio en la bodega debido a que cada unidad mide alrededor de 2 centímetros (2 cm) y las unidades que se encuentran en el stock no superan las 100, lo que indica que no exceden la capacidad de espacio destinada para su almacenamiento.

Fuera de stock

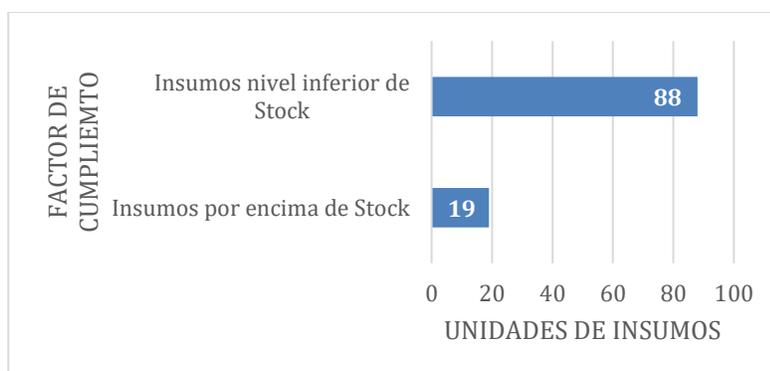


Figura 15. Insumos fuera de la política de Stock de la seccional Bogotá, 2021

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

El indicador fuera de stock se realizó por cada uno de los insumos encontrados en inventario al final del mes de junio del 2021, los resultados de este indicador se dieron por medio de la resta de la cantidad de insumos encontrados en el inventario en el mes de junio entre la política de stock mínima de la seccional Bogotá, la cantidad correspondiente a la política mencionada es de 100 unidades por cada insumo anotado en inventario.

El Anexo L muestra los insumos que tienen la cantidad de stock exigida por la empresa, los que están por debajo de ese nivel de stock y los que superan las 100 unidades mínimas de dicho stock.

Según el Anexo L, solo 1 insumo cuenta con el nivel de stock mínimo, es decir, cuenta con 100 unidades disponibles para uso, este artículo es el remache pop, el cuál además cuenta con baja rotación y no se necesita incluir en la mayoría de los servicios de instalación y mantenimiento de ventilación mecánica.

Como se muestra en la Figura 15, los insumos que están por encima del nivel mínimo de stock son 19 y corresponden al 17.7% del total de insumos en inventario, estos artículos son en su mayoría piezas tales como; tornillos, arandelas, chazos y tuercas. Las compras de estos artículos se hacen por cajas y cada tiene 200 unidades, por lo que siempre se va a superar en nivel de stock en dichos artículos.

Como se muestra en la Figura 15, la cantidad de insumos que están por debajo del nivel de stock corresponden al 81.3% del total de los insumos que se encuentran en inventario en el Anexo L pueden verse resaltados con color rojo y en números negativos, como se mostraba anteriormente en Figura 11, 71 servicios tenían alerta por incumplimiento a causa de falta de insumos debido a que la cantidad que había en inventario no era suficiente para suplir las órdenes de trabajo.

La empresa no cuenta con *stock* de seguridad para afrontar imprevistos de demanda de servicios de urgencia, debido a esto no se puede prevenir una rotura de *stock*, por el contrario, se corre el riesgo de estar constantemente en un estado de rotura, aunque solo en 5.6% de los servicios prestados en el primer semestre del 2021 presentaron alertas por falta de insumos, es el factor más relevante en las causas de los incumplimientos de algunos servicios de mantenimiento e instalación de equipos de refrigeración.

Cobertura del stock

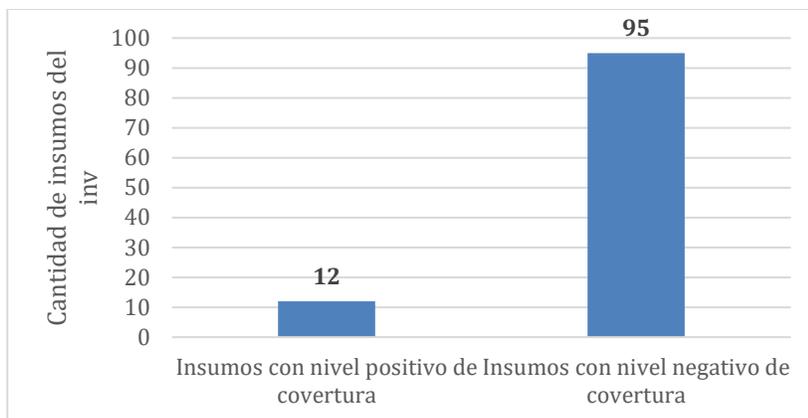


Figura 16. Cobertura del stock a respuesta de servicios de mantenimiento e instalación de la seccional Bogotá, 2021

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Este indicador está calculado con base a la relación entre la demanda del primer semestre del año 2021 y los días del año, este resultado proporciona una medida estándar de la cantidad de unidades que rotan diariamente para las operaciones. Una vez se tiene la cantidad de consumo diaria, se hace la relación del conteo de unidades en el inventario final a junio de 2021 y el este consumo diario.

El indicador de cobertura de stock permite conocer para cuántos días se tiene inventario si se dejara de recibir unidades por parte de los proveedores, el Anexo L muestra que solo hay 13 artículos que cuentan con suficiente material para trabajar por más de un día, esto corresponde al 12.1% del total de artículos con 12 artículos como se ve en la Figura 16, por lo tanto, el 87.8% de los insumos no tiene cantidades suficientes para responder a la demanda promedio de un día de trabajo normal.

Los artículos que cuentan con la capacidad para responder a la demanda diaria son insumos pequeños tales como; arandelas, tuercas, tornillos, bolsas de basura y codos de 90°.

Teniendo en cuenta que el 87.7% de los insumos que corresponden a 95 artículos, como lo muestra la Figura 16, no tiene suficiente cobertura para una demanda de un día, no se tiene información sobre el tiempo en que los proveedores alternativos podrían suministrar las cantidades necesarias para satisfacer la demanda y los márgenes de seguridad del stock, el tiempo de reorden y la cantidad del mismo.

Costo de mantener unidades en inventario.

El costo de mantener inventario es el valor monetario que acarrea la empresa en la seccional Bogotá por mantener unidades almacenadas en una frecuencia mensual, en el Anexo M se muestra el valor total del inventario almacenado al mes de junio del año 2021, para hallar el porcentaje representativo del costo del inventario, se tiene en cuenta el costo, los impuestos, seguros y el área de las instalaciones de la bodega de la seccional Bogotá, asimismo, se calcula el valor total de los activos que destina la empresa para la operación de inventario, el cual tiene un costo mensual de \$2.363.500.

El personal a cargo de la operación de inventario es únicamente el auxiliar de logística y la bodega no cuenta con servicio de vigilancia, el costo total mensual del almacén, lo muestra la Tabla 13 con un total de \$ 5.672.190,41 y teniendo en cuenta el valor del inventario promedio, la misma tabla muestra que la tasa *i* de la seccional Bogotá es 13.97% sobre el valor del inventario.

Tabla 13. Tasa *i* porcentaje sobre el valor del insumo que muestra el costo de inventario para la seccional Bogotá, 2021

Tasa <i>i</i> de mantener inventarios de MP	
Sumatoria costos mensuales almacén	
	Instalaciones propias
1. Costo instalaciones	\$ 283.275
2. Costo activos fijos	\$ 2.363.500
3. Costo nomina	\$ 2.416.454
4. Costo vigilancia	\$ 0
7. Costo financiero	\$ 608.961
Total costos mensuales	\$ 5.672.190
Costos mensuales almacén	\$ 5.672.190
Valor inventario promedio	\$ 40.597.427
Tasa <i>i</i> = costos mensuales/ valor inv. Promedio	13,97%

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

En el Anexo M, se hace el análisis cuantitativo del costo de mantener unidades en inventario a nivel específico, por lo que se halla el costo unitario de almacenaje. En este anexo, se puede ver que el costo total del inventario es de \$399.637,69 y el insumo que tiene el mayor costo de inventario es el Branch de LG, el cual corresponde a la referencia de equipos de refrigeración con un costo aproximado de \$74.000, el costo mensual del 65.6% de los insumos que se encuentran en inventario no superan los \$ 300 en el costo de inventario debido a que son unidades pequeñas, que ocupan aproximadamente 0.9 metros cuadrados por cada 50 unidades.



Figura 17. Estado de la estantería principal de la seccional Bogotá. PyS LTDA, 2021.
Fuente: Autores

La Figura 17 muestra el estado actual de almacenamiento de esos artículos, la estantería cuenta con tres niveles con tres secciones cada uno, algunos de los artículos ubicados en esta zona son: Branch, tuberías rígidas y flexibles de diferentes diámetros, soldaduras, cajas galvanizadas y ductos, en el Anexo Q se muestran las especificaciones de esos insumos con la cantidad de unidades que se encuentran ubicadas allí.

La Tabla 14 muestra el listado de insumos estándar incluidos en los servicios de mantenimiento de sistemas de refrigeración industrial con el respectivo tiempo y cantidad que se usa en cada servicio. El tiempo total de alistamiento de pedidos en el proceso de inventario suma un total de 22 minutos por pedido.

Tabla 14. Tiempo de recorrido de insumos estándar para obra

Insumos estándar por servicio de mantenimiento		
Insumo	Cantidad	Tiempo promedio de localización (min)
Cinta Rubatex 2/3 in	1,1 m	4
Evaporador	1 ud	3
Control Central Ac-Smart Bacnet Premium	1 ud	2
Cable St-C Encauchado 3x10 Awg Centelsa 201562	2,0 m	1
Aceite Bomba Vacío X 500 Cc	50 ml	2
Refrigerante Freon	24 ml	2
Condensadora Multi estándar 18 Kbtu 220 V	1 ud	1

Abrazadera Ala Sencilla ½	8 ud	3
Desengrasante Industrial	8 g	1
Cable Pe/Hf/Fr/Ls Calibre 12 Agw Verde Lshf Genérico	1,0 m	2
Branch Lg Arblno1621	1 ud	1

Fuente: Proyectos y Servicios LTDA. (2021)

La Tabla 14 muestra el listado de insumos estándar incluidos en los servicios de mantenimiento de sistemas de refrigeración industrial con el respectivo tiempo y cantidad que se usa en cada servicio. El tiempo total de alistamiento de pedidos en el proceso de inventario suma un total de 22 minutos por pedido.

2.6.5 Servicio al cliente.

Actualmente, no se tiene un modelo de medición de la satisfacción de los clientes por parte de la seccional Bogotá, esto no permite tener conocimiento sobre el nivel de cumplimiento en el que está incurriendo la seccional Bogotá, por lo cual, no se pueden evaluar alternativas para mejorar el nivel de cumplimiento de las operaciones de la seccional.

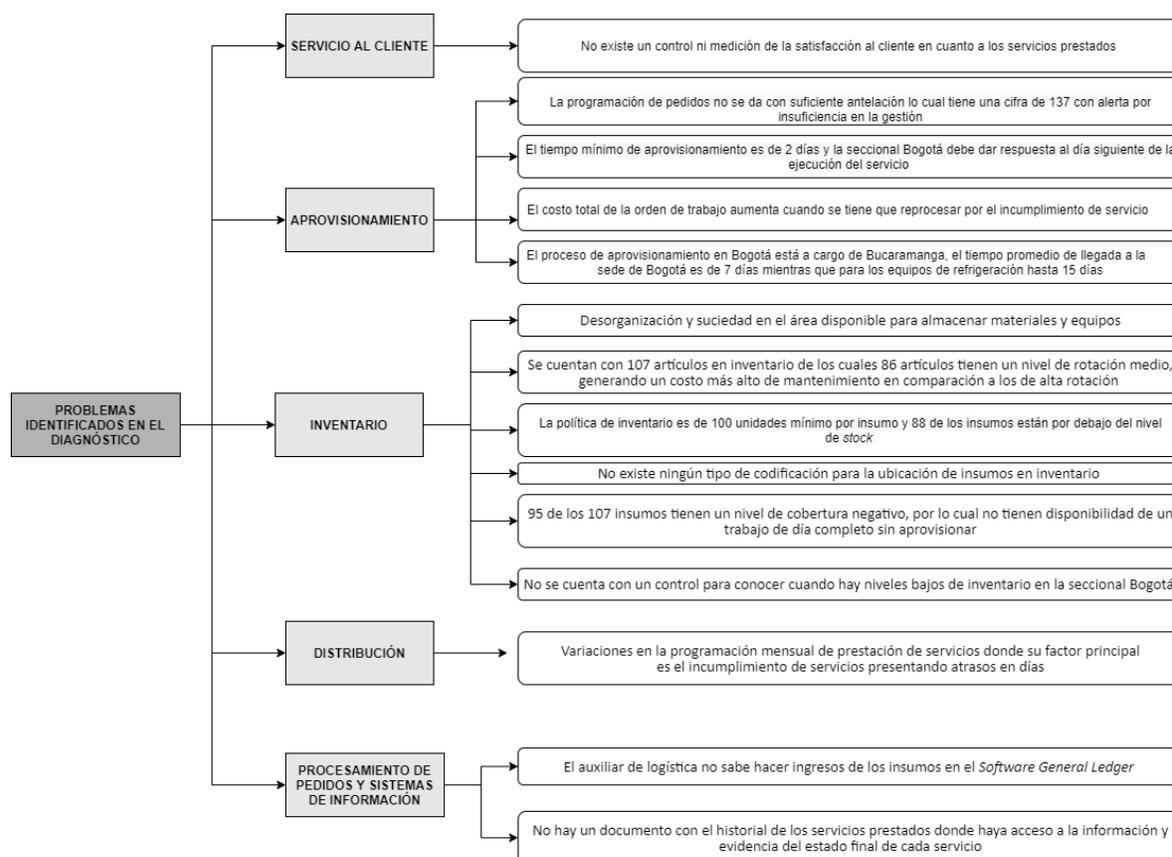


Figura 18. Resumen de los problemas identificados en el diagnóstico

Fuente: Autores.

La Figura 18 muestra en resumen la información obtenida en el objetivo 1 de este trabajo, como se muestra, se analizaron los cinco procesos logísticos internos en la seccional Bogotá. Para el proceso de servicio al cliente, no existe control y medición de la satisfacción de cliente por los servicios prestados. El proceso de aprovisionamiento es el que más genera alertas en servicios incumplidos con 137 servicios incumplidos en el primer semestre del año 2021 debido a que la gestión de pedidos no se da con suficiente antelación y teniendo en cuenta que el aprovisionamiento se hace desde la seccional de Bucaramanga, este proceso puede tardar entre 2 y 15 días, lo cual no permite tener capacidad para dar respuesta inmediata a los diferentes servicios que ofrece la empresa, el costo de las órdenes de trabajo aumenta cuando los servicios deben reprocesarse para darle cumplimiento a los servicios pendientes.

Los resultados del diagnóstico del proceso de inventario están compuestos por la desorganización y suciedad en el área de almacenamiento donde se ubican insumo y equipos que no se registran en inventario y no se incluyen en la prestación de los servicios, esto no genera ningún tipo de valor para la empresa y es dinero en inventarios que no se está utilizando.

La política de inventario de la seccional exige contar con 100 unidades en *stock* mínimo para cada uno de los 107 artículos registrados en la base de datos de inventario, sin embargo, 88 de estos insumos tienen una cantidad menor de la exigida por la política, a través de indicadores de gestión, se encontró que 86 artículos tienen un nivel de rotación medio y bajo, esto genera un costo superior en el costo de inventario para estos artículos, adicionalmente, 95 insumos tienen un nivel de cobertura bajo, es decir que ninguno de estos tiene disponibilidad de satisfacer la demanda de insumos de los servicios de un día de trabajo, se encontró que no hay un mecanismo de control para conocer cuando los niveles de inventario no son adecuados para las operaciones de la seccional.

El proceso de distribución presenta alza en los costos de transporte debido a los servicios incumplidos, debido a que se tiene que realizar una visita adicional para terminar el servicio, para el primer semestre del año 2021, el total de kilómetros extra recorridos para dar cumplimiento a los servicios pendientes fue de 182 kilómetros, esto está representado por un total de 52 horas de trabajo extra en comparación con las planeadas al inicio de cada mes. En la seccional, solo hay disponibilidad de 2 vehículos, según los técnicos de la empresa este número es limitado para las operaciones diarias que deben realizar, debido a que limita la rapidez de distribución y en ocasiones no hay vehículos disponibles para dirigirse al sitio de

obra, por esto, el auxiliar de logística en ocasiones debe distribuir material a los puntos de obra.

Para el proceso de procesamiento de pedidos y sistemas de información se encontró que el auxiliar de logística no tiene manejo suficiente del *Software General Ledger*, por esto, el ingreso de datos de inventario al sistema lo realizan desde la seccional Bucaramanga. No hay un documento donde se registre el historial de cada uno de los servicios, esto dificulta que se sepa el estado final del último servicio prestado al cliente y que no haya información de los servicios que allí se han prestado y los requisitos de acceso a instalaciones que deben tenerse presentes para la ejecución de algunas obras. Debido a los incumplimientos en servicios, la planeación mensual de ejecución se ve afectada con un incremento mensual de 7 días fuera de lo programado.

Tabla 15. Resumen de valoración de la variable de estudio para el diagnóstico de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Seccional Bogotá

Proceso	Problemática	Medición de la variable de estudio
Aprovisionamiento	La programación de pedidos no se da con suficiente antelación y se presentan 137 alertas por incumplimiento	10,8% de servicios incumplidos en el primer semestre de 2022
	El tiempo mínimo de aprovisionamiento de 2 días y se debe dar respuesta a los servicios al día siguiente del incumplimiento	Se presenta un tiempo de ocio de 16 horas por aprovisionamiento, en el cual se incumple en 8 servicios de instalación
	El costo de la orden de trabajo aumenta cuando esta se debe reprocesar por incumplimiento	el costo de 185 órdenes de trabajo se duplica, esto acumula 37 horas de trabajo, en la que se incumplen 18 servicios de mantenimientos
	El tiempo promedio de aprovisionamiento es de 7 días y este proceso es dependiente de Bucaramanga	Se presenta incumplimiento en 137 por inoportunidad en el aprovisionamiento
Inventario	Desorganización y suciedad en el lugar de almacenamiento de insumos	22 minutos de alistamiento/pedido, retrasa 206 horas por semestre en 1266 servicios de instalación y mantenimiento

	86 de 107 artículos presentan rotación media y aumenta el costo de mantenimiento frente a los de alta rotación	La rotación media y baja de los insumos no es suficiente para satisfacer la demanda de estos en los procesos, por lo cual, se incumplen 37 servicios que se solicitan fuera de la planeación
	88 elementos de 100 están por debajo del stock mínimo de seguridad	
	No existe codificación para el almacenamiento de insumos	22 minutos de alistamiento/pedido, retrasa 110 horas por semestre en 1266 servicios de instalación y mantenimiento
	No se cuenta con una herramienta para controlar los niveles de inventario	No se tiene herramienta de medición para controlar la influencia de la escasez de inventario en el cumplimiento de servicios
Procesamiento de pedidos y sistemas de información	El auxiliar logístico no cuenta con conocimientos para hacer labores a su cargo, desnivelando la carga laboral de la seccional	Cargue operativo adicional en el cargo de ingeniero de operaciones en 32 minutos/día, lo cual resta tiempo al control de cumplimiento de servicios
	Ausencia de compilación de la información del historial de prestación de servicios, lo cual aumenta el tiempo programado de visita debido a que se debe hacer un diagnóstico en tiempo de ejecución de obra	Pérdida de 12 minutos por obra haciendo diagnóstico, corre 48 minutos la planeación de ejecución de obras.
Distribución	Retraso e incumplimiento de servicios de mantenimiento, puesto que, se tiene en cuenta la lista de servicios que envía la seccional Bucaramanga, pero no se hace un análisis de los factores que implican realizar las visitas programadas.	Incumplimiento de 144 servicios por la mala planeación y ejecución de las visitas a cada uno de los puntos.
Servicio al cliente	Actualmente no se cuenta con ningún medio de medición ni seguimiento como recurso para validar la satisfacción del cliente en cuanto a los servicios realizados.	Esta problemática se relaciona con la variable de estudio en cuanto a la información como recurso para saber cual es el estado de los equipos del cliente o las novedades que se presentan, con el fin de hacer un seguimiento al mismo y validar la satisfacción del cliente con el servicio prestado.

Fuente: Los autores.

En la Tabla 15 se presenta la cuantificación de la variable de estudio, para esto, se mide dicha variable en este capítulo como tiempo de ejecución de servicios y se compara con la capacidad de atención de obra que se puede prestar en dicho tiempo. Para algunas problemáticas relacionadas con los cinco procesos logísticos, se mide la variable en función de usencia de herramientas de control y/o medición del incumplimiento de servicios.

3 Propuesta de alternativas, herramientas, métodos y estrategias para la mejora de los procesos logísticos internos.

En el objetivo específico dos se presentan las propuestas para los hallazgos del diagnóstico, para los 5 procesos logísticos internos. Dichas propuestas consisten en alternativas, herramientas, métodos y estrategias para mejorar el cumplimiento de los servicios de instalación y mantenimiento de refrigeración industrial y ventilación mecánica.

3.1 Propuestas para el proceso logístico interno de aprovisionamiento

En esta sección se presentan las propuestas relacionadas con el proceso logístico interno de aprovisionamiento, partiendo de la información obtenida en la Figura 18, se plantea como fin de esta sección aumentar el cumplimiento de los servicios de este proceso. A continuación, se presentan las propuestas de: proposición de alternativas de proveedores y método AHP para la selección de proveedores.

Proposición de alternativas de Proveedores.

Teniendo en cuenta el resultado en el objetivo anterior de diagnóstico en las alertas de incumplimiento de servicios, se obtuvo como resultado 28% de servicios incumplidos en razón del proceso de aprovisionamiento, en contraste con los otros 4 procesos internos logísticos de la empresa los cuales acumulan el porcentaje restante del total de servicios no cumplidos.

Como sugerencia de solución a la problemática de aprovisionamiento se propone un estudio de alternativas de proveedores en la ciudad de Bogotá, esto con el fin de reducir los tiempos de aprovisionamiento desde Bucaramanga en 9 días, tener disponibilidad frecuente de insumos con un total de 16,944 unidades y capacidad de respuesta a 36 nuevos servicios de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de refrigeración, lo cual se traduce en un aumento en la capacidad de respuesta de 72 horas para realizar ejecución de obras y dar cumplimiento a los servicios inmersos en la planeación de ejecución de obras.

El estudio de alternativas de proveedores consiste en tres opciones de elección, donde se evaluaron 20 insumos de inventario, los cuales corresponden a la clasificación A del inventario ABC -Anexo K-, se decide tomar estos insumos como objeto de la evaluación de proveedores debido a que son los que mayor valor monetario tienen, mayor nivel de rotación y algunos de ellos tienen el mayor tiempo de aprovisionamiento, es decir, son los insumos que más tardan en llegar desde la seccional de Bucaramanga hasta la seccional de Bogotá.

Los criterios base para la elaboración del estudio de proveedores son:

Cantidad mínima de insumos: se toma como uno de los criterios base para conocer los paquetes mínimos de venta y las unidades que lo componen, por ejemplo, la tuerca es un insumo, pero la cantidad mínima de venta para algunos proveedores es de 100 unidades por caja, por lo tanto, no se evalúa el precio unitario sino el precio de paquete y se designa un espacio acorde al tamaño en el almacenamiento. Otro criterio, dependiente de la cantidad de insumos de pedido es el tiempo de respuesta o de entrega de estos, donde la disponibilidad de la cantidad mínima para todos los insumos es de un día.

La cantidad máxima de pedido es otro factor base en la composición de la evaluación de proveedores, de esta información se obtuvieron resultados sobre la cantidad de unidades máxima de insumos que pueden suministrar los proveedores en una frecuencia de 5 días hábiles según la disponibilidad del almacén de cada proveedor, con el fin de conocer si la capacidad de respuesta de estos satisface las necesidades de la demanda de insumos de los diferentes servicios de la empresa.

El precio de venta ofertado por los proveedores y la calidad, son factores importantes en la evaluación de estos, las listas de precios otorgadas por los proveedores varían según el tamaño de la empresa proveedora y de la calidad de los insumos, sin embargo, la seccional de Bogotá exige marcas específicas en algunos insumos debido a la calidad de estos y la facilidad de trabajo con los mismos.

Proveedor 1: Empresa IPR Partes y Repuestos con NIT: 800222648-7, es una empresa antioqueña con tres sedes en Bogotá, son importadores y comercializadores de equipos y repuestos para la industria de la refrigeración. La recopilación de información de estos proveedores se muestra en el Anexo N a mayor profundidad con el precio unitario respectivo de cada unidad mínima por insumo.

Según cotizaciones realizadas mostradas en el Anexo N los insumos con mayor valor de venta es la tubería flexible $\frac{3}{4}$ con un precio superior a \$350,000/und, el evaporador con un precio cercano a \$300,000/und y el cable ST-C con un precio superior a \$150,000/und. El

costo total de las cantidades mínimas de los 20 insumos de la clasificación A del inventario ABC es de \$1.956.907,00.

Proveedor 2: Empresa TRS Partes S.A con NIT 900 013 663-4, es una empresa con sedes en Cali y Bogotá, su principal función comercial es la venta de elementos de servicios de refrigeración industrial y ventilación mecánica. La recopilación completa de la información se muestra en el Anexo O a mayor profundidad con el precio unitario respectivo de cada unidad mínima por insumo.

El Anexo O muestra la relación de los precios entre los insumos de mayor rotación dentro del inventario con el precio correspondiente a cada uno. Como se muestra, los precios con mayor valor están dados por las tuberías flexibles de $\frac{3}{4}$ y $\frac{5}{8}$, además por el evaporador, donde los precios están por encima de \$200,000/ud mínima de venta, el costo total de las cantidades mínimas de venta suma un total de \$1.696.085,00.

Proveedor 3: Proveedores locales: AIR SHOP y Almacenes de refrigeración, son empresas pequeñas de la ciudad de Bogotá, su principal función es la comercialización de elementos incluidos en los servicios de refrigeración industrial y ventilación mecánica. La compilación de datos de estas empresas puede verse en el Anexo P, donde se muestran los tiempos y cantidades de capacidad de respuesta de los proveedores.

Como se muestra en el Anexo P los precios más altos en la lista de proveedores locales son: Las tuberías flexibles de $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{3}{8}$ y los refrigerantes, con un precio superior a \$300,000. El precio total de las cantidades mínimas de venta de los 20 insumos objeto de esta evaluación suma un total de \$2.995.001.

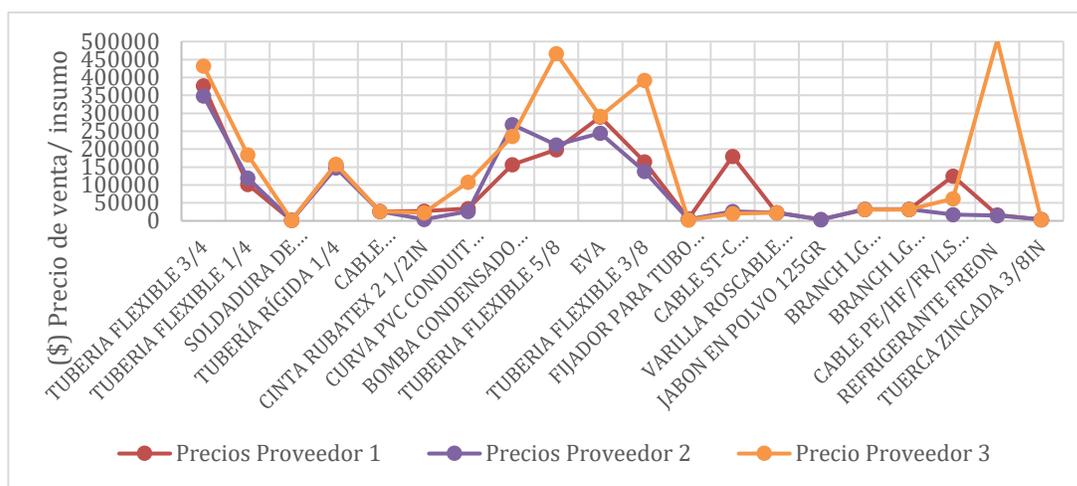


Figura 19. Comparación de precios de proveedores IPR, TSR y proveedores locales

Fuente: autores

En la Figura 19 se hace una comparación de los precios de las tres alternativas de proveedores, como puede verse, el proveedor 3 que corresponde a los proveedores locales conformado por AIR SHOP y Almacenes de refrigeración, tienen en 15 de 20 insumos los precios más altos de venta. Los proveedores 1 y 2, es decir, IPR y TRS respectivamente, cuentan con precios similares, para algunos insumos IPR tiene precios de venta menores en comparación a TRS y en otros insumos TRS ofrece menores precios que IPR.

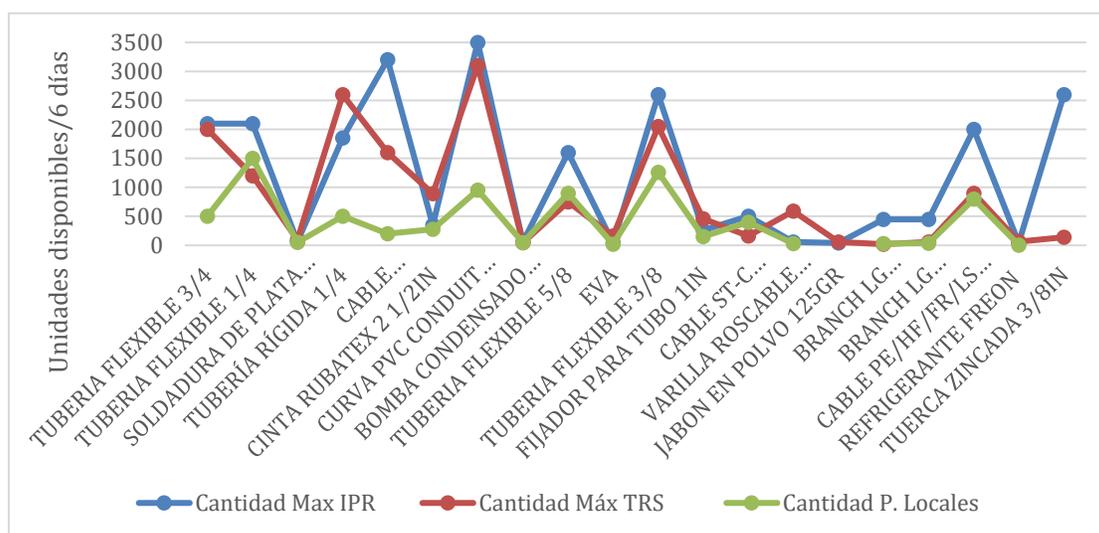


Figura 20. Comparación de capacidad de respuesta de aprovisionamiento en unidades para los proveedores IPR, TSR y proveedores locales.

Fuente: autores

La Figura 20 muestra que la mayor capacidad de respuesta en cuanto a cantidad de unidades para aprovisionar por frecuencia de 6 días hábiles de trabajo de lunes a viernes, tiene el proveedor IPR Partes y Repuestos, seguido del proveedor TRS y las menores cantidades las ofrecen los proveedores locales en 19 de 20 unidades totales.

Método AHP para la selección de proveedores.

El (*Analytic Hierarchy Process*) AHP, es una metodología para la toma de decisiones, el cual se trata de la jerarquización analítica de criterios a través de escalas de asignación de valores y ponderaciones. Partiendo desde la proposición de alternativas de proveedores anteriormente mostradas, se hace la propuesta de la implementación del método AHP para la selección de los mismos para que la empresa pueda adaptarlo y con base en los resultados pueda tomar decisiones sustentadas en números para la creación de una cartera de proveedores.

En la construcción de la metodología se tienen en cuenta tres criterios: Costo de insumos, tiempo de aprovisionamiento y cantidad máxima de insumos en una frecuencia de 6 días hábiles, adicionalmente, se tienen en cuenta las tres alternativas de proveedores propuestas anteriormente, los cuales son: IPR, TRS Partes y proveedores locales.

El método se realizó en cuatro secciones a través de matrices de comparación pareadas, la primera analiza la ponderación de cada uno de los criterios establecidos, la segunda parte analiza el costo de los insumos ofertado por los proveedores, la tercera sección analiza el tiempo de respuesta de los proveedores y la última parte analiza la capacidad de entrega de insumos en una frecuencia de tiempo determinada.

En el proceso de comparación pareada, la asignación numérica en las matrices está basado en la escala de medición de Thomas Saaty donde se compara un criterio frente a otro a través de asignaciones en una escala de 1 a 10 Anexo DD cada una con una descripción verbal y una explicación.

Tabla 16. Información de entrada para la construcción de matrices de comparación en AHP

	Costo total de insumos	Tiempo de aprovisionamiento/días hábiles	Cantidad máxima de aprovisionamiento/ 6 días hábiles
IPR	\$ 1.956.907	6	23859
TRS	\$ 1.696.085	6	16944
Proveedores Locales	\$ 2.995.001	6	7745

Fuente: autores

La Tabla 16 muestra la información de entrada para la construcción de la metodología, en esta tabla se tiene la información de los tres criterios establecidos para cada uno de los proveedores de insumos de la ciudad de Bogotá. Partiendo de estos datos se hace la comparación entre criterios y proveedores y se asigna un valor de la escala numérica de Thomas Saaty.

Haciendo uso de las ecuaciones de: índice de consistencia (Ver Ecuación 4), consistencia aleatoria (Ver Ecuación 5) y relación de consistencia (Ver Ecuación 6), se tiene como resultado un 0.14 de consistencia para el modelo establecido, lo cual indica que la asignación de valores ponderados asignados por los evaluadores son correctos, lo cual permite definir una consistencia factible, partiendo de esto, se puede continuar con la evaluación de los proveedores objeto.

Tabla 17. Resultado del modelo AHP para la decisión de proveedores.

Criterio / Alternativa	Costo de insumos	Tiempo de aprovisionamiento	Cantidad máxima de	
			aprovisionamiento/ 6 días hábiles	Porcentaje de decisión
Ipr	0,282839025	0,333333333	0,696531334	41%
Trs partes	0,643388869	0,333333333	0,231613959	49%
Proveedores locales	0,073772106	0,333333333	0,071854707	10%
Ponderación	0,607001694	0,089654307	0,303343999	

Fuente: autores

La Tabla 17 muestra el resultado del método AHP para la toma de decisiones respecto al convenio comercial con los tres proveedores propuestos. En la parte final de la tabla puede verse la ponderación de cada uno de los criterios, para lo cual, el costo de insumos tiene una ponderación de 0.6, el tiempo de aprovisionamiento una ponderación de 0.08 y la capacidad de respuesta tiene una ponderación de 0.30, por tanto, el criterio más importante es el costo, seguido de la capacidad y el tiempo de respuesta por parte de los proveedores.

En la columna de costo de insumos puede verse que el proveedor TRS Partes tiene una ponderación de 0.64, la cual es mayor frente a las otras alternativas de proveedores, esto indica que el mejor costo de insumos lo tiene este proveedor debido a que sus precios son más bajos que los precios de los otros proveedores. Mientras que, en la columna de tiempo de aprovisionamiento todas las ponderaciones para cada proveedor tienen ponderación de 0.33 debido a que los proveedores tienen la posibilidad de entregar insumos cada 6 días hábiles para cantidades superiores a dos mil unidades de insumos. La columna que muestra la cantidad máxima de aprovisionamiento muestra al proveedor IPR con una ponderación de 0.69 debido a que es quien tiene mayor capacidad de respuesta en cuanto a cantidad frente a los otros proveedores.

Como lo muestra la Tabla 17, el proveedor que más se adapta a las necesidades de la empresa es el proveedor TRS Partes, debido a que ofrece el menor costo, con una cantidad de insumos suficiente para la ejecución de obras en una frecuencia de 6 días hábiles, seguido a este proveedor como mejor opción se encuentra el proveedor IPR, con costos superiores a al proveedor TRS Partes pero con mayor cantidad de insumos disponibles para entrega, finalmente, se muestra el proveedor de proveedores locales con una ponderación del 10% debido a que tiene menor cantidad de insumos disponibles a un precio mayor.

3.2 Propuestas del proceso interno de procesamiento de pedidos y sistemas de información

En esta sección se presentan las propuestas del proceso logístico interno de procesamiento de servicios y sistemas de información teniendo como base la información

agrupada en el diagnóstico, esta proposición se hace para aumentar el cumplimiento en los servicios en relación con este proceso, a través de una disminución de tiempo diaria de 2 horas, lo cual permitirá acatar la programación y agilizar la gestión que se realiza en el programa *General Ledger*.

A continuación, se presentarán las propuestas de: hoja de vida de los servicios y capacitación.

Hoja de vida de los servicios.

Partiendo de la información obtenida en el diagnóstico, se encontró que no se tiene un registro de los servicios prestados a los diferentes clientes en los dos tipos de servicios ofertados, no se tiene un registro de las labores realizadas en la última visita a un cliente específico. Lo que ocasiona la falta de una referencia sustentada del servicio que se prestará, como la información asociada a este y las condiciones del espacio donde se lleva a cabo la ejecución de los servicios.

El cumplimiento de los servicios se mejorará con esta propuesta debido a la disminución del tiempo de obra, ya que en el momento de ejecutar el servicio ya se tendrá claridad de lo que se debe hacer en comparación con la operación que se realiza actualmente. De acuerdo con lo anterior, se evaluará el estado en el que se terminó el mantenimiento en el periodo anterior inmediato a la fecha actual de realización del servicio, además, se sabrá con certeza las herramientas y los insumos necesarios para llevar a la ejecución de cada obra. Todo esto, partiendo de la información compilada en la hoja de vida del servicio aquí propuesta.

La propuesta de una plantilla de gestión de los servicios se conceptualiza como *Hoja de vida del servicio*, esta contiene información general del cliente, el tipo de equipo instalado en la última prestación del servicio, el responsable de la ejecución, la descripción de los trabajos realizados, las observaciones y la firma del cliente con la aprobación de las observaciones y de la información documentada en la plantilla.

Con la hoja de vida del servicio se busca crear un historial de cada uno de los clientes en los que se prestan servicios de mantenimiento con el fin de recopilar, organizar y dar correcto manejo de la información entre el personal involucrado de la seccional Bogotá. Las personas de la seccional Bogotá que tendrían acceso a este formato en el papel de editor serán: Gerente comercial, Ingeniero de operaciones y los técnicos (únicamente en el momento de la ejecución del servicio), mientras que, en el papel de revisor se encontrará el auxiliar de logística con el fin de evitar cambios de la información, lo que significa que los técnicos son los encargados de llenar la información de la plantilla y hacerla firmar por el

cliente, el ingeniero de operaciones y el Gerente comercial están encargados de supervisar y darle seguimiento a la información plasmada allí y el auxiliar logístico se encarga de archivar digital y físicamente la información si así lo solicitan.

El formato de hoja de vida del servicio se encontrará en un archivo compartido “*drive*”, puesto que esta herramienta se puede visualizar: qué persona y en qué momento se editó el documento y se dará acceso únicamente por medio de los correos corporativos del personal que está autorizado. El diligenciamiento del formato se llevará a cabo de la siguiente manera, dependiendo del caso al que aplique:

En caso de crear por primera vez el formato para la ubicación en la que será la visita de mantenimiento, se debe subir un formato en limpio a drive y el documento se debe nombrar de la siguiente manera (número de orden de trabajo- nombre del cliente) y se debe completar toda la información que se encuentra en el encabezado del formato.

En la sección de “Observación” se diligencia la información relacionada con cambios extraordinarios a la planeación de la obra, los cambios de insumos realizados, se menciona el estado de funcionamiento del sistema una vez terminado el servicio y la descripción del tipo de actividades que se realizarán en el siguiente servicio mensual programado

En el caso de que haya existencia, el formato del cliente en el que se hará la visita de mantenimiento, uno de los técnicos debe diligenciar fecha de la visita, agregar nombre de los técnicos que hicieron la visita, el número de la orden de trabajo, en la parte de la descripción explicar de manera breve lo que se hizo durante la visita, además de agregar observaciones o novedades del servicio presentadas durante la ejecución, para finalizar debe ir la firma del encargado de la sede como soporte y validación de la información digitalizada por el cliente a través de una firma. El diligenciamiento del formato debe ser después de realizar el mantenimiento, solo entonces se sabrá y documentará el desarrollo de la obra.

En caso de que sea el gerente comercial quien desee hacer una llamada con el fin de confirmar alguna observación obtenida en el formato, este también deberá diligenciar el formato con la fecha de la realización de la llamada, su nombre, describiendo el tema o los aspectos que hubieron tratados durante la llamada y al finalizar colocar los acuerdos o novedades que se dieron durante la llamada con el cliente.

Independientemente de la situación a la que se ajuste el caso, en la parte de observaciones también se pueden adjuntar fotografías o video en caso de ser necesario. Las herramientas necesarias para poder cumplir con el diligenciamiento del formato serían:

- Técnicos: Una *Tablet* que tenga cámara incorporada con acceso internet, ya que es indispensable la digitalización de la información al finalizar cada servicio de mantenimiento.
- Ingeniero de operaciones: Requerirá una *Tablet* que tenga cámara incorporada con acceso internet para cuando se encuentre en obra o por algún motivo no se encuentre en la sede de Bogotá, sin embargo, cuando se encuentre en la sede puede utilizar el computador corporativo que ya se cuenta en las instalaciones.
- Gerente comercial y Auxiliar de logística: Se requiere del computador con acceso a internet que ya se cuenta en las instalaciones de la sede.

El Anexo Y muestra el modelo de plantilla de servicio, con la información antes mencionada.

Los indicadores de control propuestos para la hoja de servicio se presentan a continuación en la Ecuación 10.

$$Eficiencia\ de\ hoja\ de\ servicio = \frac{\#Servicios\ registrados}{Total\ de\ servicios\ en\ frecuencia\ de\ tiempo}$$

Ecuación 10. Indicador de eficiencia de información de la hoja del servicio.

Fuente: Autores.

La Ecuación 10 muestra el porcentaje de información con el que se cuenta como referencia para futuras prestaciones de servicio, dependiendo del porcentaje de información, se pueden hacer estimaciones del proceso de crecimiento del sistema de refrigeración y llevar un control de la evolución de los servicios prestados a la empresa para medir, evaluar y mejorar la prestación de los servicios.

Se establece como tiempo de construcción de la hoja de vida del servicio a cargo de los empleados de la seccional Bogotá un tiempo por obra de 8 minutos, cuya composición está dado por el diligenciamiento del formato. Adicionalmente, se estima reducción en los tiempos de ejecución de obra en 12 minutos ya que no se tendrá que realizar un diagnóstico del estado del sistema, pues la información de este ya se encuentra en la hoja de vida, lo cual significa, que se tendrá un aumento en la capacidad de respuesta de servicios en 24 horas, esto se traduce, en el aumento en el cumplimiento de 12 servicios de mantenimiento.

Capacitación.

La propuesta de capacitación busca dar solución al proceso logístico interno de procesamiento de pedidos y sistemas de información afectado por el problema presentado por el auxiliar de logística, en cuanto no saber hacer ingresos a la seccional Bogotá de los insumos en el *software*, el cual fue encontrado mediante el diagnóstico realizado a la empresa Proyectos y Servicios Ltda. La falta de capacitación del auxiliar afecta la realización y cumplimiento de sus tareas, la digitalización de las entradas y salidas de mercancía al inventario de la seccional Bogotá y recarga trabajo sobre otros empleados de la seccional que deben realizar las labores de este cargo. Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la implementación de capacitación para el auxiliar logístico de la seccional Bogotá.

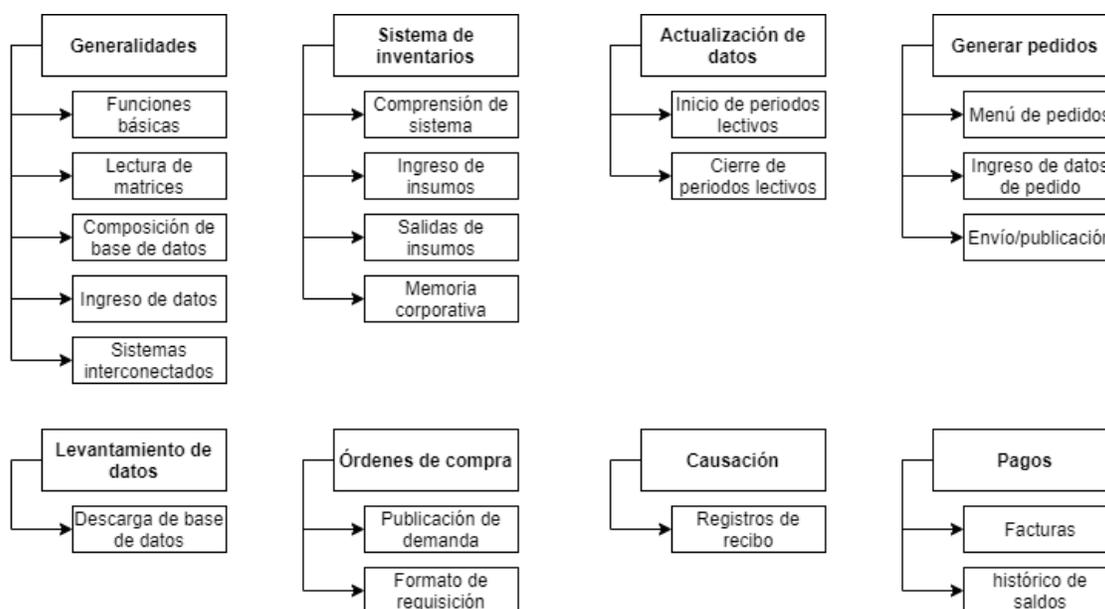


Figura 21. Plan de capacitación
Fuente: Autores basados en *General Ledger*

La Figura 21 muestra el plan de capacitación propuesto para el auxiliar de logística de la seccional Bogotá, para el desarrollo del plan se proponen ocho áreas principales del programa las cuales le permitirán al auxiliar logístico tener un manejo suficiente del programa para desarrollar sus actividades diarias, las áreas son: Generalidades, sistemas de inventario, actualización de datos, generar pedidos, levantamiento de datos, órdenes de compra, causación y pagos.

El Anexo Z muestra la página de inicio del programa, allí se muestran la barra de herramientas y las funciones básicas del programa

Tabla 18. Programa de capacitación diseñado para el Auxiliar logístico de la Seccional Bogotá.

Capacitación	Funciones Básicas de <i>General Ledger</i> dirigida al auxiliar de logística			
Tiempo de capacitación	24 horas	Cantidad de sesiones	12	2 horas/sesión

EQUIPO DE CAPACITACIÓN

Empresarial	Rafael García, Gerente Comercial
Proveedor	Milena Castro Cortés, Servicio al cliente en <i>General Ledger</i>

JUSTIFICACIÓN

Esta capacitación apoya el desempeño empresarial del auxiliar de logística con el fin de mejorar los procesos logísticos internos de la empresa Proyectos y servicios LTDA. Se realiza para desarrollar competencias en el manejo del software General Ledger.

CONTENIDOS GENERALES

- Módulo 1.** Generalidades, Barra de herramientas del programa, entendimiento general del funcionamiento de la plataforma, funciones básicas para generar órdenes de trabajo y de pedidos.
- Módulo 2.** Sistemas de inventario, Datos de entrada y salida al sistema de insumos en los procesos de distribución y aprovisionamiento, alertas de escasez y registros constantes de entradas y salidas de cualquier tipo de insumo, asimismo la re inserción de estos.
- Módulo 3.** Actualización de datos, Hacer apertura y cierre de períodos según lo maneje la empresa.
- Módulo 4.** Generar pedidos, Ingreso de datos de pedidos al sistema, generar órdenes de pedidos para transferir al departamento de compras, publicación de órdenes de pedidos en área de requisiciones de compra.
- Módulo 5.** Levantamiento de datos, Descarga de documentos con datos históricos de la compañía.
- Módulo 6.** Órdenes de compra, crear y llenar formatos de requisición de material con las especificaciones que se acarrean: tiempo de entrega, cantidad, plazos de pago y justificación de número de OT para ejecución.
- Módulo 7.** Causación, Registros de recibo
- Módulo 8.** Pagos, Registros de pago, históricos de contratos con proveedores.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Conocimiento fundamental	Comprender el funcionamiento del programa enfocado a el área de interés y de desarrollo donde participa el auxiliar logístico
Aplicación	Solucionar problemas diarios relacionados con los procesos logísticos internos a través del software y facilitar el proceso de información y pedidos en la logística de la seccional Bogotá
Integración	Relacionar tareas de pedidos, entregas, entradas y salidas de insumos para el mejor desarrollo del alistamiento de insumos para la ejecución de obras

Compromiso	Valorar y apropiar las herramientas del programa para desarrollar de forma adecuada y suficiente las funciones asignadas al cargo
------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

EVALUACIÓN

Observación de desempeño diario en las funciones asignadas, prueba de manejo general

Sesión	Módulo	Temas	Actividades de acompañamiento directo
1.	Generalidades	Funciones básicas	Presentación de barra de herramientas, orientación de ubicación de ventanas de uso del programa. Anexo Z
		Lectura de matrices	Orientación de lectura de base de datos, presentación de armado de bases de datos
		Composición de datos	unidades, valor monetario, correspondientes a insumos
		Ingreso de datos	funciones de digitación de datos en matrices de información, creación de usuario y posición en el sistema general de información de la compañía a través del programa
		Interconexión	Explicación de zonas de publicación de información en el programa de donde se puede sacar información de otras áreas de la empresa
2.	Sistemas de inventarios	Comprensión de sistema	Presentación de funcionalidades de la base de datos del inventario
		Ingreso de insumos	digitalización constante y permanente de unidades de insumo que llegan a la seccional
		Salida de insumos	Digitalización constante y permanente de unidades de insumos que salen a obra desde la seccional
		Memoria corporativa	Presentación de ubicación de datos históricos de inventario, unidades actuales y unidades gastadas
3.	Actualización de datos	Inicio de pedidos lectivos	Hacer inicio de periodos según planeación de la empresa para dividir inventario inicial, en proceso y final
		Cierre de pedidos	Hacer cierre de periodos según planeación de la empresa para dividir inventario inicial, en proceso y final

4.	Generar pedidos	Menú de pedidos	Vista y presentación general del menú de pedidos del programa. Anexo AA
		Ingreso de datos de pedido	Creación de orden de pedidos con cantidades y fecha de recepción
		Envío/publicación	Envío a través de la plataforma a la seccional principal para la autorización de la compra
5.	Levantamiento de datos	Descarga de bases de datos	Cambio de formato de archivos del programa a convencionales
6.	Órdenes de compra	Publicación de necesidad	Envío de insumos necesitados a través del programa
		Formato de requisición	Creación de formato de requisición para pedidos extraordinarios o compra de insumos desde la seccional principal
7.	Causación	Registros de recibo	Presentación de ubicación de históricos de pedidos a proveedores
8.	Pagos	Facturas	Creación de facturas, descarga de facturas
		Históricos de saldos	Presentación de ubicación de datos históricos de pagos con proveedores

Fuente: autores

El Anexo BB muestra la planeación de la capacitación, esta toma un tiempo de 24 horas distribuidas en 12 sesiones de 2 horas cada sesión, según el gerente comercial de la Seccional Bogotá, los tiempos que se estipulan para la recepción de la capacitación son los días martes y sábados a partir del primer mes del año 2021.

Se estima que el tiempo diario designado por el auxiliar logístico para la realización de entradas y salidas de insumos tome aproximadamente 42 minutos, teniendo en cuenta que debe hacer digitalización de cada salida de insumos hacia cada obra y la entrada de los insumos en el proceso de aprovisionamiento, partiendo de que la salida de insumos toma 6 minutos y diariamente se realizan en promedio 7 servicios, el hecho de asignar esta nueva carga laboral al auxiliar logístico implica reducir 21 horas de carga laboral a otros cargos de la compañía, lo que permite nivelar cargas de trabajo para el cumplimiento de los servicios.

3.3 Propuesta de mejora del proceso logístico interno de servicio al cliente.

En esta sección se presentan la propuesta de mejora relacionada con el proceso logístico interno de servicio al cliente, relacionada con la evaluación del servicio al cliente.

Evaluación del servicio.

Partiendo de la información obtenida en el diagnóstico donde no se tiene un modelo de medición de la satisfacción del cliente, se muestra que la ausencia de esta medición dificulta conocer el nivel y la calidad de servicio que se está prestando por parte de la empresa en los dos tipos de servicio ofertados, se propone un método de evaluación de la satisfacción del cliente compuesto por siete preguntas que tienen como objetivo conocer la experiencia del cliente a lo largo de todas las partes que componen el servicio, estas partes son: Planificación de la instalación del servicio, planificación y contratación del servicio de mantenimiento, ejecución de la obra para los dos tipos de servicio, trato y comportamiento de los técnicos, experiencia respecto a costos ofertados, atención antes, durante y después de la ejecución del servicio a cargo del equipo administrativo y percepción general del servicio en cuanto cobro.

Las siete preguntas relacionadas en la encuesta se encuentran en el Anexo CC, la primera de estas, busca evaluar el acompañamiento por parte de la empresa referente a la planeación del servicio en la instalación de equipos, esta será medida mediante el siguiente indicador mostrado en la Ecuación 11, teniendo en cuenta que la totalidad de factores son cinco, en el numerador debe ubicarse la cantidad de factores que se cumplieron. Los factores mostrados en la primera pregunta son: asesoramiento de materiales, recomendaciones de calidad, comparación de precios, proposición adecuada de sistema de refrigeración que satisface las necesidades y plan de operaciones con cronograma que permite distribuir los tiempos sin interrumpir las labores diarias.

$$\text{Indicador de cumplimiento} = \frac{\text{Factores cumplidos en el servicio de instalación}}{\text{Total de factores propuestos}}$$

Ecuación 11. Indicador de cumplimiento de servicio de instalación

Fuente: autores

La segunda pregunta busca evaluar el cumplimiento en el servicio de mantenimiento, comprendiendo los lineamientos de tiempos lo estipulados en el contrato por parte de la empresa prestadora del servicio, su indicador evaluador se presenta en la Ecuación 11 teniendo en cuenta los cuatro factores de cumplimiento de tiempo en el servicio de mantenimiento, en el numerador del indicador debe ubicarse la cantidad de factores de cumplimiento en el mantenimiento. Los factores relacionados en la segunda pregunta son: cumplimiento en: las fechas estipuladas de mantenimiento, los horarios pactados para el mantenimiento, culminación del servicio en el tiempo establecido y aviso anticipatorio de los elementos a ingresar.

$$\text{Cumplimiento de tiempo SM} = \frac{\text{Factores cumplidos en el servicio de mantenimiento}}{\text{Total factores propuestos}}$$

Ecuación 12. Indicador de cumplimiento de servicio de mantenimiento

Fuente: Autores

La tercera pregunta del cuestionario evalúa si en la ejecución del servicio aumentaron los costos previstos en la planeación de la ejecución de los mismos. Es decir, se solicitó dinero adicional para desarrollar la obra, se requirió tiempo adicional de interrupción de sus labores, se crearon daños no previstos en la infraestructura y se solicitaron cambio de insumos sin explicación, la cual será medida a través de la Ecuación 13, entendiendo que el número total de factores de aumento de costos son 4 descritos anteriormente.

$$\text{Indicador de costos} = \frac{\text{Número de factores de aumento de costo}}{\text{Número total de factores de aumento de costo}}$$

Ecuación 13. Indicador de factores de aumento de costo.

Fuente: Autores

La pregunta número cuatro evalúa la realización del cumplimiento total en el servicio pactado del contrato de obra, donde existen dos opciones de respuesta: La primera de estas es “Sí” la cual significa que se dio el 100% del cumplimiento y la segunda opción de respuesta es “No” lo que traduce que no se dio el cumplimiento total. La quinta pregunta evalúa si existe el caso de que el servicio haya presentado incumplimiento, en cuanto tiempo se le dio cumplimiento, dando opciones de respuestas tales como:

-El mismo día, horas después de la fecha y hora pactada para la ejecución la cual representa el 90% del cumplimiento del servicio.

-Al día siguiente de la fecha y hora pactada para la ejecución representando el 80% del cumplimiento del servicio.

-Dos días después de la fecha y hora pactada para la ejecución traduciendo que el cumplimiento del servicio se dio en 70%.

-Entre 3 y 6 días después y hora pactada para la ejecución representa el 60% del cumplimiento del servicio.

-Más de 7 días después de la fecha pactada de la ejecución de obra obteniendo un cumplimiento del servicio igual o inferior al 50%.

La pregunta seis mide el trato y comportamiento de los técnicos de la empresa Proyectos y Servicios LTDA., hacia los miembros de la organización que contrató el servicio, en esta se evalúa si el trato y comportamiento fueron adecuados, midiéndolos por factores cumplidos, lo cual permite que se lleve la utilización del siguiente indicador mostrado en la Ecuación 14, entendiéndose que los 4 factores de comportamiento y trato son: trato de manera respetuosa al personal de contacto de la compañía del cliente, dieron indicaciones de uso de manera formal a las personas que usan los equipos, mostraron respeto en todo momento hacia los miembros y las labores desarrolladas por los mismos en el desarrollo de la obra.

$$\text{Indicador de comportamiento} = \frac{\text{Número factores de trato y comportamiento}}{\text{Número total de factores cumplidos}}$$

Ecuación 14. Indicador factores de trato y comportamiento.

Fuente: Autores

Para finalizar, en el cuestionario se encuentra la pregunta número 7, esta mide a modo de porcentaje si el personal administrativo suministró toda la información necesitada y brindaron apoyo antes, durante y después de la ejecución del servicio, proporcionando datos, facturas, cotizaciones y disponibilidad de horarios, donde sus opciones de respuesta son equivalentes al 25%, 50%, 75%, 100%.

La propuesta de la medición del servicio funciona como complemento a las actividades realizadas actualmente por el Gerente Comercial de la empresa, donde la función actual es mantener comunicación vía teléfono con los clientes para conocer detalles del estado de satisfacción respecto al servicio prestado.

Tabla 19. Resumen de medios para la evaluación del servicio prestado

Pregunta	Opciones de respuesta	Indicador
----------	-----------------------	-----------

<p>Para el servicio de instalación: ¿obtuvo acompañamiento constante en el desarrollo de la planeación del servicio? es decir, obtuvo: asesoramiento de materiales, recomendaciones de calidad, comparación de precios, proposición adecuada de sistema de refrigeración que satisface sus necesidades y plan de operaciones con cronograma que permite distribuir sus tiempos sin interrumpir sus labores diarias.</p>	<p>Opción de selección por cantidad de factores cumplidos</p>	<p>Indicador de cumplimiento= (Factores cumplidos en el servicio de instalación) / (Total de factores propuestos)</p>
<p>Para el servicio de mantenimiento: ¿Se cumple a cabalidad los tiempos de servicio según se estipula en el contrato? es decir, se cumple: con las fechas estipuladas de mantenimiento, los horarios pactados para el mantenimiento, se culmina el servicio en el tiempo establecido y se avisa anticipatoriamente los elementos a ingresar.</p>	<p>Opción de selección por cantidad de factores cumplidos</p>	<p>Cumplimiento de tiempo SM = (Factores cumplidos en el servicio de mantenimiento) / (Total factores propuestos)</p>
<p>¿En la ejecución del servicio se aumentaron los costos previstos en la planeación de la ejecución de los mismos? Es decir, se pidió dinero adicional para desarrollar la obra, se pidió tiempo adicional de interrupción de sus labores, se crearon daños no previstos en la infraestructura y se pidieron cambio de insumos sin explicación.</p>	<p>Opción de selección múltiple por cantidad de factores de aumento de costos</p>	<p>Indicador de costos = (Número de factores de aumento de costo) / (Número total de factores de aumento de costo)</p>
<p>¿Se realizó el cumplimiento total del servicio pactado en el contrato de obra?</p>	<p>Opción de respuesta: "Si" "No"</p>	<p>Si= 100% cumplimiento</p>

<p>En caso de que el servicio haya presentado incumplimiento, se le dio cumplimiento en:</p>	<p>*El mismo día, horas después de la fecha y hora pactadas para la ejecución *Al siguiente día de la fecha y hora pactadas para la ejecución *2 días después de la fecha y hora pactadas para la ejecución *entre 3 y 6 días de la fecha y hora pactadas para la ejecución *más de 7 días después de la fecha y hora pactadas para la ejecución de la obra.</p>	<p>Mide el nivel de cumplimiento en tiempo</p>
<p>¿El trato y comportamiento de los técnicos hacia los miembros de su organización fue adecuado? es decir, trataron de manera respetuosa al personal de contacto de su compañía, dieron indicaciones de uso de manera formal a las personas que usan los equipos, mostraron respeto en todo momento hacia los miembros y las labores desarrolladas por los mismos en el desarrollo de la obra.</p>	<p>*Se cumplieron 1 de los 4 factores en el trato y comportamiento adecuado de los técnicos *Se cumplieron 2 de los 4 factores en el trato y comportamiento adecuado de los técnicos *Se cumplieron 3 de los 4 factores en el trato y comportamiento adecuado de los técnicos *Se cumplieron 4 de los 4 factores en el trato y comportamiento adecuado de los técnicos</p>	<p>Indicador de comportamiento = (Número factores de trato y comportamiento) / (Número total de factores cumplidos)</p>
<p>En qué porcentaje el personal administrativo suministró toda la información necesitada y brindaron apoyo antes, durante y después de la ejecución del servicio, proporcionando datos, facturas, cotizaciones y disponibilidad de horarios.</p>	<p>Opción de respuesta en porcentajes: 25%, 50%, 75% y 100%</p>	<p>Expresa el porcentaje de cumplimiento respecto a documentación</p>

Fuente: autores

La Tabla 19 presenta en resumen la composición de la evaluación del servicio prestado a los clientes de la empresa Proyectos y Servicios LTDA, en la tabla mencionada, se presentan las preguntas, las opciones de respuesta y el indicador que busca medir el cumplimiento del servicio respecto a factores de tiempo, costos, calidad, servicio y documentación. Esta propuesta es recomendada como apoyo a la mejora organizacional a través de la satisfacción del cliente de la seccional Bogotá, para ello, no se hace evaluación ya que no se puede cuantificar la influencia de la ausencia de la misma en el proceso, sin embargo, puede mejorar el tiempo de la variable de estudio a pesar de que no se tiene datos

iniciales del tiempo de retraso en los procesos a causa de la ausencia de información de satisfacción del cliente.

3.4 Propuestas del proceso logístico interno de inventario

En esta sección se presentan las propuestas del proceso logístico interno de inventario teniendo como base la información obtenida en el diagnóstico del objetivo específico 1. Las propuestas de este proceso, aumentan el cumplimiento de servicios a través de la disminución en tiempos de búsqueda de inventario en 0.75 horas diarias, reducir el indicador de incumplimiento de servicios por escasez de insumos a 0%, el cual actualmente representa el 38% de las causas de incumplimiento de servicios de instalación y mantenimiento de sistemas de ventilación traducidos en 71 servicios incumplidos.

A continuación, se presentan las propuestas de adaptación de la metodología 5 S's en el almacén de la empresa Proyectos y Servicios LTDA, política de inventario y plantilla de indicadores.

Adaptación de la metodología 5 S's en el almacén de la empresa Proyectos y Servicios LTDA.

Partiendo del diagnóstico y la descripción de la problemática del proceso de logística interna de la seccional Bogotá, donde se evidenciaron insumos almacenados que no se utilizaban en los servicios de mantenimiento e instalación, que no cuentan con registro en el inventario y que se desconoce el estado de su funcionalidad, lo cual, dificulta el proceso de organización de inventario para la rápida identificación de insumos en almacén cuando la obra está por ser ejecutada. Se plantea como propuesta aplicar la metodología de las 5's con el fin de direccionar a la implementación de la misma, mediante una serie de instrumentos que contienen las pautas requeridas para su aplicación de manera sencilla y ágil.

Contemplando el beneficio de esta propuesta y teniendo en cuenta que la estructura que la conforma está orientada a la organización y a la estandarización, ésta permitirá agilizar las labores de movimiento interno de los insumos del inventario facilitando el despacho de los insumos hacia la ejecución de la obra y el ingreso de los mismos al almacén en el aprovisionamiento, por lo cual, contribuye al cumplimiento de los servicios dentro de las fechas y los tiempos estipulados en los contratos de servicios.

cuales no se tiene registro en el inventario. Con base a esto, se definen las áreas críticas a mejorar, las cuales son: La estantería principal y el almacén principal ubicados en la parte superior derecha y en la esquina inferior izquierda respectivamente mostrados en la Figura 23.

Teniendo en cuenta los insumos y las zonas críticas donde estos se encuentran, se definen los criterios para descartar artículos innecesarios, estos criterios son: descartar material de empaque de insumos sin ninguna función: Como se mostraba en las imágenes anteriores, en las estanterías hay cartón corrugado en mal estado, por tanto, todo el cartón que no esté cumpliendo realización de los servicios, los elementos metálicos, de acero y hierro que tengan óxido deben descartarse debido a que pueden generar contaminación en los sistemas de refrigeración, aquellos materiales electrónicos que no tengan funcionamiento deben descartarse para dirigirlos a reparación y reemplazo de partes o desecharlos si es imposible reincorporarlos al proceso de instalación o mantenimiento, aquellos elementos que tengan el material exterior estropeado tal como; carcasas rotas, peladuras, golpes o ausencia de este deben descartarse.

Todo elemento que reste calidad al resultado de la instalación o mantenimiento por causas de daño en insumos debe descartarse, otro de los criterios hace relación a las torceduras en tubos debido a que pierden soporte para incluirlos en las obras, todo elemento con grietas debe descartarse ya que restaría calidad al incluirlos en la ejecución de la obra.

Los artículos descartados se agruparán en un almacenamiento temporal en estado de insumos que presentan daños, con el fin de evaluar qué tipo de Sub partes de estos puede extraerse e incorporarse en otro elemento o ser destinados a procesos de separación y reciclaje. La Figura 24 resume gráficamente el proceso de despejar para la seccional Bogotá.

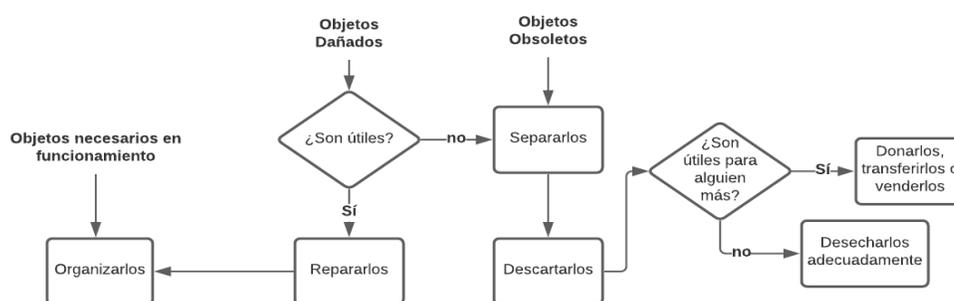


Figura 24. Proceso de despejar áreas críticas de la seccional Bogotá en la empresa PyS LTDA.

Fuente: autores

2. Ordenar. Refiere a ordenar los insumos más necesarios, con ello se buscar reducir los tiempos no productivos relacionados a la localización de materias e insumos y desplazamientos innecesarios. Se debe establecer la localización de cada insumo, componente o herramienta, en esto se utiliza la referenciación de ubicación por frecuencia de uso y valor en el inventario, para la construcción de este paso y teniendo en cuenta lo anterior, se toman como base los insumos de la clasificación A del inventario ABC Anexo K.

En este paso se establece la frecuencia de salida calculada por medio del indicador de rotación, el cual tiene en cuenta la demanda semestral y la relaciona con las unidades actuales inventariadas, después se sacó el porcentaje de frecuencia de salida haciendo comparación entre la diferencia de insumos usados en los servicios por cada tipo de insumo, esta se define como el criterio principal en la ubicación de los elementos separados en el paso 1 de despejar, la Figura 25 muestra la frecuencia de salida de cada insumo respecto a la demanda obtenida en el primer semestre del año 2021, la figura muestra que el elemento con mayor nivel de rotación es la tubería, seguido por los condensadores y respiradores industriales.

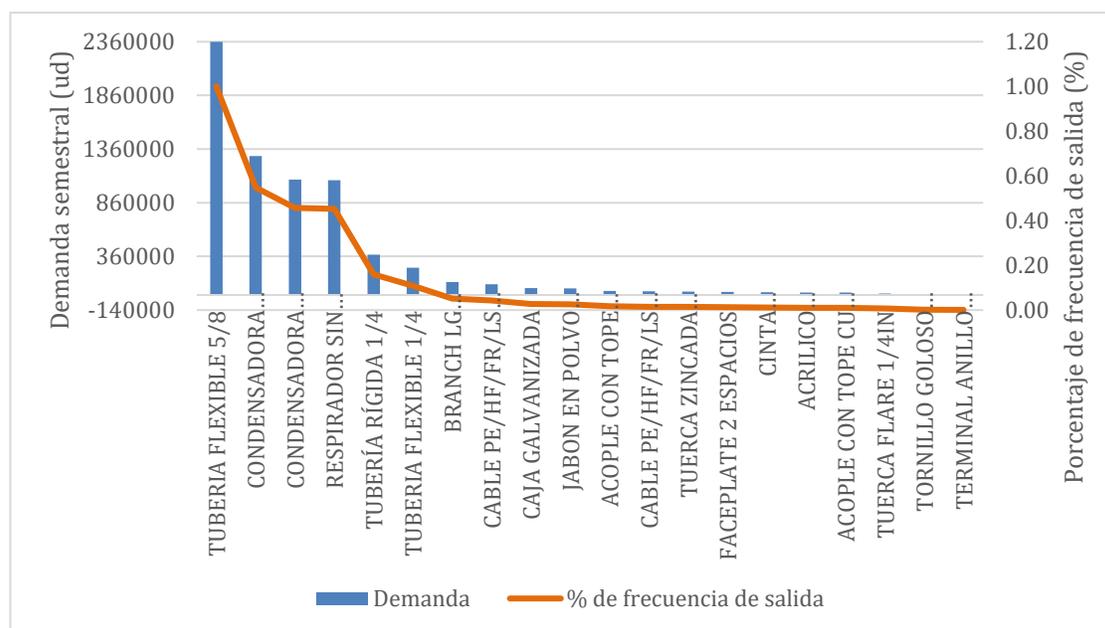


Figura 25. Frecuencia de salida respecto a la demanda de los insumos de la clasificación A del inventario ABC.

Fuente: autores

Partiendo del comportamiento de frecuencia de salida de los insumos mostrados en la Figura 25, se propone la ubicación de cada uno de los insumos basada en los principios de

las 3F, los cuales son: fácil de ver, fácil accesibilidad y fácil retorno a la ubicación original, esto se desarrolla a continuación:

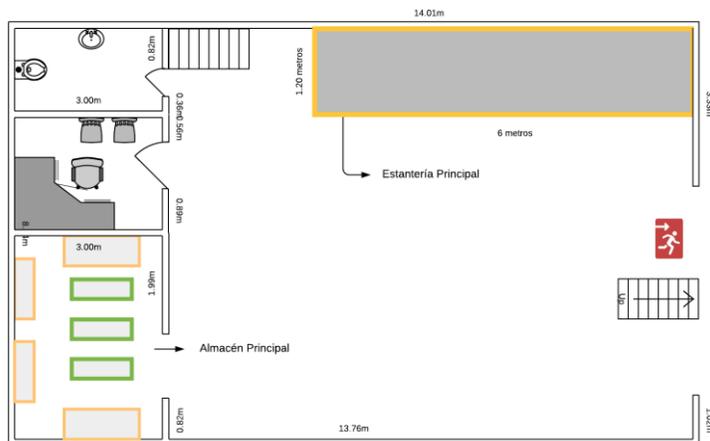


Figura 26. Espacios designados para la ubicación de insumos en almacén y estantería principal en la seccional Bogotá.

Fuente: autores

La Figura 26 muestra específicamente los dos sitios destinados por la seccional Bogotá para el almacenamiento de los insumos, estos son el almacén principal y la estantería principal, partiendo de estas zonas, de los criterios de ubicación de las 3F y la frecuencia de salida o de uso de los insumos anteriormente mencionados, se propone la ubicación de todos los elementos inventariados.

En el almacén principal como se muestra en la Figura 26 se encuentran 3 estanterías (color verde) enumerados de arriba hacia abajo en la posición de la Figura 26 con medidas de 1.60 x 1 x 0.60 metros con dos niveles enumerados de abajo hacia arriba y una sección por nivel. En los costados y donde del almacén principal hay ubicados 4 cajones (color amarillo) enumerados de arriba hacia abajo en la posición de la Figura 26 con medidas de 1.60 x 1.30 x 0.80 metros con 2 espacios de forma vertical enumerados de abajo hacia arriba. La estantería principal ubicada en la parte superior derecha de la Figura 26 (resaltado color amarillo ocre) tiene medidas de 5 x 6 x 1.20 metros con 3 niveles verticales, en el nivel 1 y 2 contados desde la parte inferior de la estantería hacia arriba tienen 3 secciones cada uno contadas de izquierda a derecha y el nivel 3 (arriba de la estantería) no presenta secciones.

En el Anexo R se presenta la referenciación del total de insumos de inventario de la seccional Bogotá, allí se muestra el código de ubicación y el nombre del insumo, la codificación de ubicación está formada por cinco letras y el número de referencia en

inventario de cada insumo que tiene la seccional de Bogotá, la asignación de letras está dada de la forma como se muestra en la Tabla 20 de la siguiente forma:

Tabla 20. Codificación de letras para referenciación de insumos de inventario.

Referencia	Lugar
E	Estantería
P	Principal
N	Nivel
S	Sección
A	Almacén

Fuente: autores

La estructura de la codificación se ejemplifica de la siguiente manera: APE1S22902, (AP) Almacén principal, (E1) estantería 1, (S2) sección 2, (2902) código de inventario de cada insumo asignado por la seccional Bogotá.

Analizando los criterios de las 3F en las estanterías y cajones todos cumplen con fácil accesibilidad, facilidad de ver y facilidad de retorno a excepción del nivel 3 de la estantería principal, el cual necesita apoyo de escaleras para tener acceso a los insumos que se encuentren allí, por esto, en ese nivel se recomienda ubicar elementos que tengan cobertura con cartón y necesiten estar alejados de corredores y canaletas y cajas galvanizadas.

3. Limpiar. Se relaciona con la limpieza de los lugares de almacenamiento, así como su mantenimiento. En primer lugar, se define limpiar todos los insumos que no estaban registrados en el inventario mostrados en el Anexo Q, los métodos de limpieza a implementar son: limpieza manual, por aspersión, por inmersión o remojo y con espuma. Los elementos que se usan para la limpieza son escobas, traperos, trapos y esponjas. La Tabla 21 muestra las actividades propuestas en el proceso de limpieza.

Tabla 21. Actividades de limpieza.

Actividades de limpieza
Sacudir estanterías
Lavar secciones de estanterías
Refregar con agua y jabón las columnas de las estanterías
Separar elementos tecnológicos
Sacudir con trapos elementos tecnológicos
hacer desmontaje de equipos para limpieza interna
Hacer aspersión de agua sobre suelos
Refregar con agua y jabón elementos como tubos
Re organizar y acomodar según clasificación de posición de insumos

Fuente: autores

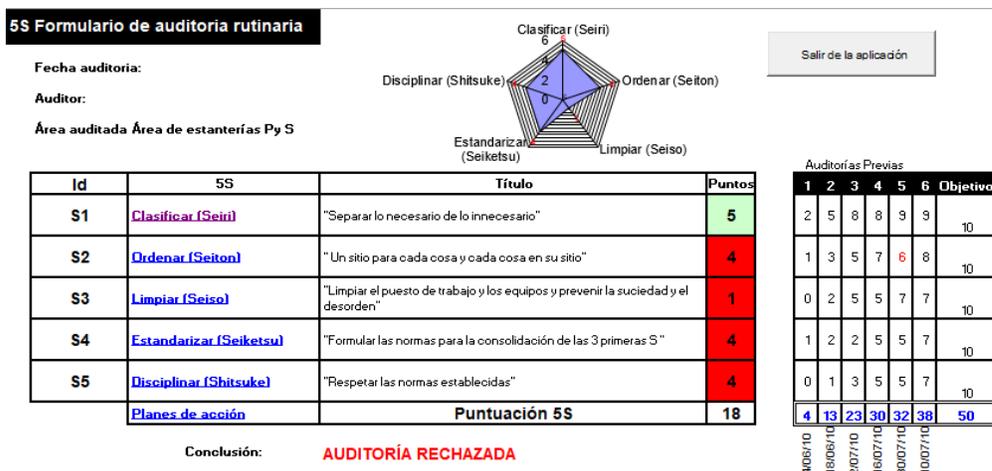


Figura 28. Ejemplificación de resultado de auditoría
Fuente: Espejo (2010)

Una vez vistos los resultados de la auditoría, se procede a llenar un formato denominado: “Plan de acción” donde se escribe los problemas que se evidenciaron en la auditoría, el motivo y la acción correctiva para el mismo, la ejemplificación de esta plantilla se muestra en el Anexo X. Adicionalmente se propone reuniones cortas por parte del personal para discutir aspectos relacionados con el proceso, ejecutar labor de limpieza 5 minutos diarios y programar jornadas de limpieza 2 veces al año.

5. Mantener. Hace referencia a mantener las 4 S’s anteriores durante el tiempo, para esto se propone: crear una cultura empresarial donde los patrones establecidos y políticas componen la base de la disciplina, también, aporta para que se fomente la autodisciplina de cada empleado, es decir, el hábito de operar con pertenencia a procedimientos establecidos y controles previamente estandarizados, mostrar los resultados debido a que el control visual ayuda a mejorar la disciplina y el trabajo en equipo, por último, procurar que las buenas prácticas de 5S se conviertan en rutinas o actos de ejemplo para el resto del personal de la empresa.

Política de inventario.

Con el fin de hacer una propuesta que mejore la gestión del inventario de la seccional Bogotá y teniendo como base los resultados obtenidos en el diagnóstico donde se evidenció faltantes en el stock mínimo, niveles de rotación altos y cobertura de stock insuficiente para cubrir la demanda de un día de operaciones en aproximadamente el 80% de los insumos en inventario. Esta propuesta buscar aumentar el promedio de la cantidad de las unidades en inventario a 1188 unidades, aumentar el promedio de unidades del stock de seguridad en

2029 unidades, esto permitirá tener mayor capacidad de inventario para dar respuesta a los servicios de instalación y mantenimiento, por lo cual, apoya a las otras propuestas para aumentar el cumplimiento de los servicios en 15% del total de servicios realizados semestralmente.

La política de inventario está compuesta por: el cálculo de los pronósticos de la demanda dependiente de la seccional Bogotá, la cantidad de pedido, el punto de reorden, el stock de seguridad y el calendario de compras de los insumos de la clasificación A del inventario ABC.

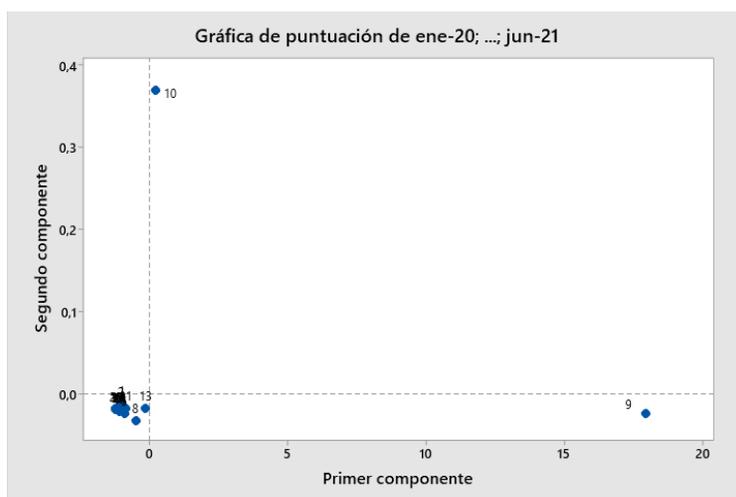


Figura 29. Análisis de componentes principales de demanda de insumos
Fuente: Autores basados en Proyectos y servicios LTDA. (2021)

La Figura 29 muestra la relación de la demanda de los insumos de la clasificación A del inventario ABC, los artículos del 1 al 21 mostrados en la figura son: tubería flexible $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{4}$, soldadura de plata x varilla, tubería rígida $\frac{1}{4}$, cable instrumentación 2x18awg apantallado marca windy city, cinta rubatex 2 1/2in, curva pvc conduit $\frac{3}{4}$, bomba condensado miniblanc 0,75tr a 2 tr aspen, tubería flexible 5/8, eva, tubería flexible 3/8, fijador para tubo 1in cable st-c encauchetado 3x10 awg centelsa 201554, eva, varilla roscable 3/8in, branch lg arblno1621, branch lg arblno3321, cable pe/hf/fr/ls calibre 12 agw verde lshf genérico, refrigerante freon y tuerca zincada 3/8in.

Como se muestra el análisis de componentes principales de la Figura 29 los insumos de inventario de la clasificación A tienen un comportamiento similar respecto a las variaciones mensuales de la demanda de estos para la ejecución de obras, esto indica que, cuando se pide más de un insumo se necesita más de otros insumos que son incluidos en la ejecución de obras, por ejemplo, la cantidad de tuercas que se demandan internamente es proporcional a

la cantidad de tornillos que se necesitan para la ejecución de la obra. A excepción de los insumos numerados como 9 y 10 que se muestran lejos de los puntos reunidos en la gráfica, estos cuentan con una proporcionalidad lejana respecto al comportamiento de la demanda de los otros insumos debido a que son elementos que no se incluyen en todas las ejecuciones de obra.

Haciendo análisis del comportamiento de la demanda de los insumos de la clasificación A del inventario ABC se tiene que:

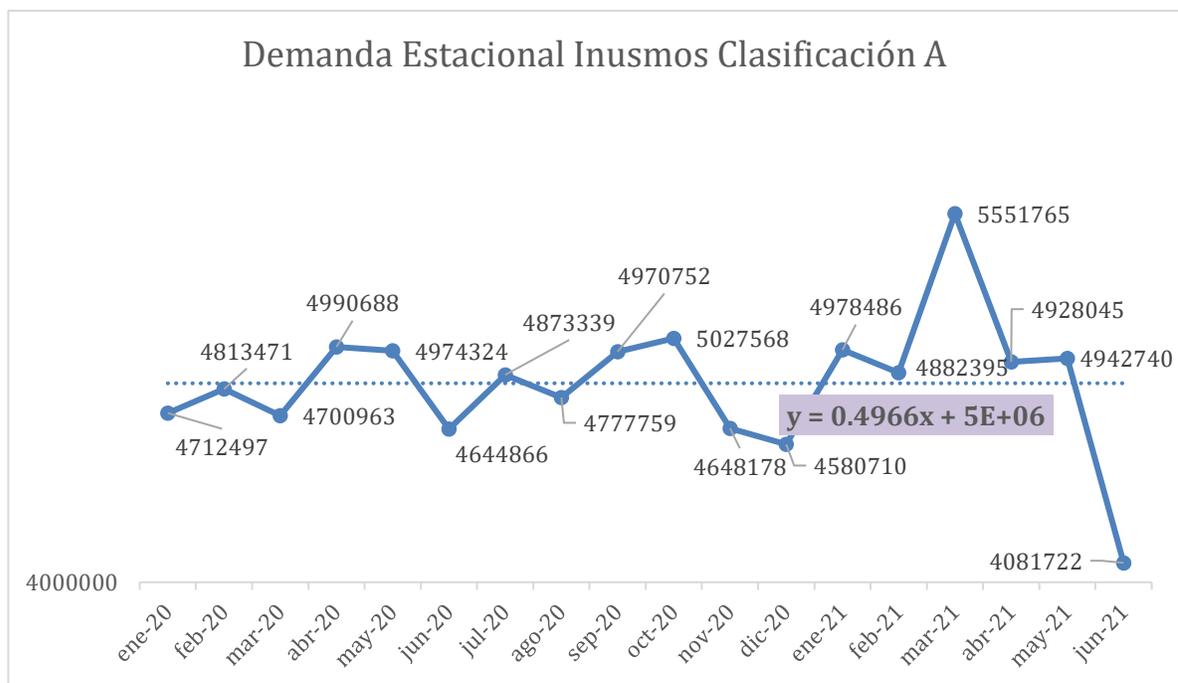


Figura 30. Gráfica de series de tiempo de Insumos de la clasificación A del inventario ABC.

Fuente: Autores.

La Figura 30 muestra el comportamiento de los datos históricos de la demanda de la clasificación A durante 18 periodos mensuales comprendidos desde enero del 2020 hasta junio del año 2021. La gráfica muestra un comportamiento estacionario debido a que el gráfico presenta valles y picos moderados durante un periodo total de más de un año, se define adicionalmente, a través del resultado mostrado en la figura se observa la pendiente de valor 0.4966, que según (González Casimiro, 2019) cuando una pendiente en un modelo de series de tiempo expresa resultado cercano a cero indica comportamiento estacionario del mismo, es decir, que su variación no está en función del tiempo, en este caso la variabilidad de la cantidad insumos que se incluyen en las obras de forma periódica no dependen del lapso de tiempo transcurrido entre los cortes de medición de la demanda de insumos.

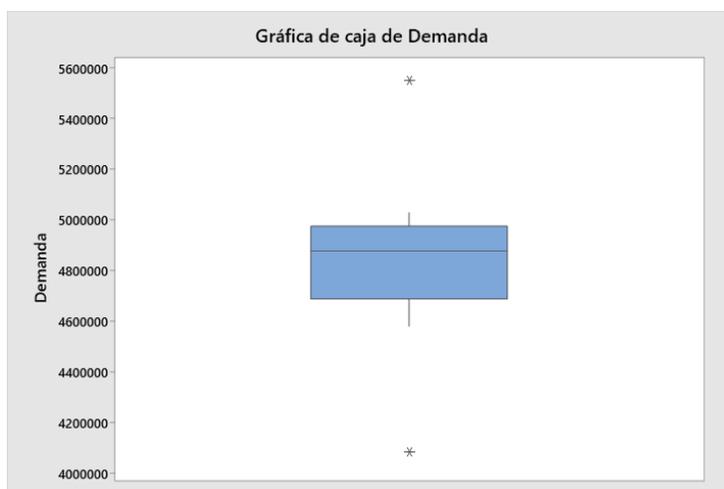


Figura 31. Gráfico de cajas y bigotes de insumos de la clasificación A del inventario ABC.

Fuente: autores

Partiendo de la Figura 31 el gráfico de cajas y bigotes muestra que el valor aceptable de la demanda se denota por la línea negra horizontal dentro de la caja del gráfico, esta representa la mediana de la serie de datos donde tiene como valor aproximadamente 4.800.000 unidades de demanda en un periodo mensual, el 75% de los periodos de tiempo han demandado cantidades mensuales mayores a 4600000 unidades.

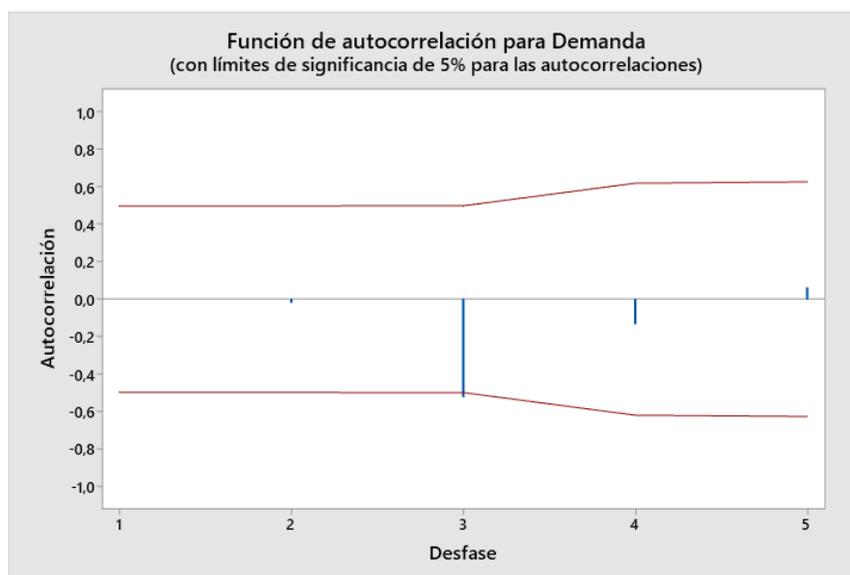


Figura 32. Autocorrelograma de demanda de insumos de la clasificación A del inventario ABC.

Fuente: autores

La Figura 32 muestra la autocorrelación entre la demanda de insumos del periodo antecesor y el periodo actual, como se muestra en la misma figura, no se presenta relación dependiente del periodo inmediatamente anterior al objeto, adicionalmente, las líneas de relación no están fuera de los límites superior e inferior, lo cual indica que los coeficientes no revelan patrones con comportamientos autoregresivos o de media móvil, esto muestra que los datos son aleatorios en el intervalo de los límites mencionados, de igual forma, no presentan comportamientos exponenciales crecientes o decrecientes ni valores positivos o negativos en torno a la media 0, por esta razón, no aplican los modelos autocorrelacionados a la media (AR) ni modelos autocorrelacionados al error (MA), por lo cual no aplica modelos ARIMA.

Partiendo de la información mostrada en la Figura 29, donde la demanda de los insumos es proporcional a la variabilidad que tengan mensualmente, se analiza conjuntamente el comportamiento de la demanda de los insumos de la clasificación A del inventario ABC a excepción de los insumos: “tubería flexible 5/8” y “Evaporador”.

Los anexos: Anexo EE, Anexo HH, Anexo KK, Anexo NN, Anexo QQ, Anexo TT, Anexo WW, Anexo ZZ, Anexo CCC, Anexo FFF, Anexo III, Anexo OOO, Anexo UUU, Anexo XXX y Anexo AAAA muestran comportamientos de demanda de insumos con estacionalidad en el mismo periodo comprendido durante 18 meses.

Los anexos: Anexo LLL y Anexo RRR representan un comportamiento de tendencia descendente, debido a que la cantidad usada de insumos de cable rencauchutado y de Brach disminuye constantemente mensualmente.

Los anexos: Anexo FF, Anexo II, Anexo LL, Anexo OO, Anexo RR, Anexo UU, Anexo XX, Anexo AAA, Anexo DDD, Anexo GGG, Anexo JJJ, Anexo PPP, Anexo VVV, Anexo YYY y el Anexo BBBB muestran el comportamiento de la serie de datos representados por la demanda de cada uno de los insumos del inventario ABC en la clasificación A, estos muestran la media como punto de referencia debido a que el rango intercuartílico inferior hay más amplitud en los datos, por tanto, el valor medio de demanda de cada uno de los insumos se muestra en la Tabla 22

Tabla 22. Valor estándar de pedidos de insumos de la clasificación A del inventario ABC

Nombre del insumo	Cantidad estándar de pedido/mes(unidades)
TUBERÍA FLEXIBLE ¼	45000
SOLDADURA DE PLATA POR VARILLA	9250

TUBERÍA RÍGIDA ¼	64000
CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY	72000
CINTA RUBATEX 2 1/2IN	21000
CURVA PVC CONDUIT ¾	8300
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	154000
TUBERÍA FLEXIBLE 3/8	81250
FIJADOR PARA TUBO 1IN	13600
EVA 2	42100
EVA	81000
VARILLA ROSCABLE 3/8IN	37000
TUBERÍA FLEXIBLE 5/8	3891000
BRANCH LG ARBLNO3321	24500
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENÉRICO	16500
REFRIGERANTE FREON	9810
TUERCA ZINCADA 3/8IN	5420

Fuente: autores

La Tabla 23 muestra el valor estándar de pedidos de los insumos sin proporcionalidad en comparación con los insumos restantes de la clasificación A del inventario ABC, allí se muestran las cantidades medias de demanda de estos artículos.

Tabla 23. Valor estándar de pedidos de insumos sin proporcionalidad del inventario ABC.

Nombre del insumo	Cantidad estándar de pedido/mes(unidades)
BRANCH LG ARBLNO1621	22000
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554	224100

Fuente: autores

Partiendo de los análisis de la demanda para cada uno de los insumos, se realizan pronósticos de demanda correspondientes a los insumos con proporcionalidad, para este análisis se tiene en cuenta que el comportamiento de los datos es estacionario y se aplican los métodos de promedio móvil simple, método de suavización exponencial simple y previsión de Excel. A continuación se presentan los métodos de pronóstico con los respectivos coeficientes de suavización y error MAPE.

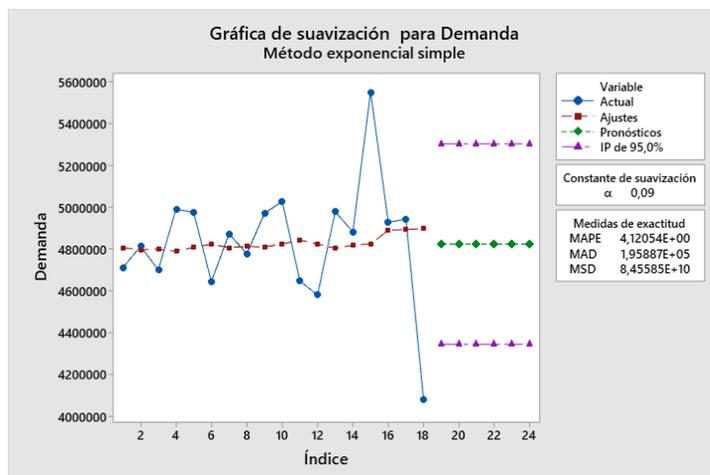


Figura 33. Pronóstico de demanda método suavización exponencial simple constante 0,09
Fuente: autores

La Figura 33 muestra el pronóstico con el método de suavización exponencial simple con un coeficiente de suavización de 0.09, la gráfica muestra el pronóstico con una cantidad de unidades de 4.824.508 para los insumos de la clasificación A del inventario ABC, asimismo muestra los valores inferiores y superiores de variación que puede tener la demanda pronosticada, estos valores corresponden a 4.344.594 y 5.304.421 respectivamente.

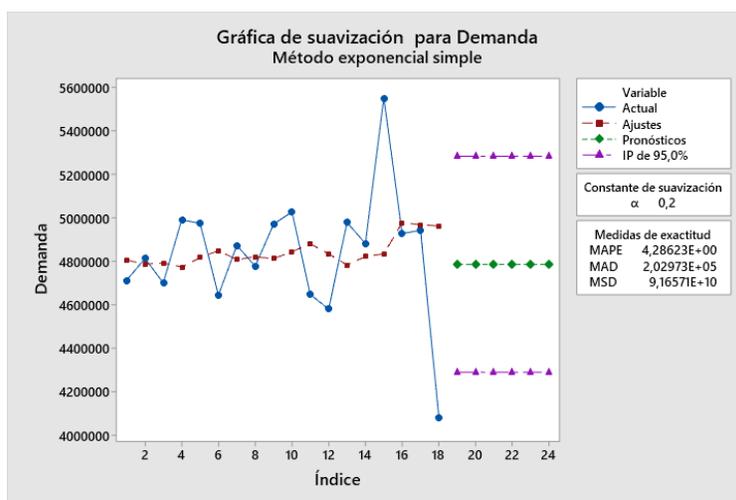


Figura 34. Pronóstico con método de suavización exponencial simple constante 0,2
Fuente: autores

La Figura 34 presenta el pronóstico de la demanda de 6 periodos, sin embargo, la cantidad pronosticada es la misma para todos los periodos objeto de la previsión, la cantidad

de unidades de insumos pronosticada es de 4786694 con límites inferiores y superiores de 4289421 y 5283968 respectivamente.

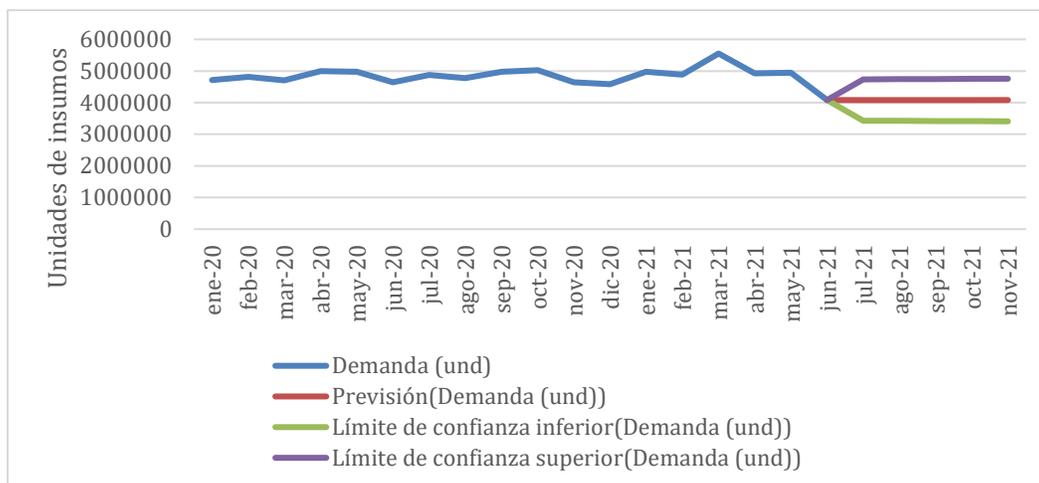


Figura 35. Pronóstico método de previsión Excel.

Fuente: autores

La Figura 35 muestra el comportamiento histórico de la demanda de los insumos de la clasificación A del inventario ABC y el pronóstico para cinco periodos donde la cantidad de unidades previstas es de 4.081.776,365 y con límite inferior de 3.429.195,78 y superior de 4734356.95.

Tabla 24. Compilación de resultado de errores medios porcentuales para los métodos de pronósticos aplicados.

Método	Coficiente	MAPE
	0,09	4,12%
Suavización exponencial simple	0,2	4,28%
Previsión Excel	0,13	0,07%
Promedio móvil simple y ponderado		4,21%

Fuente: autores

El MAPE (Error porcentual medio absoluto) cuantifica la exactitud como un porcentaje de error, en la Tabla 24 se hace contraste entre los métodos aplicados al comportamiento de datos de la demanda histórica de los insumos del inventario. En este caso, se evidencia que los métodos revisados tienen valores de error interiores al 5% lo que muestra una buena precisión, y que el método de que la previsión de excel tiene el valor más bajo con 0.07% y por este motivo se decide tomar como mejor opción para el pronóstico.

La Tabla 25 muestra el peso porcentual que tiene cada insumo sobre el pronóstico hallado anteriormente, teniendo en cuenta que los insumos presentados en esta tabla tienen un comportamiento similar y son proporcionales entre sí se propone hacer un pronóstico general y dividirlo entre los pesos porcentuales correspondientes a cada insumo.

Tabla 25. Ponderación de insumos y pronóstico

Nombre	Ponderación	Pronóstico (Ud)	Inferior (Ud)	Superior (ud)
TUBERÍA FLEXIBLE 3/4	1,129%	46083	44361	53451
TUBERÍA FLEXIBLE 1/4	0,940%	38369	36934	44503
SOLDADURA DE PLATA POR VARILLA	0,194%	7919	7623	9185
TUBERÍA RÍGIDA 1/4	1,333%	54410	52376	63109
CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY	1,489%	60778	58506	70495
CINTA RUBATEX 2 1/2IN	0,519%	21184	20393	24571
CURVA PVC CONDUIT 3/4	0,170%	6939	6680	8048
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	3,181%	129841	124988	150600
TUBERÍA FLEXIBLE 5/8	80,054%	3267625	3145478	3790042
EVA	6,212%	253560	244082	294098
TUBERÍA FLEXIBLE 3/8	1,671%	68206	65657	79111
FIJADOR PARA TUBO 1IN	0,288%	11756	11316	13635
EVA	0,872%	35593	34263	41284
VARILLA ROSCABLE 3/8IN	0,770%	31430	30255	36455
BRANCH LG ARBLNO3321	0,520%	21225	20432	24619
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENÉRICO	0,342%	13960	13438	16192
REFRIGERANTE FREON	0,201%	8204	7898	9516
TUERCA ZINCADA 3/8IN	0,114%	4653	4479	5397

Fuente: autores

La Tabla 25 muestra las unidades pronosticadas para cada una de los insumos allí presentados para un periodo mensual consiguiente al último dato del registro histórico de la demanda, adicionalmente se muestra los límites superiores e inferiores en unidades de cada uno de los insumos.

Los anexos: Anexo EEEE y Anexo FFFF muestran el comportamiento del pronóstico con el método de suavización exponencial doble para el insumo Cable rencauchutado, allí se muestran las unidades pronosticadas durante seis periodos, el error medio absoluto que expresa la exactitud es de 3%. De la misma forma se presentan los pronósticos para el insumo Branch 1621 en el Anexo GGGG y en el Anexo HHHH.

A continuación, se hace el desarrollo de la política de inventario, donde se utiliza el método LEP. Se utiliza este método pues de acuerdo con los hallazgos del pronóstico los

datos tienen un comportamiento estacionario alrededor del promedio, como se ve en la Figura 35 y por lo tanto se cumple el supuesto de LEP de demanda constante para el horizonte de planeación evaluado (los periodos comprendidos entre junio y noviembre del año 2021), por lo tanto, el proceso de aprovisionamiento se puede dar en intervalos de tiempos y cantidades constantes.

Tabla 26. LEP de productos de la clasificación A del inventario ABC.

Nombre	Lote económico de pedido (EOQ)
TUBERÍA FLEXIBLE 3/4	645,706888
TUBERÍA FLEXIBLE 1/4	1144,871777
SOLDADURA DE PLATA POR VARILLA	338,6676636
TUBERÍA RÍGIDA 1/4	935,5944377
CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY	1357,510384
CINTA RUBATEX 2 1/2IN	1541,934177
CURVA PVC CONDUIT 3/4	360,5164861
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	315,4121908
TUBERÍA FLEXIBLE 5/8	7259,025148
EVA	2204,509042
TUBERÍA FLEXIBLE 3/8	1048,150195
FIJADOR PARA TUBO 1IN	573,5024287
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554	1825,760108
EVA	775,5284592
VARILLA ROSCABLE 3/8IN	1137,148827
BRANCH LG ARBLNO1621	92,27393086
BRANCH LG ARBLNO3321	98,56301677
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENÉRICO	667,1147024
REFRIGERANTE FREON	288,124575
TUERCA ZINCADA 3/8IN	1167,452935

Fuente: autores

La Tabla 26 muestra el lote económico de pedido para cada uno de los insumos de la clasificación A del inventario ABC, la forma de hallar el LEP está dada por la Ecuación 7 debido al comportamiento estacionario de los datos de la demanda histórica de cada insumo el resultado de pronósticos arroja un dato de pronóstico para un periodo mensual de tiempo. La composición del LEP está compuesto por el costo de generar un pedido, la demanda de cada periodo, la tasa porcentual del costo de mantener inventario y el costo unitario de cada insumo.

Tabla 27. Cantidad de órdenes de compra, punto de re-orden y stock de seguridad para insumos de la clasificación A del inventario ABC

Nombre	Stock de seguridad	ROP	#órdenes de compra/mes
TF 3/4	258,1	1835,5	71,1
TF1/4	530,9	1507,2	32,9
SOL DE PLATA/VA	39,2	306,2	22,6
TR 1/4	126,0	2171,2	58,0
CABLE WINDY CITY	150,7	2421,7	44,6
CINTA 1/2IN	140,8	820,2	13,3
CURVA PVC 3/4	10,7	273,3	19,0
B.C MINIB 0,75	422,4	1038,7	411,6
TF 5/8	26679,7	130701,7	450,1
EVA	12093,5	2027,7	115,0
TF 3/8	289,9	2725,0	65,0
FIJ 1IN	32,2	464,6	20,3
CABLE ST-C	1198,3	1407,2	19,3
EVA	171,7	250,9	40,4
VAR. R 3/8IN	70,7	1253,2	27,6
BRANCH 1621	209,3	93,0	201,6
BRANCH3321	118,0	106,1	215,3
CABLE PE/HF/FR/12	30,3	555,6	20,8
FREON	3,1	327,3	28,4
TUER ZIN 3/8IN	22,7	156,7	3,4

Fuente: autores

La Tabla 27 muestra la cantidad de órdenes de compra mensualmente para satisfacer la demanda pronosticada de un periodo mensual, se evidencia que insumos como la tubería flexible 5/8 demanda una gran cantidad de unidades mensuales, para esto, pueden hacerse menos pedidos con mayor cantidad de unidades para satisfacer la demanda requerida, para esto se propone una cantidad de unidades a pedir en una frecuencia semanal, esto permite que para los insumos que arrojan como resultado más de 60 órdenes de pedido mensuales pueda hacer un pedido más grande una vez a la semana, esta información se presenta en el Anexo III.

El Anexo JJJJ muestra el lead time de los insumos de la clasificación A del inventario ABC, el lead time hace referencia al tiempo de demora de aprovisionamiento por parte de los proveedores, para los insumos de la clasificación mencionada, los tiempos de lead time son de 5 días, 8 días y 1 días, siendo este último tiempo el más repetido dentro de la categoría de insumos.

La Tabla 27 reúne y muestra las cantidades de alerta en unidades para cada producto de la clasificación A del inventario ABC, estas cantidades mostradas, representan la cantidad de unidades que informan que se debe hacer un nuevo pedido, por ejemplo, cuando el insumo Tuerca Zincada 3/8 in tenga 156.72 unidades se debe hacer un nuevo pedido para reabastecer el almacén de esa referencia de insumo y poder responder a la demanda pronosticada. La Ecuación 8 muestra el cálculo del ROP, este considera la demanda diaria y el lead time de los insumos para encontrar la cantidad de insumos para el reorden.

En la proposición de la política de inventario se incluye el hallazgo del *stock* de seguridad, la Tabla 27 presenta el número de unidades de seguridad que requiere la demanda de cada uno de los insumos de la clasificación A del inventario ABC, en el Anexo KKKK se presenta mediante una gráfica que compara el nivel de stock de seguridad anterior, el cual correspondía a 100 unidades por cada insumo, el actual relaciona un nivel de significancia de 1.96, el *lead time* y la desviación estándar al cuadrado de los datos de la demanda como se muestra en la Ecuación 9. La diferencia mostrada en la gráfica muestra que 17 insumos están por encima del nivel de *stock* de seguridad anterior, el restante está por debajo de 100 unidades en *stock* de seguridad.

Para hacer la proposición de un calendario de compras, se propone la clasificación de los insumos del inventario según el tiempo de demora de los proveedores para aprovisionar la demanda dependiente de la empresa Proyectos y Servicios LTDA, esta información se presenta en el Anexo LLLL, allí se muestran los LT desde 1 días hasta 8 días. Partiendo de esto se hace la proposición de un calendario de compras para 12 meses del año 2022, empezando en enero y finalizando en diciembre, la Figura 36 muestra la distribución de compras para los insumos dependiente del lead time de cada uno, los anexos: Anexo MMMM y Anexo NNNN muestran las referencias de colores del calendario de compras y las fechas del primer pedido de cada insumo de los últimos días del año 2021.

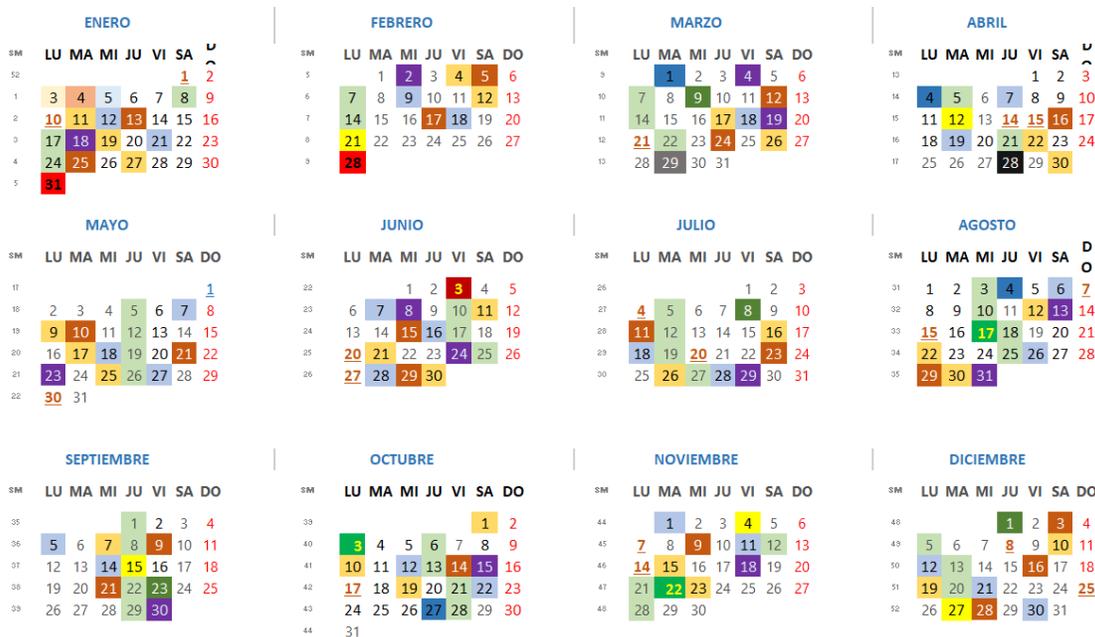


Figura 36. Calendario de compras para los insumos del inventario
Fuente: autores

Plantilla de indicadores de inventario.

Partiendo de la información obtenida en el diagnóstico y complementando la política de inventario anteriormente mostrada, donde se indica que la seccional Bogotá de la empresa no cuenta con indicadores de control en los niveles de inventario, se propone una plantilla de KPI's donde los empleados de la empresa puedan evaluar: el nivel de rotación de los elementos que se encuentran en inventario, el estado de stock de los insumos y la cobertura de stock para la ejecución de obras. El fin de esta propuesta es que la empresa pueda medir, evaluar y así controlar el proceso de inventario, esto ayudará a tomar decisiones sobre el momento necesario para aprovisionarse de insumos complementando esta propuesta con la política de inventario propuesta en la sección de estrategias de este documento.

La propuesta de esta plantilla está dada por un archivo Excel, allí se muestra el código del insumo, el nombre, la demanda semestral y el conteo, esta demanda y conteo son datos de entrada, es decir, que son datos que el evaluador debe introducir en la plantilla, el dato de demanda debe ser del periodo actual o anterior al periodo presente de operaciones, en los datos de conteo se debe introducir la cantidad de unidades por insumo que se encuentran disponibles en almacenamiento.

En la parte derecha de la plantilla mostrada en el Anexo PPPP se encuentran los resultados de cada uno de los indicadores, para mejor comprensión, en la parte derecha del archivo se encuentran graficados los comportamientos de los insumos por cada indicador.

En la gráfica del indicador “fuera de *stock*” aparecen dos barras graficadas, la columna de arriba muestra la cantidad de unidades que no cumple con la política de inventario, es decir, hay menos unidades que las 100 unidades que según la empresa en la política de inventario se debe tener por cada insumo, la barra inferior muestra los insumos que cumplen con la política de inventario. La gráfica del indicador “cobertura de *stock*” muestra de acuerdo a la cantidad de insumos que se tenga en inventario, los días de trabajo que se pueden cubrir con esos insumos disponibles, la gráfica cuenta con 2 columnas verticales, la izquierda muestra la cantidad de tipos de insumos que cuentan con suficiente disponibilidad para realizar labores productivas por lo menos en un día, la derecha muestra los tipos de insumos que cuentan con menos elementos para satisfacer la demanda de menos de un día. La gráfica 3 “Nivel de rotación” muestra los insumos que tienen rotación alta, media y baja, esto significa, la rapidez de salida de estas unidades de inventario, se considera rotación alta cuando el indicador tiene resultado superior a 230.5, esto significa que son elementos usados diariamente con una cantidad de 230.5 veces lo que está en el conteo actual del insumo, se considera una rotación baja cuando el resultado del indicador es menor o igual a uno, esto quiere decir que la frecuencia de salida es la misma cantidad de unidades en conteo para cada insumo.

Para la interpretación de resultados debe tenerse en cuenta:

- Para el indicador de nivel fuera de *stock*: El punto óptimo de este indicador debería ser por lo menos 86 unidades ubicadas en la barra superior de la gráfica, esto significa que el 80% del inventario cumple con la política de inventario, por lo cual, se considera que hay insumos suficientes para satisfacer la demanda de las obras.
- Para el indicador de cobertura de *stock*: Teniendo en cuenta que el proceso de aprovisionamiento tiene una duración mínima de dos días, el 80% de los insumos debería poder cumplir con la satisfacción de la demanda de esos días como mínimo, por esto, 86 tipos de insumos deberían estar ubicados en la columna de la izquierda de la gráfica 2.
- Para el indicador de nivel de rotación: teniendo en cuenta los criterios de categorización de niveles de rotación alta, medio y bajo mostrados anteriormente, los insumos que presenten una rotación alta deben tener una planeación de

aprovisionamiento más frecuente en contraste con los tipos de insumos de rotación media y baja.

En el Anexo PPPP se muestra la ejemplificación de la plantilla, bordeado sobre color rojo se presentan las secciones donde deben introducirse los datos por cada tipo de insumo.

3.5 Propuesta de mejora del proceso logístico interno de distribución

Proposición de la planeación semanal.

La propuesta de la planeación de rutas para el servicio de mantenimiento busca mejorar el proceso logístico interno de distribución la problemática de variaciones en la programación mensual de prestación de servicios encontrada en el diagnóstico del capítulo anterior. En el primer semestre de 2021, el 12% del total de los servicios realizados presentaron incumplimiento en la ejecución de los mismos relacionados con este proceso. Actualmente la seccional operativa de Bogotá trabaja según la planeación de operaciones otorgada mensualmente por el departamento encargado de la seccional Bucaramanga, para esto, se tienen en cuenta los contratos y acuerdos comerciales establecidos con cada cliente.

Teniendo en cuenta la capacidad de mano de obra con la que cuenta la empresa en la seccional Bogotá. Esta capacidad de mano de obra está compuesta por tres grupos de trabajo, donde un grupo de trabajo se compone de dos técnicos. Por tanto, se propone la planeación de una política de agendamiento de servicios semanal, siendo esta complementada por un modelo de ruteo de vehículos.

Para la política de agendamiento de ejecución de servicios semanales, es necesario cuantificar el número de servicios de mantenimiento semanal, esto con el propósito de determinar la capacidad de prestación de los servicios y realizar la asignación de servicios dentro del rango de capacidad establecido y así evitar sobrecarga de trabajo o tiempos de ocio. Para el hallazgo de la capacidad a utilizar se tienen en cuenta con tres restricciones: la primera es la cantidad de grupos de trabajo con los que cuenta la empresa actualmente, la segunda restricción consiste en definir el tiempo disponible de trabajo por los grupos de trabajo, el cual, se define por 8 horas diarias en horario de lunes a viernes y 4 horas los sábados dando una capacidad total de 44 horas semanales por equipo de trabajo, la tercera restricción se compone del residuo entre la capacidad disponible y la capacidad requerida, esto permite, asignar más servicios en la semana si la capacidad disponible es superior a la capacidad requerida.

De acuerdo a la información obtenida durante el diagnóstico, se realizan 1226 servicios de mantenimiento en cada semestre del año, lo que se traduce a 205 servicios de mantenimiento por mes y posteriormente 52 servicios de mantenimiento a la semana.

Para el agendamiento de servicios de mantenimiento, se tendrá en cuenta la plantilla mostrada en el Anexo OOOO, donde se deberá completar teniendo en cuenta el listado de servicios de mantenimiento que se tiene por programar.

Para el primer segmento se agruparán por grupos de 4 servicios, y se asignará de manera manual en la planeación, porque los 4 servicios representan un turno completo de 8 horas y no es factible asignar más servicios en el mismo turno de trabajo. Mientras que para las ubicaciones que tienen asignados servicios menores o igual a tres se propondrá utilizar un modelo de ruteo de vehículos.

Por lo tanto, se propone un modelo de ruteo de vehículos, con problema de enrutamiento de vehículos capacitados (CVRP). Según Borcinová (2017) el objetivo de CVRP es encontrar un conjunto de rutas de costo total mínimas, para el propósito de proyectos y servicios se busca minimizar el tiempo de transporte y ejecución de servicios de mantenimiento. Para una flota de vehículos capacitados, en este proyecto este parámetro corresponde al tiempo total de la jornada laboral, para servir a un conjunto de clientes bajo las siguientes limitaciones:

- 1) Cada ruta comienza y termina en el depósito
- 2) Cada cliente se visita exactamente una vez
- 3) El tiempo total de cada ruta no excede el tiempo de la jornada laboral del vehículo.

Partiendo de estas limitaciones es necesaria la formulación matemática del modelo CVRP la cual se ajusta de acuerdo a las necesidades de la problemática, con el fin de lograr dar solución de acuerdo de la siguiente formulación matemática basada en programación entera mixta:

Sub índices:

$i = \text{clientes}$

$k = \text{vehículos o grupos de trabajo}$

$\text{alias } ij = \text{clientes a visitar en la semana}$

Parámetros:

$D_{ij} = \text{T tiempo de recorrido desde } i \text{ hasta } j \text{ en horas}$

Para calcular el tiempo de recorrido desde i hasta j en horas inicialmente se creó una matriz donde se encuentran ubicadas las coordenadas de la seccional Bogotá y cada una de las ubicaciones de donde se harán los servicios de mantenimiento de acuerdo a la información y organización recibida por la empresa. Esta respuesta fue obtenida por medio de la Ecuación 15 que corresponde la fórmula de Haversaine.

$\text{Latitud} = \text{LAT}, \text{Longitud} = \text{LON}, \text{Distancia} = D$

$\text{Punto 1} = P1 = (\text{LAT1}, \text{LON1})$

$\text{Punto 2} = P2 = (\text{LAT2}, \text{LON2})$

$$D(P1, P2) = \text{Acos}[\text{Cos}(\text{Rad}(90 - \text{LAT1})) * \text{Cos}(\text{Rad}(90 - \text{LAT2})) \\ + \text{Sen}(\text{Rad}(90 - \text{LAT1})) * \text{Seno}(\text{Rad}(90 - \text{LON1})) \\ * \text{Cos}(\text{Rad}(\text{LON1} - \text{LON2}))] * 6371$$

Ecuación 15. Fórmula de Haversaine

Fuente: (Glover, 2012)

Con el resultado obtenido en la matriz con ayuda de la formula Haversaine se obtiene la distancia pitagórica en km entre los dos puntos. Esta distancia se ajusta con un multiplicador de 1.4, ya que en la realidad no se trabajan distancias pitagóricas, sino que distancias rectangulares.

Luego de esto, se utiliza la Ecuación 16 para crear otra matriz donde busca obtener el tiempo de recorrido entre cada punto por hora con ayuda de la velocidad promedio de un vehículo en la ciudad de Bogotá para el año 2020 que según la información encontrada se toma un supuesto de 20 km/h según multiplicada por la distancia obtenida entre cada punto, (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019).

$$D_{ij} = \text{Distancia de recorrido en km} * \frac{20 \text{ km}}{h}$$

Ecuación 16. Fórmula de la distancia de recorrido.

Fuente: Autores.

$TS_i = \text{T tiempo que tarde en el servicio del cliente } i \text{ en horas}$

En el tiempo de duración se decide trabajar con un tiempo de servicio de mantenimiento por cliente establecido por un factor de aleatoriedad dado por la Ecuación 17 y de manera determinística. Utilizando valores límites de tiempo tales como 1.3 – 1.6 horas, puesto que, la empresa no cuenta no cuenta con la información y ese fue el tiempo aproximado estimado por el personal de la empresa.

$$\text{Ecuación 17.} = \text{ALEATORIO.ENTRE}(130; 160)/100$$

$$JL1 = \text{Capacidad laboral de los vehiculos de Lunes a Viernes}$$

La capacidad laboral de los vehículos entre el día lunes y viernes es equivalente al número de horas laborales de los técnicos, lo que pasa este caso es un turno de 8 horas al día.

$$JL2 = \text{Capacidad laboral de los vehiculos de Sábados}$$

La capacidad laboral de los vehículos para el día sábado es igual al número de horas laborales de los técnicos lo que para este día solo se trabaja medio turno, es decir, 4 horas al día.

Variables:

X_{ijk} = Posibilidad de incluir el arco $i - j$ en el vehiculo k

Z = Variable objetivo tiempo minimo de todas las rutas

U_i = Variable irrestricta para la eliminación de subtures

Ecuaciones:

$$\text{Función objetivo: } \sum_{k=1}^{\text{N}^\circ \text{ vehiculos}} \sum_{i=0}^{\text{N}^\circ \text{ Clientes}} \sum_{j=0, i \neq j}^{\text{N}^\circ \text{ Clientes}} D_{ij} X_{ijk} + TS_i X_{ijk}$$

Ecuación 18. Función objetivo

Fuente: (Borcinová, 2017)

$$\sum_{i, i \neq j}^{\text{N}^\circ \text{ Clientes}} \sum_k^{\text{N}^\circ \text{ vehiculos}} X_{ijk} \leq 1 \quad \forall j \{1, \dots, \text{Número de clientes}\}$$

Ecuación 19. Entrada Nodo

Fuente: (Borcinová, 2017)

$$\sum_{j=1}^{N^{\circ} \text{ clientes}} X_{0jk} \leq 1 \quad \forall k \{1, \dots, \text{Número de vehículos}\}$$

Ecuación 20. Los nodos tienen un arco de salida y uno de entrada.

Fuente: (Borcinová, 2017)

$$\sum_{i, i \neq j}^{N^{\circ} \text{ Clientes}} X_{ijk} = \sum_i^{N^{\circ} \text{ Clientes}} X_{jik} \quad \forall k \{1, \dots, N^{\circ} \text{ vehiculos}\}, \forall j \{0, \dots, N^{\circ} \text{ clientes}\}$$

Ecuación 21. Solo un vehículo visita al cliente

Fuente: (Borcinová, 2017)

$$\sum_i^{N^{\circ} \text{ Clientes}} \sum_{j, i \neq j}^{N^{\circ} \text{ Clientes}} (TS_i X_{ijk} + D_{ij} X_{ijk}) \leq JL1$$

$$\forall k \in \{1, \dots, \text{Número de rutas de 8 horas}\}$$

Ecuación 22. Jornada laboral de lunes a viernes

Fuente: (Borcinová, 2017)

$$\sum_i^{N^{\circ} \text{ Clientes}} \sum_{j, i \neq j}^{N^{\circ} \text{ Clientes}} (TS_i X_{ijk} + D_{ij} X_{ijk}) \leq JL2$$

$$\forall k \in \{1, \dots, \text{Número de rutas de 4 horas}\}$$

Ecuación 23. Jornada laboral del día sábado.

Fuente: (Borcinová, 2017)

$$U_i - U_j + (\text{Número clientes} + 1)(X_{ijk}) \leq \text{Número clientes} \quad \forall i \{1, \dots, N^{\circ} \text{ clientes}\}, \forall j \{1, \dots, N^{\circ} \text{ clientes}\}, i \neq j$$

Ecuación 24. Eliminación de sub tures.

Fuente: (Borcinová, 2017)

La Ecuación 18 busca minimizar el tiempo de transporte y ejecución de servicios de mantenimiento. Las restricciones del modelo la Ecuación 19 hace referencia a la entrada del nodo, es decir, la empresa debe tener un arco de salida en cada ruta. La restricción de la

Ecuación 20 indica que todos los nodos tienen un arco de salida y uno de entrada. La restricción que encuentra en la Ecuación 21 indica que solo un vehículo debe visitar al cliente. Las siguientes restricciones establecen que el tiempo de ruta sea menor a la jornada laboral, la Ecuación 22 hace referencia entre el día lunes al viernes con una jornada laboral de 8 horas, mientras que, la Ecuación 23 se refiere a la jornada laboral del día sábado la cual es equivalente a 4 horas. La última restricción de la formulación matemática que pertenece a la Ecuación 24 busca la eliminación de los sub tures.

Para la solución del problema se utiliza el software de modelado matemático GAMS: se trabajan las cantidades de servicios programadas de la semana.

- Programación de la semana del 25 al 29 de enero

Con base en el Anexo TTTT los 25 servicios de mantenimiento programados se propone realizar 11 rutas para los tres equipos de trabajo teniendo un tiempo de 80.03 horas.

- Programación de la semana del 01 al 05 de febrero

En el Anexo UUUU se tienen los 24 servicios de mantenimiento programados para esta semana. Se propone realizar 11 rutas para el equipo completo de trabajo invirtiendo un tiempo de ejecución igual 78.74 horas.

- Programación de la semana del 08 al 12 de febrero

Teniendo en cuenta los 29 servicios de mantenimiento programados para la semana, la ubicación de los lugares y la duración del tiempo de cada uno de los mantenimientos. Para esta semana se propone realizar 14 rutas distribuidas para los tres equipos de trabajo teniendo un tiempo de ejecución de 95.840 horas como se evidencia en la Tabla 28.

Tabla 28. Cronograma de asignación de rutas del 8 al 12 de febrero

ASIGNACIÓN DE RUTAS DEL 8 AL 12 DE FEBRERO					
	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb
Equipo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 7	Cliente 3	Cliente 25	Cliente 19	Cliente 12
	Cliente 11	Cliente 14	Cliente 9	Cliente 18	Cliente 4
	Bodega	Cliente 20	Bodega	Bodega	Cliente 8
		Bodega			Bodega
	6.515	7.995	7.570	7.557	6.255
Equipo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 2	Cliente 5	Cliente 17	Cliente 13	Cliente 23
	Cliente 22	Cliente 24	Cliente 27	Cliente 15	Bodega

	Bodega	Bodega	Bodega	Cliente 21	
	6.843	7.995	7.435	Bodega	
				7.253	4.241
Equipo 3	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	
	Cliente 10	Cliente 1	Cliente 28	Cliente 16	
	Bodega	Cliente 26	Cliente 6	Cliente 29	
		Bodega	Bodega	Bodega	
	4.276	6.831	7.610	7.486	

Fuente: Autores.

A continuación, en la Figura 37, se puede evidenciar en la representación gráfica de la asignación de rutas programadas para la semana de 8 al 12 de febrero.

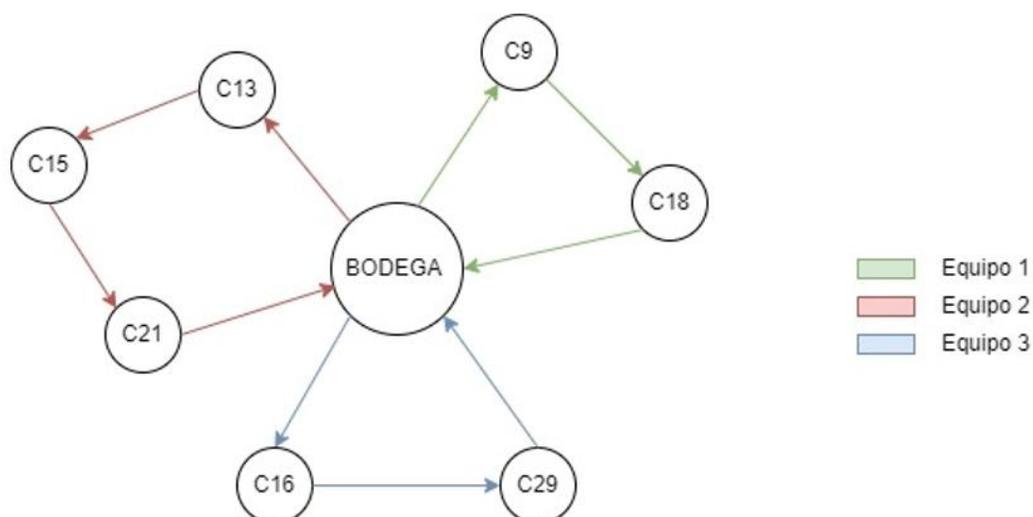


Figura 37. Diagrama de red – asignación rutas semana del 8 al 12 de febrero

Fuente: Autores

El gerente comercial de la seccional Bogotá es la persona encargada de indicar a los equipos de trabajo cuál es el grupo de clientes a visitar en el día. Deberá tomar dos tipos de capacitaciones. La primera capacitación debe tratarse del funcionamiento y cada una de las restricciones del modelo a ejecutar y la segunda de cómo se maneja el aplicativo GAMS.

Como medio de evaluación de los métodos ingenieriles incluidos en la propuesta de planeación de rutas, para el parámetro de tiempo de transporte entre ubicaciones, se realiza un muestreo de tiempo de recorrido para la semana del 8 al 12 de febrero en diferentes horarios del día (8:00 a.m., 12:00 p.m. y 4:00 p.m), distintos días de la semana (martes, miércoles y jueves). Se escogen estos horarios y días teniendo en cuenta las variaciones de

los factores que pueden alterar el tráfico de la ciudad de Bogotá, estos factores pueden ser; semaforización, obras viales, accidentes y estado de la infraestructura vial.

Se define el número de la muestra para hacer estudio de la diferencia de tiempos reales en los recorridos mediante la Ecuación 25, con lo cual se busca hacer una suma de valores aleatorios acumulados y se ubican en la matriz de estudio de planeación de la empresa, la cual contiene la cantidad de clientes estimados a visitar de forma semanal.

$$\text{Ecuación 25.} = \text{ALEATORIO.ENTRE}(5; 10)$$

Fuente: Autores.

Partiendo de la asignación de números aleatorios anterior, se procede a hacer el cálculo de tiempo de recorrido desde el cliente i hasta el cliente j a través de la aplicación Google Maps, de esta forma se expresan los valores en horas de recorrido real. Para calcular la variación de tiempos de recorrido se tiene en cuenta los resultados obtenidos en la matriz, a través de la fórmula de Haversine y teniendo como base la velocidad promedio de movilidad de Bogotá de 20 km como dato original. Para la variación de tiempo de recorrido se tiene en cuenta la Ecuación 26, el procedimiento se realiza en todos los puntos de muestras.

$$\frac{(\text{Tiempo real de recorrido}) * 100\%}{\text{Tiempo original}}$$

$$\text{Ecuación 26. Variación de tiempo de recorrido del cliente } i \text{ al cliente } j$$

Fuente: Autores

Partiendo de la variación hallada en los horarios de muestra para cada una de las relaciones entre el cliente i al cliente j por cada uno de los 3 horarios, se realiza promedio de variación para encontrar la variación global a través de la Ecuación 27, donde se escoge como criterio “>0” ya que no puede haber variación menor a la original.

$$\text{Ecuación 27. Promedio. si(Rango matricial; ">0")}$$

Fuente: Autores.

Se realiza promedio de todos los valores en cada uno de los horarios teniendo como resultado los siguientes multiplicadores:

- Horario de 8:00 a.m. = 1.38
- Horario de 12:00 p.m. = 1.29
- Horario de 4:00 p.m. = 1.48

La matriz se multiplicó por cada uno de los multiplicadores como resultado del promedio con el fin de correr de nuevo el modelo de enrutamiento en GAMS obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 29. Programación de la semana del 25 al 29 de enero 8:00 a.m.

Multiplicador	1.38				
	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	29-ene
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 19	Ciente 13	Ciente 25	Ciente 9	Ciente 24
	Ciente 23	Ciente 22		Ciente 10	Ciente 17
				Ciente 7	Ciente 16
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 18	Ciente 11	Ciente 3	Ciente 14	Ciente 15
	Ciente 20		Ciente 2	Ciente 6	Ciente 1
	Ciente 12		Ciente 4	Ciente 21	Ciente 5
			Ciente 8		
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 68.838 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 30. Programación de la semana del 25 al 29 de enero 12:00 p.m.

Multiplicador	1.29				
	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	29-ene
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 1	Ciente 13	Ciente 17	Ciente 11	Ciente 6
	Ciente 4	Ciente 20	Ciente 24		Ciente 21
	Ciente 15	Ciente 19	Ciente 12		Ciente 16
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	cliente 7	Ciente 25	Ciente 18	Ciente 8	Ciente 3
			Ciente 23	Ciente 10	Ciente 21
				Ciente 9	Ciente 5
					Ciente 14
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 68.429 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 31. Programación de la semana del 25 al 29 de enero 4:00 p.m.

Multiplicador	1.48				
	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	29-ene
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 3	Ciente 17	Ciente 11	Ciente 25	Ciente 6
	Ciente 8	Ciente 24			Ciente 21
	Ciente 7	Ciente 12			
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 16	Ciente 2	Ciente 19	Ciente 18	Ciente 22
	Ciente 5	Ciente 15	Ciente 20	Ciente 23	
	Ciente 14	Ciente 4	Ciente 13		
	Ciente 1				
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 70.528 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 32. Programación de la semana del 1 al 15 de febrero 8:00 a.m.

Multiplicador	1.38				
	1-feb	2-feb	3-feb	4-feb	5-feb
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 6	Ciente 18	Ciente 7	Ciente 11	Ciente 10
	Ciente 9		Ciente 23	Ciente 14	Ciente 13
			Ciente 23	Ciente 12	Ciente 17
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 1	Ciente 21	Ciente 22	Ciente 5	Ciente 19
	Ciente 15			Ciente 8	Ciente 2
	Ciente 16			Ciente 3	Ciente 24
				Ciente 4	
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 61.748 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 33. Programación de la semana del 1 al 15 de febrero 12:00 p.m.

Multiplicador	1.29				
	1-feb	2-feb	3-feb	4-feb	5-feb
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 6	Ciente 1	Ciente 16	Ciente 18	Ciente 8

	Cliente 9	Cliente 7	Cliente 12		Cliente 5
		Cliente 23	Cliente 21		Cliente 2
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 14	Cliente 3	Cliente 19	Cliente 10	Cliente 22
	Cliente 11	Cliente 4	Cliente 24	Cliente 13	
	Cliente 17	Cliente 15		Cliente 20	
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 64.113 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 34. Programación de la semana del 1 al 15 de febrero 4:00 p.m.

Multiplicador	1.49				
	1-feb	2-feb	3-feb	4-feb	5-feb
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 24	Cliente 21	Cliente 8	Cliente 12	Cliente 6
	Cliente 18	Cliente 7	Cliente 5	Cliente 15	Cliente 9
		Cliente 23		Cliente 16	
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 10	Cliente 11	Cliente 19	Cliente 22	Cliente 1
	Cliente 13	Cliente 14	Cliente 20		Cliente 4
	Cliente 17				Cliente 3
					Cliente 2
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 66.621 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 35. Programación de la semana del 8 al 12 de febrero 8:00 a.m.

Multiplicador	1.38				
	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 2	Cliente 26	Cliente 7	Cliente 6	Cliente 20
	Cliente 3		Cliente 11	Cliente 25	Cliente 14
					Cliente 13
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 5	Cliente 27	Cliente 17	Cliente 16	Cliente 12
	Cliente 24	Cliente 1	Cliente 28	Cliente 29	Cliente 19
					Cliente 9

	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 3	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 10	Ciente 2	Ciente 18	Ciente 21	
		Ciente 22	Ciente 4	Ciente 15	
			Ciente 8		
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 95.115 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 36. Programación de la semana del 8 al 12 de febrero 12:00 p.m.

Multiplicador	1.29				
	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 10	Ciente 6	Ciente 22	Ciente 5	Ciente 7
	Ciente 4	Ciente 18		Ciente 24	Ciente 11
	Ciente 8				Ciente 9
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 19	Ciente 17	Ciente 26	Ciente 24	Ciente 2
	Ciente 23	Ciente 28		Ciente 12	Ciente 14
					Ciente 20
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
Grupo 3	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 3	Ciente 18	Ciente 16	Ciente 13	
		Ciente 27	Ciente 29	Ciente 15	
				Ciente 21	
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Tiempo total de recorrido: 93.532 horas.

Fuente: Autores.

Tabla 37. Programación de la semana del 8 al 12 de febrero 4:00 p.m.

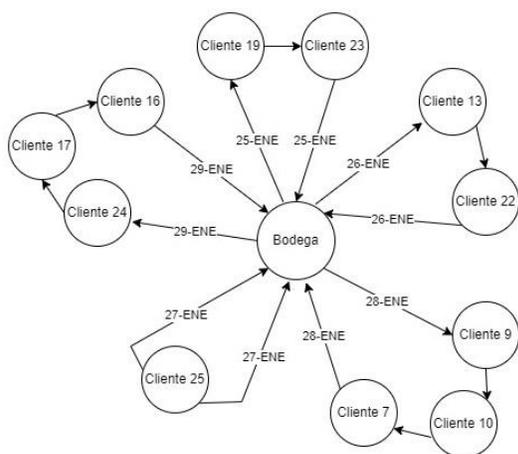
Multiplicador	1.48				
	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb
Grupo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 5	Ciente 27	Ciente 13	Ciente 19	Ciente 17
	Ciente 10		Ciente 14	Ciente 18	Ciente 23
			Ciente 20		Ciente 1
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

Grupo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 16	Ciente 7	Ciente 26	Ciente 2	Ciente 3
	Ciente 29	Ciente 11		Ciente 24	
Grupo 3	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Ciente 15	Ciente 28	Ciente 9	Ciente 8	Ciente 22
	Ciente 21		Ciente 25	Ciente 4	
				Ciente 6	
				cliente 12	
	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega

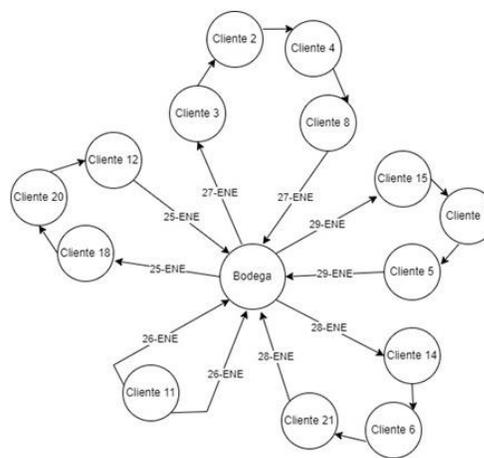
Tiempo total de recorrido: 98.202 horas.

Fuente: Autores.

Para la ejecución de cada una de las programaciones por fechas y por horarios anteriormente mencionados se tiene un tiempo de distribución total asignado, el cual se presenta debajo de cada tabla. Se presenta diagrama de rutas de los horarios por fechas que presentan el tiempo medio entre los tiempos del muestreo, entendiendo, que si se toma el que tiene mayor valor, este puede generar holguras cuando no se presenten contratiempos y si se escoge el de menor tiempo de recorrido, se presentará incumplimiento por contratiempos presentados, por tanto, se presentan diagramas de recorrido de las siguientes fechas: 25 al 29 de enero horario 8:00 a.m., 01 al 05 de febrero horario 12:00 a.m. y 08 al 12 de febrero horario 8:00 a.m.



Grupo de Trabajo 1



Grupo de Trabajo 2

Figura 38. Diagrama red de rutas: 25 al 29 de enero horario 8:00 a.m.
Fuente: Autores.

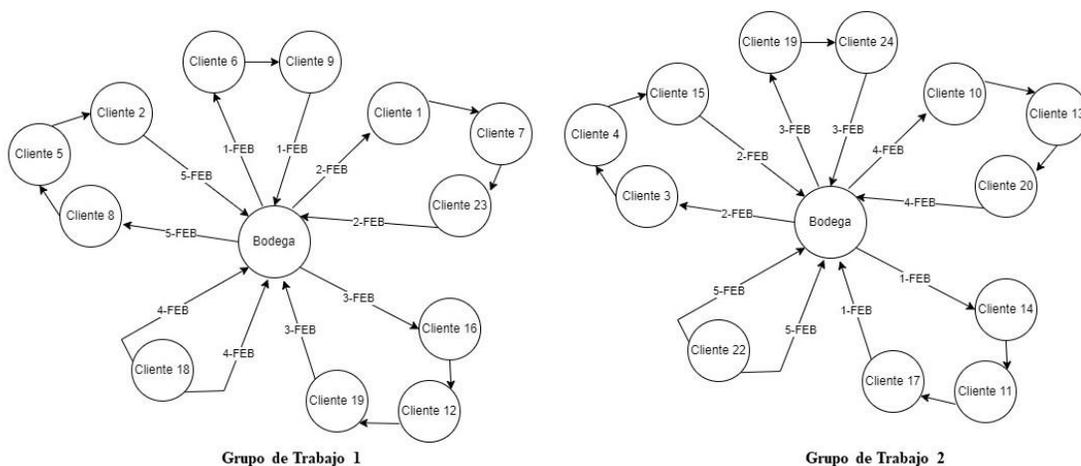


Figura 39. Diagrama red de rutas: 01 al 05 de febrero horario 12:00 a.m.
Fuente: Autores.

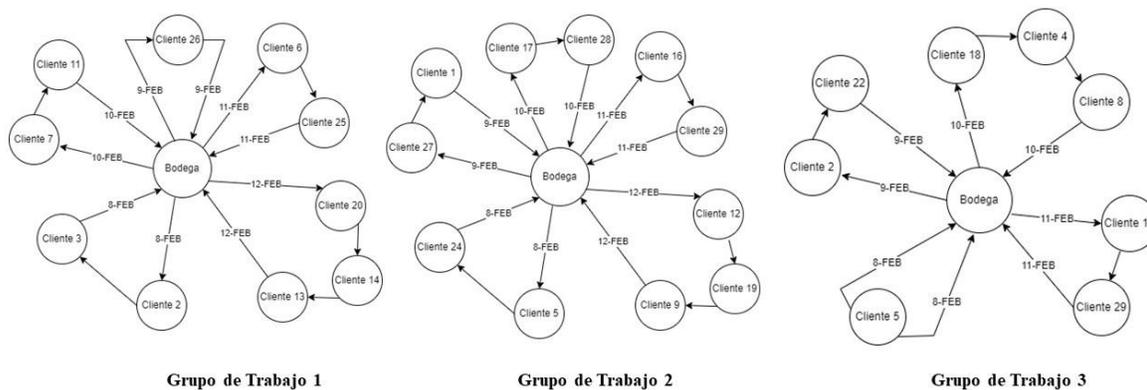


Figura 40. Diagrama red de rutas: 08 al 12 de febrero horario 8:00 a.m.
Fuente: Autores.

4 Evaluación de costos y beneficios en la empresa Proyectos y Servicios LTDA.

En el presente capítulo se presenta el desarrollo de la evaluación de costos de las mejoras propuestas en los procesos logísticos internos de aprovisionamiento, inventario, servicio al cliente, sistemas de información y pedidos y distribución, asimismo, se presentan los beneficios de la implementación de estas en la empresa para aumentar el cumplimiento en los servicios.

4.1 Aprovisionamiento

Teniendo en cuenta que las propuestas del proceso de aprovisionamiento están compuestas por tres alternativas de proveedores y por la selección del mejor proveedor a través del modelo AHP, se presenta el análisis de costos haciendo contraste entre los costos actuales de compra y los costos que representa el cambio de proveedor.

El proveedor TRS Partes S.A suministró información mostrada en el Anexo QQQQ, allí se presenta el costo ofertado por el proveedor con un costo total de \$1.696.085,00 Por la cantidad mínima de unidades de venta por cada insumo, la cifra mostrada representa la suma del valor unitario del pedido mínimo de insumos. En el Anexo RRRR se presentan los precios por cantidad mínima de cada insumo que se pagan actualmente en la seccional de Bucaramanga a los proveedores, los cuales suman un total de \$1.617.028,00.

La adopción de la propuesta de cambio de proveedores representa un crecimiento en los costos de insumos en \$79.057 por cada pedido de cantidad mínima en el total de los insumos de la clasificación A del inventario ABC, es decir, que por cada pedido que incluya la totalidad de los insumos de la clasificación A se tendrá un aumento en costos representado por un 4.66%.

Tabla 38. Costos de transporte desde Bucaramanga hasta Bogotá mensualmente

Tipo de costo	Valor
Costo de transporte/10 kg	\$ 17.800,00
Costo de seguro	7%
Costo de carga/descarga/kg	\$ 203,00
Kg transportados/mes	\$ 1.780.000,00
Valor monetario de mercancía	\$ 40.597.427,00
Costo total de seguro	\$ 2.841.819,89
Total costos de transporte	\$ 4.621.819,89

Fuente: autores

La Tabla 38 muestra el costo total de transporte mensual en el que se incursiona la empresa a causa del envío de insumos desde la seccional Bucaramanga hacia la seccional Bogotá, el costo total representado por la cifra de \$4.621.819,89 está compuesto por costos de transporte, seguros de mercancías y costos de carga y descarga de los elementos. En comparación con los costos de transporte que se deben asumir con los proveedores propuestos, según TRS Partes S.A. (2021) El costo de transporte es de \$91.000,0 con capacidad de envío de 3 toneladas en cualquier parte de la ciudad de Bogotá.

Beneficios

Partiendo de la información anterior, se tiene que el costo de insumos aumenta, sin embargo, el ahorro en gastos de transporte es de \$4.530.819,89 mensualmente, lo que representa un ahorro total de \$27.184.919,34 por semestre, adicionalmente, el tiempo de entrega máximo del proveedor TRS Partes S.A es de 6 días hábiles, teniendo en cuenta que este tiempo de entrega está calculado tomando como base la cantidad máxima de insumos disponibles en bodegas, en comparación con el proceso de aprovisionamiento actual, el cual puede tardar hasta 13 días de entrega por insumo.

El cambio de proveedor afecta de manera positiva al cumplimiento de servicios prestado por la empresa, debido a que puede responder a la demanda de forma más rápida y mantener un inventario suficiente para dar ejecución a las obras, además, se pueden hacer pedidos con fecha de entrega de 1 día, lo cual permite responder a servicios de mantenimiento de urgencia. El valor monetario asociado al ahorro de personal está dado por \$2.911.450 mensualmente, este valor está compuesto por 64 horas de trabajo ahorrado en servicios incumplidos los cuales se traducen en el valor presentado con la carga prestacional respectiva para los cargos de operarios de obra, auxiliar logístico y gerente comercial de la seccional Bogotá.

4.2 Inventario

Propuesta las 5S's

Las propuestas realizadas para el proceso de inventario están compuestas por la proposición de la metodología 5S's, política de inventario y plantilla de gestión de inventarios, a continuación, se presenta el estudio de costos dirigido a la implementación de las propuestas.

Tabla 39. Costos de aplicación de la metodología 5S's

Tipo de costo	Valor
Tiempo de personal operativo/hora/mes	8
Tiempo auxiliar logístico/hora/mes	16

Tiempo gerente comercial/hora/mes	2
Costo de personal/hora/operativo	\$ 3.785,53
Costo de personal/hora/Aux. logístico	\$ 5.000,00
Costo de personal/hora/G. Comercial	\$ 10.833,33
Costo total	\$ 131.950,87

Fuente: (Proyectos y Servicios Ltda, 2021)

La Tabla 39 presenta los costos relacionados a la implementación de la metodología de las 5S's al proceso de inventario de la empresa Proyectos y Servicios LTDA. Los costos de esta propuesta están compuestos por el tiempo invertido por los trabajadores en los diferentes cargos de la compañía, el factor prestacional correspondiente al sueldo y el costo de este tiempo de trabajo, teniendo en cuenta que es una actividad que no requiere de papeleo ni internet, se centra el análisis de costos en la fuerza laboral y elementos de limpieza tales como: jabón, agua, químicos y elementos usados para la limpieza. El costo asociado a los elementos de limpieza es de \$98.200 cada 12 días hábiles de trabajo.

Beneficios

Partiendo de los costos presentados anteriormente, se presenta el beneficio de la implementación de la propuesta de las 5S's, como se mostró en el diagnóstico, en el proceso de inventario se presentan demoras en el despacho de pedidos causadas por el desorden, el tiempo total de alistamiento de pedidos de una orden de trabajo corresponde a 24 minutos según Proyectos y Servicios Ltda (2021), la propuesta de las 5S's busca mejorar el tiempo de alistamiento de pedidos a través del orden, por lo cual, se estima que la reducción del tiempo de alistamiento de pedidos se reduzca en 7 minutos, debido a que los tiempos de búsqueda de insumos se reducen al tener una ubicación fija y codificada de tal forma que sea fácil su ubicación, para esto, teniendo en cuenta un total de 244 servicios de mantenimiento mensuales, implica 28.5 horas menos en alistamiento de pedidos en comparación con el tiempo promedio actual.

Haciendo relación del tiempo de ahorro con los gastos incurridos por la empresa en la prestación de los servicios, las 28,5 horas de ahorro de tiempo representan en dinero \$143,925.00 mensualmente, lo cual, permite tener capacidad de ahorro y capacidad disponible de prestación de servicios.

Política de inventario

Tabla 40. Costo de política de inventario

Tipo de costo	Valor
Tiempo de orden de pedido(minutos)	21
Cantidad órdenes de pedido/año	152
Minutos de internet/orden	19
Costo internet/minuto	\$ 7,57
Costo personal/orden	\$ 2.527,78
Costo total/año	\$ 406.082,78

Fuente: (Proyectos y Servicios Ltda, 2021)

La Tabla 40 muestra el costo que acarrea la política de inventario de la empresa, costo compuesto por gastos de personal e internet, el cual suma un total de \$406.082,78 por año.

Beneficios

Los beneficios relacionados con la propuesta de política de inventario están dados por la disminución en los tiempos de creación de una orden de pedido de insumos, y principalmente, en la estandarización de tiempos de pedido de insumos y capacidad de aprovisionamiento según la demanda proyectada por la empresa. Como se mostró en el diagnóstico de la empresa, el 23% del total de servicios prestados por la empresa corresponde a servicios incumplidos, debido a la ausencia de insumos en las instalaciones de la empresa, en la proposición de la política de inventario, el beneficio se basa en reducir el incumplimiento de los servicios, teniendo en cuenta que las cantidades óptimas de pedidos están halladas con base a pronósticos de la posible demanda que puede tener la empresa en futuros periodos, de este mismo modo, el beneficio en valor monetario está representado en el aumento del 23% correspondiente a los servicios que si se cumplen a causa de la capacidad de respuesta respecto a insumos para la ejecución de la obra.

Plantilla de inventario

Tabla 41. Costo de manejo de plantilla de inventario

Tipo de costo	Valor
Costo de personal/hora/operativo	\$ 3.785,53
Costo de personal/hora/Aux. logístico	\$ 5.000,00
Costo de personal/hora/G. Comercial	\$ 10.833,33
Tiempo destinado/horas/año	129
Costo total	\$ 787.448,22

Fuente: (Proyectos y Servicios Ltda, 2021)

El costo de la plantilla de gestión de inventario se muestra en la Tabla 41, con un costo total de \$787.448,22 teniendo en cuenta que se dedica una hora por cada dos días de trabajo como rutina de chequeo.

Beneficios

Los beneficios relacionados con la propuesta de plantilla de inventario se dan en primer lugar, con el propósito de dar permanencia a largo plazo a las propuestas de inventario relacionadas anteriormente, y que, puedan tenerse alertas de escasez en todo momento, el beneficio de esta propuesta está relacionado directamente con el beneficio de la propuesta de la política de inventario, debido a que el fin de esta propuesta es dar permanencia a la propuesta anteriormente mencionada, por lo tanto, su beneficio monetario busca aumentar en un 23% los ingresos monetarios de la empresa y darle mejor aprovechamiento al tiempo del personal de la seccional Bogotá en otras actividades que agreguen valor a la empresa.

Beneficios generales de propuestas del proceso de inventario

Los beneficios causados por la adopción de las propuestas realizadas anteriormente para el proceso logístico interno de inventario se resumen en el no aumento de los costos, teniendo en cuenta que la fuerza laboral de la empresa es un costo fijo y para la implementación de estas no se requiere de largas jornadas de trabajo extra al pactado en los contratos de trabajos de los colaboradores, adicionalmente, servicios como: internet, luz, red y otros complementarios que se necesiten para la ejecución de las actividades propuestas no presentan alzas en los costos de la empresa debido a que ya representan un costo fijo en la compañía. Los beneficios de la implementación de las propuestas se ven reflejados en la disminución de pérdidas de tiempo por desorganización y des estandarización, lo cual, se traduce en cumplimiento de los servicios ofertados por la empresa.

4.3 Procesamiento de pedidos y sistemas de información

Hoja De Vida Del Servicio

Considerando que la propuesta de hoja de vida del servicio busca poder tener acceso a la información actualizada de cada cliente. En cuanto a los equipos instalados que cada cliente tiene, los servicios que se han realizado y observaciones que se han tenido. Esta propuesta requiere realmente de dos costos. El primero es el costo de implementación que está reflejado mediante la Tabla 42, teniendo en cuenta equipos y herramientas necesarias para el personal que lo requiere, mientras que la Tabla 43 representa el costo de mantener conexión mensual en los equipos.

Tabla 42. Costo promedio total de implementación de la propuesta de la hoja de vida del servicio

<i>Tablet (Tablet LENOVO 8" Pulgadas M8 2gen LTE)</i>	\$ 649.000
Cantidad de <i>tablets</i>	4
<i>SIM CARD</i>	\$ 4.500
Cantidad de <i>SIM CARD</i>	4
Plan de internet (Claro - Internet Móvil XL PRO 21)	\$ 64.900
Número de planes de internet	4
Forro para la <i>Tablet</i>	\$ 22.000
Cantidad de forros para la <i>Tablet</i>	4
Costo promedio total de implementación de la propuesta de la hoja de vida del servicio	\$2.961.600

Fuente: autores

Tabla 43. Costo promedio mensual de mantenimiento de conexión

Plan de internet	\$	64.900
Número de planes de internet		4
Costo promedio mensual de mantenimiento de conexión	\$	259.600

Fuente: autores

Beneficios

Los beneficios causados por la hoja de vida del servicio repercuten en la organización de la prestación del servicio, teniendo en cuenta que esto disminuye los tiempos de diagnóstico previos al mantenimiento o instalación de equipos, lo cual permite contribuir al cumplimiento oportuno de los servicios según se estipula en los contratos de prestación de los mismos.

Capacitación

Teniendo en cuenta que la propuesta busca capacitar al auxiliar de logística en el *software* que maneja la empresa. Con el fin de cumplir en la totalidad de las actividades otorgadas y evitar tanto exceso de trabajo en la seccional de Bucaramanga como la información de la entrada y salida de material de la seccional Bogotá. Esta propuesta no requiere un costo real de implementación, sin embargo, el costo de ejecución podría estimarse con el tiempo que debe ser utilizado por el auxiliar de logística para tomar las 12 sesiones requeridas en la capacitación. Como se ve reflejado en la Tabla 44.

Tabla 44. Costo promedio de ejecución de la capacitación por el auxiliar de logística

Salario base de auxiliar logístico	\$ 1.200.000
Salario base por hora	\$ 5.000
Horas usadas por el Auxiliar logístico	12
Costo capacitación	\$ 0
Costo total de ejecución de la capacitación por el auxiliar de logística	\$ 60.000

Fuente: autores

Beneficios

El uso de esta propuesta para la empresa se podrá representar de 24 horas hábiles que es el tiempo dado para la respuesta y digitalización en la seccional Bucaramanga a la reducción de una hora hábil en el tiempo de la digitalización de la entrada y salida de material en la seccional Bogotá, por lo que además significa una mayor agilidad en el momento de realizar cualquier proceso del software según las actividades otorgadas para el auxiliar de logística y la obtención de información que se encuentre en el mismo.

4.4 Servicio al cliente

Evaluación Del Servicio

Teniendo en cuenta que la propuesta busca evaluar y medir los servicios prestados a los clientes. Ya que, es necesario cuantificar la experiencia de cada cliente con el fin de buscar una mejora continua especialmente en los aspectos que se encuentran con falencias. Por tanto, esta propuesta no requiere un costo real de implementación, sin embargo, el costo de ejecución podría estimarse con el tiempo que debe ser utilizado por uno de los técnicos que conforma el grupo de trabajo, siendo este el encargo de informar al cliente la existencia de la evaluación del servicio e indicar como es el correcto diligenciamiento del mismo. Para esta actividad se estima un tiempo no superior a 10 minutos lo cual se traduce a 0,16 horas. Como se ve reflejado en la Tabla 43.

Tabla 44. Costo total de la ejecución de la evaluación del servicio

Salario base técnico	\$908526
Salario base por hora	\$3785
Horas utilizadas por el técnico	0,16
Costo total de la ejecución de la evaluación del servicio	\$605.6

Fuente: autores

4.5 Distribución

Rutas

Considerando que la propuesta de planeación semanal de servicios de mantenimiento busca no tener servicios en estado de retraso y establecer un nivel de servicios máximos programados por semana laboral según la capacidad de mano de obra y las distancias entre cada ubicación. Por lo tanto, esta propuesta requiere un costo de implementación tales como el *software GAMS* y la capacitación de los mismos además de requerir herramientas y equipos con los que ya cuenta la empresa, tales como, computador y acceso a Microsoft. También requiere un costo de ejecución mensual que está dando por el número de horas requeridas para realizar el trabajo por el gerente comercial de la seccional Bogotá.

Tabla 45. Costo promedio de implementación para planeación de rutas

Licencia GAMS por seis meses	\$ 11.000.000
Capacitación modelo CVRP	\$ 250.000
Capacitación uso GAMS	\$300.000
Costo total de ejecución con la propuesta por el gerente comercial	\$11.550.000

Tabla 46. Costo promedio de ejecución de la planeación semanal de rutas por el gerente comercial en el mes

Salario base de gerente comercial	\$ 3.000.000
Salario base por hora	\$ 12.500
Horas usadas por el gerente comercial por mes	16
Costo salarial por el gerente comercial	\$200.000
Carga prestacional	\$104.600
Costo total de ejecución con la propuesta por el gerente comercial	\$304.600

Fuente: Autores.

Beneficios

La aplicación de esta propuesta para la empresa puede llegar a reducir el 12% de los servicios que encuentran en retraso teniendo en cuenta que los tiempos perdidos en distribución por mala gestión de las distancias para los puntos de ejecución de los servicios se recortan y se encuentra un modelo de ruta óptimo que da como resultado la menor distancia de recorrido posible. Pasando de un tiempo de ejecución de 383.737 horas para las cuatro semanas a 228.066 horas, reduciendo 155.671 horas de trabajo.

Tabla 47. Costo total de ahorro en mano de obra con la propuesta de ruteo de vehículos

Salario base de técnico	\$ 1.200.000
Salario base por hora	\$ 5.000
Horas ahorradas en tiempo de ejecución	42.115

Costo total salarial ahorrado por equipo total de trabajo \$205.575

Fuente: Los autores.

Tabla 48. Resumen de beneficios de las propuestas frente a la variable de estudio de cumplimiento de servicios.

Propuestas de mejora	Valoración inicial	Beneficio adquirido
Política de inventario	<ul style="list-style-type: none"> • 71 servicios presentan incumplimiento por escasez de inventario • 15 días de tiempo máximo de aprovisionamiento • Costo total actual de \$6.876.987 • 95 artículos con nivel de rotación medio- bajo • 88 artículos debajo del nivel de stock mínimo • 95 artículos con nivel de cobertura insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del tiempo máximo de aprovisionamiento en 5 días. • Aumento del cumplimiento de servicios de mantenimiento e instalación en un índice de 28%. • Capacidad de respuesta a servicios de urgencia en aumento en un 40% • Disminución del costo de aprovisionamiento en \$4.105.243
Plantilla de control de inventarios	<ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con política inventario para hacer control del mismo • 22 minutos de alistamiento de pedidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite controlar los niveles del inventario para garantizar el cumplimiento de los servicios
5 S's		<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del tiempo de búsqueda de insumos en 22.5 horas mensuales • Agiliza las labores de movimiento de inventario • Estandariza procesos de movimiento de inventario
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 7 servicios por incumplimiento, debido a la falta de coordinación anticipatoria • Dependencia externa para hacer control de inventarios • Desbalance en la fuerza laboral en la planta de la seccional Bogotá • Pérdida de 12 minutos por obra en diagnóstico del servicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al auxiliar permite nivelar la carga laboral de los funcionarios en 21 horas • Aumento de la capacidad de ejecución de obra en 24 horas • Aumento en el cumplimiento de 12 servicios de mantenimiento • Disminución del tiempo de ejecución de obra en 12 minutos
Hoja de vida del servicio		<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la experiencia del servicio en cada una de las visitas por parte de la empresa, evitando disgustos por parte del cliente y dando correcto del manejo de la información por parte del servicio prestado.
Medición de la satisfacción del cliente	<ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con un medio de medición para la satisfacción del cliente • No se cuenta con controles de cumplimiento de servicio 	
Red de rutas	<ul style="list-style-type: none"> • Retraso en 185 días en la planeación de ejecución de obras • Incumplimiento en 144 servicios, traducidos en 288 horas de labor • Pérdida de 52 horas en transporte a obras no ejecutadas • Costo de flota para los servicios incumplidos de \$21.759.619,76. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de 155.671 horas de trabajo para el personal técnico de la empresa al mes aproximadamente. • Ahorro de \$205.575 aproximadamente en el costo salarial por el equipo técnico total de trabajo
Alternativas de proveedores y AHP	<ul style="list-style-type: none"> • Escasez de 25 insumos por semestre por demora en provisión • Incumplimiento en 50 horas de la planeación de ejecución de servicios • 185 servicios incumplidos por semestre por escasez • Tiempo máximo de aprovisionamiento en 15 días 	<ul style="list-style-type: none"> • Proposición de alternativas de proveedores que reducen a 0 los niveles de escasez • Permite dar cumplimiento a la programación de abastecimiento a cabalidad • Aumento del 15% del cumplimiento de los servicios, con 36 servicios nuevos • Reducción del tiempo máximo de aprovisionamiento en 9 días • Reducción del costo de aprovisionamiento en \$1.200.000

Fuente: Los autores.

Tabla 49. Utilidad por cumplimiento de servicios a causa de implementación de propuestas

Propuesta	porcentaje de aumento de cumplimiento de servicios	de Capacidad de servicios	de Beneficio monetario
Política de inventario	40%	151	\$ 1.477.631.050
5 S's	6,80%	15	\$ 146.784.541
Hoja de vida del servicio	5,40%	12	\$ 117.427.633
Red de rutas	32,55%	28	\$ 273.997.811
Alternativas de proveedores y AHP	15,00%	77	\$ 761.664.986
Total	100%	283	\$ 2.777.506.021
		Beneficio mensual	\$ 462.917.670
		Relación B/C	1.2125

Fuente: Autores.

La Tabla 49 presenta los beneficios monetarios que acarrea la implementación de las propuestas anteriormente descritas. Como se observa, las propuestas de: plantilla de KPI's y Capacitación no se encuentran incluidas en el análisis de la tabla ya que estas no tienen impacto directo sobre la variable de estudio, sino que, apoyan al cumplimiento de los servicios que plantean las demás propuestas.

La tabla presenta el porcentaje de aumento en el cumplimiento de los servicios de acuerdo al impacto que tiene cada una, por consiguiente, este porcentaje se refleja en la cantidad de servicios que se pueden atender en la capacidad de tiempo disponible por disminución en la ocupación de labores, lo cual permite aumentar la capacidad de atención a servicios pendientes o nuevos.

La cantidad total de servicios de instalación y mantenimiento que se podrán atender a casusa del impacto positivo de la implementación de las propuestas es de 1509 servicios semestralmente, lo cual se traduce, en un ingreso mensual para la compañía de \$462.917.670.

En la Tabla 49 se presenta la relación de ingresos frente a los costos que acarrea la operación, allí se muestra que con un índice de 1.2125 vale la pena hacer la implementación del proyecto, pues por cada peso invertido se obtiene una rentabilidad aproximada del 21.52%. Este porcentaje fue hallado teniendo en cuenta la inversión para la ejecución del servicio la cual contempla, costos de mano de obra, materiales, transporte, impuestos y todo lo que estos implican y los ingresos que se esperarían tener, los cuales se calcularon con base a los costos con un porcentaje de utilidad del 17.81% por servicio, el cual fue calculado a

través del promedio del margen de utilidad que genera la empresa por los servicios que ejecuta semestralmente.

En la Tabla 48 se presenta la comparación de cada una de las propuestas frente al beneficio propuesto que afecta a la variable de estudio y la situación actual de la compañía.

5 Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se presentan las conclusiones de los capítulos anteriores que componen la propuesta de mejoramiento de los procesos logísticos de la empresa Proyectos y Servicios Ltda. Adicionalmente, se presentan las recomendaciones dadas por los autores del documento.

5.1 Conclusiones

En la seccional Bogotá, se presentan tiempos de aprovisionamiento de hasta 15 días debido a que el proceso es gestionado por la seccional de Bucaramanga, con la propuesta de cambio de proveedores, los tiempos de aprovisionamiento disminuyen a 7 días con un ahorro de \$4.621.819,89, lo cual se traduce en el aumento del cumplimiento de servicios de la seccional.

La empresa no cuenta con un modelo de control de existencia de insumos, por tanto, no se cuenta con la cantidad de insumos necesarios para cumplir con la demanda de servicios, haciendo implementación de 5s's, política de inventario y una plantilla de gestión de indicadores de inventario, se disminuirán los tiempos de búsqueda de insumos en 120 minutos diarios y se aumentará el cumplimiento de los servicios en un 34% del total de servicios incumplidos.

El auxiliar logístico no tiene conocimiento suficiente del manejo del programa *General Ledger* para cumplir con sus labores. Haciendo uso de una capacitación del programa y una hoja de vida de los servicios prestados, se disminuirá la carga laboral del ingeniero de operaciones y permitirá apoyar las propuestas de gestión de inventarios y sistemas de información internos de la empresa, lo cual se traduce en ahorro de 120 minutos para acatar la programación de prestación de servicios.

La seccional Bogotá de la empresa, no tiene establecida una ruta de distribución de insumos hacia los puntos de obra, por lo cual no se conoce la incidencia en incumplimiento de servicios respecto a tiempo y costos. Haciendo implementación de la propuesta de planeación de rutas, se disminuye el tiempo de distribución en 155.671 horas de trabajo en cuanto al personal técnico aproximadamente en el mes.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda a la seccional Bogotá de la empresa Proyectos y Servicios Ltda, digitalizar información que acarrea la gestión documental, en la que se incluyen: contratos, pólizas, información de clientes y proveedores, con el fin, de disminuir el tiempo de búsqueda de estos para su actualización y respectivo control.

Adicionalmente, gestionar semestralmente, un plan de crecimiento de la demanda de servicios para actualizar la capacidad de la empresa para la satisfacción de la misma, esto permitirá actualizar sus instalaciones, personal, equipo y medios de control de operaciones.

6 Referencias

- Ávila, A. M. (2015). *UF0309: Análisis de proyectos de construcción*. España: Elearning SL. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=btNWDwAAQBAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Ballou, R. H. (2004). *Logística, administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Bastos, A. (2007). *DISTRIBUCIÓN LOGÍSTICA Y COMERCIAL. LA LOGÍSTICA EN LA EMPRESA*. España: Gesbiblo, S.L.
- Bauce, G. (2007). El problema de investigación. *Revista de la Facultad de Medicina*, 115-118. Recuperado el Agosto de 2018, de . *Revista de la Facultad de Medicina*. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Páginas (115-118). Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fmcd/articulo/view/total/115-118
- Becerra, K., Pedroza , V., Pinilla, J., & Vargas , M. (2017). *Implementation of ICTs in inventory management within the supply chain*. Obtenido de *Journal of Undergraduate Research*: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1696/2432>
- Benvenuto , Á. (2006). *IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ERP, SU IMPACTO EN LA GESTIÓN DE LA EMPRESA E INTEGRACIÓN CON OTRAS TIC*. Concepción: Capiv Review.
- Bienestar Familiar. (2016). *FICHAS TÉCNICAS ALIMENTOS GRUPO LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS*. Bogotá.
- Bogotaemprende. (2010). *Define y proyecta el flujo de caja de tu empresa*.
- Bogotaemprende. (2010). *Define y proyecta el flujo de caja de tu empresa*. Bogota.
- Cachon, G., & Terwiesch, C. (2013). *Matching Supply with Demand An Introduction to Operations Management* (Third Edition ed.). México: McGraw-Hill.
- Cano , P., Orue , F., Martinez , J., Mayett, Y., & Lopez , G. (2019). *Modelo de gestión logística para pequeñas y mediana empresas en México*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0186104215721510>
- Castañeda, C., Rodriguez, A., Auca, S., & Ruíz, S. (22 de 02 de 2021). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*. Obtenido de

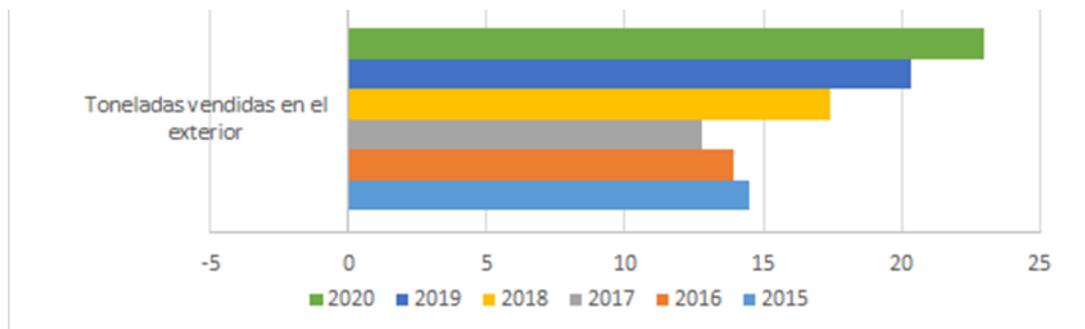
- http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18338/AUCCA%20FARFAN_CASTA%c3%91EDA%20VILCARA_MARIN%20SANTOS_RUIZ%20QUINTANILLA_RODRIGUEZ%20ALVAREZ_PUEST_NOORCID_DIAGRAMA.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Castellano, A. (2009). *Manual de la gestión logística del transporte y la distribución de mercancías*. Barranquilla: Ediciones uninorte.
- Cervone, H. (2010). *Using cost benefit analysis to justify digital library projects*. International digital library perspectives.
- Coll , F. (2020). Trade off. *Economipedia*, 1.
- Corral, R. (2017). *KPI's útiles*. Barcelona, España: LEEXONLINE.
- DIAN. (20 de Febrero de 2021). Obtenido de <https://www.dian.gov.co/>
- DIAN. (Febrero de 2021). *DIAN*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1ig6hJV8xKvMK3vbUp1pLaSGe7mtoDs1x/view?usp=sharing>
- Durán , Y. (2012). *Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas*. Mérida, Venezuela: Vision Gerencial +.
- Escudero, M. (2019). *Gestión de compras*. España: Ediciones, Parainfo S.A.
- FEDEARROZ. (2017). *Libro Censo general*. Federación Nacional de Arroceros.
- Gomez, N., Gomez, P., & Marquez, G. (2011). *Evaluación de proyectos por medio del análisis costo beneficio*. Bogotá: Monografías.
- González, C. (Enero - Junio de 2014). *Sistema para la Gestión Logística Empresarial*. Bogotá, Sotavento M.B.A, Colombia.
- Grajales, T. (27 de Marzo de 2000). *Investipos*. Obtenido de <https://cmappublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Icontec. (2021). *Home Colombia*. Obtenido de https://www.icontec.org/eval_conformidad/servicio-evaluacion-de-proveedores/
- Laveriano, W. (2010). *Actualidad Empresarial*. Madrid: Primera Quincena.
- Léberma, J. (6 de Agosto de 2015). *ISSUU*. Obtenido de https://issuu.com/johanedanielperezleberman/docs/_4__procesamiento_de_pedidos_y_sist

- Logycom. (2021). *Logycom*. Obtenido de Logística y comercio exterior: <https://www.logycom.mx/blog/logistica-de-aprovisionamiento#:~:text=La%20log%C3%ADstica%20de%20aprovisionamiento%20es,actividades%20de%20fabricaci%C3%B3n%20o%20comercializaci%C3%B3n>.
- Martínez, J., Herrera, R., & Salazar, L. (2017). Propuesta metodológica para la implementación de la filosofía lean en proyectos de construcción.
- Medina, J. M., & Sánchez, C. M. (2016). Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/161223.pdf>
- Orduz, J., & Sarmiento, N. (2016). Diseño y aplicación de instrumentos para los procesos de planeación para la dirección de proyectos de construcción de vías urbanas en pavimento rígido en la empresa INACON Ltda.
- Palacios Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos*. Bogotá: ECOE.
- Pico, A. (2016). *CESA*. Recuperado el agosto de 2018, de <http://www.cesa.edu.co/wp-content/uploads/2018/05/NORMAS-APA-v-2016.pdf>
- Pinheiro, O., Breval, S., Rodríguez, C., & Follman, N. (Junio de 2017). *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. Obtenido de SciELO: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052017000200264&script=sci_arttext&tlng=en
- Pinzón, C., & Fajardo, P. (2019). *Construcción de un modelo PSC (Planeación, Seguimiento y Control) para la integración gerencial*. Bogotá: Escuela Colombia de Ingeniería Julio Garavito.
- Proyectos y Servicios Ltda. (2017). *CONTROL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO*. Bogotá: Proyectos y Servicios Ltda.
- Proyectos y Servicios Ltda. (22 de 07 de 2021). Obtenido de Servicios: <https://www.proyectosyservicios.net/>
- Proyectos y Servicios Ltda. (2021). Obtenido de <https://www.proyectosyservicios.net/>
- PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA. (2021). Obtenido de <https://www.proyectosyservicios.net/>
- PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA. (2021). *LISTADO DE SERVICIOS PENDIENTES*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1oubuZLi6MyIKDJy-E-ln_-JI38Gdb0HK/view?usp=sharing

- Proyectos y Servicios Ltda. (2021). *Cotizaciones generadas - pendientes*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/18JMvxuU8EpSqxU4hO-NVfK6OUVUaxjGw/view?usp=sharing>
- Quintero, T. (Junio de 2012). Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/3155/1/1080224600.pdf>
- Rafael. (09 de 07 de 2021). (K. Castañeda , & M. Quiñonez, Entrevistadores)
- Ramma, A., Subramanya, K., & Rangaswamt, T. (September de 2012). *Impact of Warehousing Management System in a Supply Chain*. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.258.6734&rep=rep1&type=pdf>
- Salguero, J. (2018). *Competitividad e Innovación en el sector logístico en las economías de México, Chile y Colombia*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Sánchez, S., & Hernández, M. (2017). *Uniandes*. Recuperado el agosto de 2018, de <http://leo.uniandes.edu.co/index.php/menu-escritura/citas-y-referencias/9-apa>
- Stock Logistic. (Abril de 2021). *Stock Logistic*. Obtenido de <https://www.stocklogistic.com/metodo-fifo-valoracion-stock-almacen/>
- Stock Logistic. (Abril de 2021). *Stock Logistic*. Obtenido de <https://www.stocklogistic.com/metodo-fifo-valoracion-stock-almacen/>
- Vargas , L., & Ripe, F. (2015). *Propuesta para la mejor del proceso logístico de transporte y entrega de los productos comercializados por la compañía cceneca comercial Ltda*. Bogotá: Universidad Distrital.
- Vargas , L., & Ripe, Felipe. (2015). *Propuesta para la mejor del proceso logístico de transporte y entrega de los productos comercializados por la compañía cceneca comercial Ltda*. Bogotá: Universidad Distrital.
- Villanueva, R. (4 de Febrero de 2021). **RECOPIACIÓN INFORMACIÓN ENTREVISTA DE DIAGNÓSTICO EMPRESA PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA.** (Q. Castañeda, Entrevistador) Bogotá: Propia.
- Villanueva, R. (2021). **RECOPIACIÓN INFORMACIÓN ENTREVISTA DE DIAGNÓSTICO EMPRESA PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA.** Bogotá: Propia.

7 Anexos

Anexo A. Crecimiento del mercado de refrigeración industrial



Fuente: (DIAN, 2021)

Anexo B. Comportamiento del mercado de refrigeración industrial

	Toneladas vendidas en el exterior	Tasa de Cambio
2015	14,48323449	13%
2016	13,90390511	-4%
2017	12,7915927	-8%
2018	17,39656607	36%
2019	20,3539823	17%
2020	23	13%

(DIAN, 2020 citado en TradeMap, 2021)

Archivo original:

<https://drive.google.com/file/d/1goZXNUPAbo2sl1aZqigQqMZcowTfEtVZ/view?usp=sharing>

Archivo de apoyo:

https://drive.google.com/file/d/1X1ANn_UXNJtImCrmo-j5XxdG7ms4o9eM/view?usp=sharing

<https://drive.google.com/file/d/1HRcLgscZDAdnPewETriHhtqVhwtMN40L/view?usp=sharing>

Anexo C. Competidores del sector de refrigeración industrial

Nombre de la empresa	Productos o servicios comercializados	Número empleados	Ciudad
Agroinsumos WM SAS	3	2	Bogotá
Calderas Continental LTDA	4	31	Bogotá

Carrasco Rodríguez Fabio Ernesto	4	2	Cogua (Cundinamarca)
Colmáquinas SA en Reorganización - Colmáquinas	4	337	Bogotá
Compañía Colombiana de Ingeniería Metalmecánica SA - Comodista SA	2	10	Barranquilla
Eastam Soluciones Térmica Solares SAS	2	5	Medellín
Ecovapor SAS	6	2	La Estrella
Energía Térmica Sostenible y Ambiental LTDA	4	10	Bogotá
Enheco Engineering Heating And Combustion SAS	2	3	Bello
Ingeniería y Transformadores LTDA	1	10	Cartagena
Microcel Eduardo Franco SAS-Microcel	2	8	Barranquilla
Nuclear Service SA	5	5	Tunja
OIFC SAS	3	39	Cartagena
Prointermica Internacional SAS	4	6	Bogotá
SCF LTDA	4	9	Bogotá
Silva Mauricio	6	12	Soacha
Tecnik LTDA	6	30	Bogotá
Termacol SAS	3	5	Cali
Thermodynamic Y Engineering SAS En Reorganización - T&e	6	19	Bogotá
VR Ingeniería y Mercadeo SAS - VR Ingeniería SAS	6	172	Bogotá

Fuente: (DIAN, 2021)

Anexo D. Recopilación información de las entrevistas

https://docs.google.com/document/d/1wkcCzjKk2Ju1f896yNxkw1jEXLTcJ3_L/edit

Anexo E. Causas de inconclusión en prestación de servicios en enero y febrero 2021

Factores de inconclusión de servicio

Causal de incumplimiento	Cantidad de servicios	de Porcentaje en total de servicios inconclusos	de Porcentaje total en servicios totales
Equipo en mal estado	1	1%	0%
Escalera de 7 pasos	12	16%	4%
Falta de insumos	25	34%	8%
Servicio incompleto	20	27%	7%
Falta de manejadoras	8	11%	3%
Otros	7	10%	2%
Total	73	100%	25%

Fuente: (Proyectos y Servicios LTDA, 2021)

Archivo de información original: https://drive.google.com/file/d/1oubuZLi6MyIKDJy-E-In_-JI38Gdb0HK/view?usp=sharing

Anexo F. Tabla de tiempos de entrega de proveedores 2020

Proveedor	Tiempo de Entrega (días)
ELECTROCORRIENTE S.A.S	6
NACIONAL DE ELÉCTRICOS HH LTDA	7
INVERPRIMOS S.A.S	3
PROVINAS S.A.S	3
COPPER GROUP COLOMBIA	4
DISTRIBUCIONES COLOMBIA S.A.S	2
DICOL LTDA	8
POLIFUSIÓN S.A.S.	7
LUMAYER COLOMBIANA COMERCIALIZADORA S.A	6
KINDEX	4
TRANE COLOMBIA S.A	6
GALLIUM DE COLOMBIA S.A.S	3
TRS PARTES S.A	1
LG ELECTRONICS DE COLOMBIA LTDA	15
SUMATEC S.A.S	7
ELECTRO REY S.A.S	1
MELEXA S.A.S	6
CABLES COLOMBIA URIBE Y CIA S.C.A.	1
MUNDIAL DE TORNILLOS S.A	1
ARDISA S.A	1
DAIKIN AIRCONDITIONING COLOMBIA S.A.S	15
LAMINAIRE S.A.S	2
PROVINAS S.A.S	1
ENERGY LINE COLOMBIA S.A.S	2
CL INGENIERÍA COMERCIAL S.A.S	3
MESSER COLOMBIA S.A	4
GASFIRO S.A.S	10
INVERSIONES MEDESZ GROUP S.A.S	15
NAVARRO URIBE HERNANDO	3
MAYUN S.A.S	6
Promedio de tiempo de entrega	5,1

Fuente: (Proyectos y Servicios LTDA, 2021)

Anexo G valorización de inventario

OPERACIÓN	ENTRADA	SALIDA	EXISTENCIAS
------------------	----------------	---------------	--------------------

	UNIDADES	PRECIO	VALOR	UNIDADES	PRECIO	VALOR	UNIDADES	PRECIO	VALOR
1-ene									
3-abr									
6-may									

Fuente: (Stock Logistic, 2021)

Anexo H. Estructura del flujo de caja

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Saldo inicial							
Ventas							
Recaudos CXC							
Efectivo mínimo							
Inversión temporal							
Préstamo banco							
Inventario							

Disponible							
DESEMBOLSOS							
Pago CXP							
Costos de MOD							
Costos MAT							
Gastos de administración							
Costos indirectos de fabricación/ und							
Comisiones por venta							
Oblig, financieras							
Intereses anticip.							
Impuestos							
Costos fijos							
Gastos por pagar							
Reserva legal							
Depreciación							
Total desembolsos							
Diferencias							
Acumulado							

Fuente: (Bogotaemprende, 2010).

Anexo I. Formato de control de mantenimiento de equipos de aire acondicionado.

	CONTROL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO				FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 17/01/2017		VERSIÓN: 02				
	PYS-PS-FT-87				PAGINA 1 DE 1						
CLIENTE:				FECHA:							
CIUDAD:				ÁREA:							
UBICACIÓN:				TIPO DE EQUIPO:				<input type="checkbox"/> MINI SPLIT <input type="checkbox"/> PAQUETE <input type="checkbox"/> SPLIT <input type="checkbox"/> OTRO			
EQUIPO:		MARCA		DE		SERIE					
COMPRESOR:											
MANTENIMIENTO GENERAL											
LABORES			SI	NO	N/A	OBSERVACIONES					
Lavado del serpentín evaporador											
Lavado del serpentín condensadora											
Lavado de blower											
Lavado del Aspa de la condensadora											
Lavado del Filtro											
Lavado de Piezas en Generales											
Limpieza del Circuito Eléctrico											
Revisión General del Circuito Eléctrico											
Pintura en Partes Corroidas											
Mantenimiento Motor Ventilador											
ESTADO FINAL DEL EQUIPO											
Limpieza de drenaje											
Limpieza de bomba de condensado											
Desmontaje de consola para lavado											
Desmontaje de condensadora para lavado											
Otro:											
COMPRESOR		AMPERIOS	VOLTAJE	PRESION		ANTES ALTA:	ANTES BAJA:	DESPUES ALTA:	DESPUES BAJA:	CAPACIDAD EN BTU	
MOTOR EVAPORADOR		AMPERIOS:	VOLTAJE	MOTOR CONDENSADOR		AMPERIOS:	VOLTAJE:				
REPARACIONES GENERALES											
REPARACIÓN ELECTROMECÁNICA			SI	NO	N/A	REPARACIÓN ELECTROMECÁNICA			SI	NO	N/A
Búsqueda y corrección de fugas						Cambio de termocupla					
Carga de gas refrigerante						Cambio del tarjeta de control					
Cambio motor del ventilador						Cambio de aspa de condensadora					
Cambio motor del blower						Cambio de blower					
Cambio del Compresor						Cambio bujes o balineras					
Cambio del capacitor de marcha						Reparación de aislamiento térmico					
Cambio del capacitor del ventilador						Otro:					
Cambio del capacitor del blower						Otro:					
NOMBRE DEL TÉCNICO:				SUPERVISOR:			NOMBRE CLIENTE:				
							No de registro o cc				

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Anexo J . Muestra de alertas en los servicios totales realizados en el primer semestre de 2021

NOMBRE OFICINA	ALERTA Ene-Feb	OBSERVACIÓN	ALERTA Mar-Abr	OBSERVACIÓN	ALERTA Mayo-Jun	OBSERVACIÓN
Avenida Chile	NO		NO		SI	No tiene Aire
Avenida Chile	NO		NO		SI	No tiene Aire

Avenida Chile	SI	REQUIERE ESCALERA DE 7 PASOS	NO		NO	
Avenida Chile	NO		NO		NO	
San Diego	SI	REQUIERE ESCALERA DE 11 PASOS	NO		NO	
San Diego	si		NO		NO	
Los Héroes	Si	No Aires	NO		NO	
World Trade Center	SI	Se requiere pedir permiso una semana antes, para ingresar a las condensadoras Escalera de 7 pasos	SI	Se requiere pedir permiso una semana antes, para ingresar a las condensadoras Escalera de 7 pasos	NO	
World Trade Center	SI	Se requiere pedir permiso una semana antes, Escalera de 7 pasos	SI	Se requiere pedir permiso una semana antes, Escalera de 7 pasos	SI	6MTS Cable St-C encauchetado 3x10 AWG
Quinta Camacho	si	Escalera de 7 pasos	si	Escalera de 7 pasos	NO	
Quinta Camacho	si	Escalera de 7 pasos	si	Equipo En Mal Estado, Blower En Mal Estado	NO	
Quinta Camacho	si	Escalera de 7 pasos	si	Falta de varilla de enroscar de 4in	NO	
Quinta Camacho	si	Escalera de 7 pasos	si	Falat de bomba condensado miniblanc	NO	
Iserra 100	Si	No hay aires	NO		Si	NO disponibilidad de manómetros R410AITCool
Oficina de Recaudos y Pagos Centro Comercial Iserra 100	si	Oficina Cerrada	NO		si	No hay aires
Centro Comercial Milenio Plaza	si	Se debe hacer en horario de no atención al publico	si	Falta de branch lg mtb	si	Falta tubo rubatez 1/4IN x 1/2In X 2TS tramo
Centro Comercial Milenio Plaza	si	Se debe hacer en horario de no atención al publico	si	Falta de branch arlnbo 3321	si	Termostato room controller
Centro Comercial Milenio Plaza	no		no		no	

Centro Comercial Milenio Plaza	no	si	No hay bomba de condensado cassette trane mod	no		
Centro Comercial Milenio Plaza	no	no		no		
Tintal Plaza	no	si	No llegó ASW18PSBAN / ASV18PSBAX 2UND	no		
Tintal Plaza	no	no		no		
Bosa	no	si	Retraso de proveedor con minisplit 320	no		
Calle 54 N° 10-73		si	Pospuesto a nueva fecha	no		
Calle 54 N° 10-73		si	Sin chazo expansivo 3IN	no		
Calle 54 N° 10-73				no		
Calle 54 N° 10-73				no		
Santuario de Julio	20	si	No tiene Aire	NO	no	
Central San Martin	San	si	Escalera de 7 pasos	NO	si	Bomba condensador miniblanc 0,75TR A2TR aspen

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Anexo K. Clasificación de inventario ABC

Nombre	ABC	Porcentaje de representación del valor total de inventario	Porcentaje de representación de productos
tuberia flexible 3/4	A	80,1%	19,63%
tuberia flexible 1/4	A		
soldadura de plata x varilla	A		
tubería rígida 1/4	A		
cable instrumentación 2x18awg apantallado marca windy city	A		
cinta rubatex 2 1/2in	A		
curva pvc conduit 3/4	A		
bomba condensado miniblanc 0,75tr a 2 tr aspen	A		
tuberia flexible 5/8	A		
eva	A		
tuberia flexible 3/8	A		

fijador para tubo 1in	A	14,6%	20,56%
cable st-c encauchetado 3x10 awg	A		
centelsa 201554	A		
eva	A		
varilla roscable 3/8in	A		
jabon en polvo 125gr	A		
branch lg arblno1621	A		
branch lg arblno3321	A		
cable pe/hf/fr/lis calibre 12 agw	A		
verde lshf genérico	A		
refrigerante freon	A	5,3%	59,81%
tuerca zincada 3/8in	A		
base metálica nacional	B		
respirador sin válvula	B		
disco corte 4 1/2in	B		
tuberia flexible 1/2	B		
desengrasante industrial	B		
tubería rígida 1/7	B		
bomba condensado cassette trane mod.	B		
abrazadera ala sencilla 1/2	B		
cable thhn/thwn	B	5,3%	59,81%
chazo mariposa metálico 3/8	B		
coraza flexiconduit 3/4	B		
remache pop	B		
cable st-c encauchetado 3x10 awg	B		
centelsa 201555	B		
caja galvanizada cal 20	B		
asw18psban / asv18psbax	B		
control inalámbrico lg	B		
acid 2 pi x lt genérico 110097	B		
rubatex	B	5,3%	59,81%
tubería rígida 1/5	B		
nitrógeno x m3	B		
chazo expansico 3/8in	B		
cond:aruv121bte5 eva	B		
tapa cuadrada galvanizada	C		
tornillo carraje 3/8in	C		
cond:th3-048b eva	C		
tuberia emt	C		
controlador de interfaz	C		
no visible / fbao-6gc	C	5,3%	59,81%
base metalica 55 cm	C		
mob-60cr	C		
cond:aruv121bte5 eva	C		

rubatex tramo	C		
cond:th3-048b eva	C		
coraza flexiconduit 1/2	C		
tuberia emt	C		
tubería rígida 1/6	C		
condensadora inverter 24 kbtu 220v	C		
condensadora multistandar 18 kbtu 220 v	C		
cable thhn/thwn 12 awg cen	C		
bolsa de basura 75*90	C		
codo cu 1 1/8in 90°	C		
no visible	C		
rubates 1/8 in	C		
cable thhn 10	C		
ductoglax flex 6 in	C		
faceplate 2 espacios	C		
evaporador de muro 24 kbtu	C		
codo cu 1 1/8in 90°	C		
caja cuadrada a prueba de intemperie 3/4 in 3 huecos	C		
acople con tope cu 1/8in	C		
cilindro mappgas x 16oz qtx10	C		
conector recto coraza flexiconduit	C		
cable thhn 8	C		
chazo anclaje metálico 1/4in x 1/2	C		
refrigerante freon	C		
cond:mrcc12as eva	C		
arandela zincada 3/8in	C		
acrilico transparente careta			
esmerilar	C		
ductoglax flex 8 in	C		
breaker enchufado bipolar	C		
aceite bomba vacio x 500 cc	C		
no visible	C		
tripolar ezc	C		
tubería pvc ventilación 2in x ml	C		
terminal anillo amarillo	C		
acople con tope 3/8	C		
broca metal 1/8in	C		
cinta transparente genérico	C		
conduleta olb 3/4in90	C		
unión emt 1 in	C		
tornillo goloso 8mm	C		
interruptor automático			
termomagnético	C		

codo cu 1/4in 90	C		
adaptador a careta ajustable al casco de seguridad	C		
acople con tope 7/8in	C		
lanilla blanca x mts	C		
cartucho funda térmocogible	C		
abrazadera doble ojo	C		
aruv096bte5	C		
espuma poliuretano aerosol sika boom	C		
tuerca flare 1/4in	C		
tuerca flare 1/2in	C		
cable st-c encauchetado 3x10 awg centelsa 201558	C		
cable st-c encauchetado 3x10 awg centelsa 201562	C		
control central ac-smart bacnet premium	C		
cable pe/hf/fr/lis calibre 12 agw blanco lshf genérico	C		

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Anexo L. Indicadores de inventario

Nombre	Total (DEMANDA)	Conteo	Nivel de rotación	Fuera de stock	Cobertura del stock
tuberia flexible 3/4	343959,2	195,62	293,050472	95,62	0,20
tuberia flexible 1/4	253747,988	360	117,47592	260,00	0,51
soldadura de plata x varilla	57482,75	265	36,152673	165,00	1,66
tubería rígida 1/4	375236,24	130	481,072103	30,00	0,12
cable instrumentación 2x18awg apantallado marca windy city	441501,55	235	313,121667	135,00	0,19
cinta rubatex 2 1/2in	128228,75	121	176,623623	21,00	0,34
curva pvc conduit 3/4	49437,21	107	77,005	7,00	0,78
bomba condensado miniblanc 0,75tr a 2 tr aspen	911383,8	4	37974,325	-96,00	0,00
tuberia flexible 5/8	23593336,99	83	47376,1787	-17,00	0,00
eva	1815521,708	96,68	3129,77815	-3,32	0,02
tuberia flexible 3/8	487523,72	80,2	1013,14156	-19,80	0,06
fijador para tubo 1in	89306	140	106,316667	40,00	0,56
cable st-c encauchetado 3x10 awg centelsa 201554	1358520,56	412	549,563333	312,00	0,11
eva	252539,84	62	678,870538	-38,00	0,09
varilla roscable 3/8in	226763,94	99	381,757475	-1,00	0,16

jabon en polvo 125gr	61648,05	69	148,908333	-31,00	0,40
branch lg arblno1621	121804,62	1	20300,77	-99,00	0,00
branch lg arblno3321	152824,46	1	25470,7433	-99,00	0,00
cable pe/hf/fr/lis calibre 12 agw verde lshf genérico	99906,6	70	237,872857	-30,00	0,25
refrigerante freon	59684	22	452,151515	-78,00	0,13
tuerca zincada 3/8in	32347,35	735	7,335	635,00	8,18
base metálica nacional	41370,62	22	313,413788	-78,00	0,19
respirador sin válvula	1068240,78	175	1017,37217	75,00	0,06
disco corte 4 1/2in	39752,48	16	414,088333	-84,00	0,14
tubería flexible 1/2	2004940	26	12852,1795	-74,00	0,00
desengrasante industrial	333402,075	40,5	1372,025	-59,50	0,04
tubería rígida 1/7	166538,28	24	1156,51583	-76,00	0,05
bomba condensado cassette trane mod.	525713	1	87618,8333	-99,00	0,00
abrazadera ala sencilla 1/2	91024,8	240	63,2116667	140,00	0,95
cable thhn/thwn	110227,9	90	204,125741	-10,00	0,29
chazo mariposa metálico 3/8	68709,61	200	57,2580083	100,00	1,05
coraza flexiconduit 3/4	44015,4	18	407,55	-82,00	0,15
remache pop	1200	100	2	0,00	30,00
cable st-c encauchetado 3x10 awg centelsa 201555	272647,44	72	631,128333	-28,00	0,10
caja galvanizada cal 20	64544,85	45	239,055	-55,00	0,25
asw18psban / asv18psbax	3607902,45	3	200439,025	-97,00	0,00
control inalámbrico lg	712553,35	5	23751,7783	-95,00	0,00
acid 2 pi x lt genérico l10097	99404,08	12,26	1351,33333	-87,74	0,04
rubatex	40637,44	16	423,306667	-84,00	0,14
tubería rígida 1/5	144636,72	10	2410,612	-90,00	0,02
nitrógeno x m3	79407,162	5,3	2497,08057	-94,70	0,02
chazo expansico 3/8in	109887,84	556	32,94	456,00	1,82
cond:aruv121bte5 eva	4710870	2	392572,5	-98,00	0,00
tapa cuadrada galvanizada	75920,88	42	301,273333	-58,00	0,20
tornillo carraje 3/8in	79755,5	922	14,4171186	822,00	4,16
cond:th3-048b eva	308062,32	129	398,013333	29,00	0,15
tubería emt	209645,28	6	5823,48	-94,00	0,01
controlador de interfaz	495000	3	27500	-97,00	0,00
no visible / fbao-6gc	256934,58	2	21411,215	-98,00	0,00
base metálica 55 cm	87721,6	3	4873,42222	-97,00	0,01
mob-60cr	1021108,36	2	85092,3633	-98,00	0,00
cond:aruv121bte5 eva	894572	1	149095,333	-99,00	0,00
rubatex tramo	90061,66	26	577,318333	-74,00	0,10
cond:th3-048b eva	247999,16	82	504,063333	-18,00	0,12
coraza flexiconduit 1/2	3763,16	18	34,8440741	-82,00	1,72

tubería emt	85842,4	7	2043,86667	-93,00	0,03
tubería rígida 1/6	177329,76	4	7388,74	-96,00	0,01
condensadora inverter 24 kbtu 220v	1076654,24	1	179442,373	-99,00	0,00
condensadora multistandar 18 kbtu 220 v	1293869	1	215644,833	-99,00	0,00
cable thhn/thwn 12 awg cen	22477,4	20	187,311667	-80,00	0,32
bolsa de basura 75*90	4633,4	96	8,04409722	-4,00	7,46
codo cu 1 1/8in 90°	145480,72	38	638,073333	-62,00	0,09
no visible	393722,44	3,5	18748,6876	-96,50	0,00
rubates 1/8 in	273506,5	50	911,688333	-50,00	0,07
cable thhn 10	44062,48	29	253,232644	-71,00	0,24
ductoglx flex 6 in	203671,25	20	1697,26042	-80,00	0,04
faceplate 2 espacios	29268	6	813	-94,00	0,07
evaporador de muro 24 kbtu	1141490	2	95124,1667	-98,00	0,00
codo cu 1 1/8in 90°	343962,18	24	2388,62625	-76,00	0,03
caja cuadrada a prueba de intemperie 3/4 in 3 huecos	9329,52	1	1554,92	-99,00	0,04
acople con tope cu 1/8in	23717,8	10	395,296667	-90,00	0,15
cilindro mappgas x 16oz qtx10	16639,74	1	2773,29	-99,00	0,02
conector recto coraza flexiconduit	11712,05	7	278,858333	-93,00	0,22
cable thhn 8	48294,96	19	423,64	-81,00	0,14
chazo anclaje metálico 1/4in x 1/2	37835	329	19,1666667	229,00	3,13
refrigerante freon	59082,82	1	9847,13667	-99,00	0,01
cond:mrcc12as eva	205980,28	23	1492,61072	-77,00	0,04
arandela zincada 3/8in	13995,61	600	3,88766944	500,00	15,43
acrilico transparente careta esmerilar	23788	2	1982,33333	-98,00	0,03
ductoglx flex 8 in	95435,64	9	1767,32667	-91,00	0,03
breaker enchufado bipolar	58336,28	1	9722,71333	-99,00	0,01
aceite bomba vacio x 500 cc	61783	1	10297,1667	-99,00	0,01
no visible	576062,14	1	96010,3567	-99,00	0,00
tripolar ezc	292000	1	48666,6667	-99,00	0,00
tubería pvc ventilación 2in x ml	20143,86	6	559,551667	-94,00	0,11
terminal anillo amarillo	1825,2	12	25,35	-88,00	2,37
acople con tope 3/8	43973,44	70	104,698667	-30,00	0,57
broca metal 1/8in	1275,51	1	212,585	-99,00	0,28
cinta transparente genérico	27472,55	7	654,108333	-93,00	0,09
conduleta olb 3/4in90	29858,7	5	995,29	-95,00	0,06
unión emt 1 in	7632,4	8	159,008333	-92,00	0,38
tornillo goloso 8mm	3835,8	180	3,55166667	80,00	16,89
interrupor automático					
termomagnético	107600	1	17933,3333	-99,00	0,00
codo cu 1/4in 90	28159,56	44	106,665	-56,00	0,56

adaptador a careta ajustable al casco de seguridad	20428,58	2	1702,38167	-98,00	0,04
acople con tope 7/8in	38873,8	27	239,961728	-73,00	0,25
lanilla blanca x mts	36881,28	2	3073,44	-98,00	0,02
cartucho funda térmocogible	83413,52	1	13902,2533	-99,00	0,00
abrazadera doble ojo	10326,4	12,26	140,380642	-87,74	0,43
aruv096bte5	3608325,36	1	601387,56	-99,00	0,00
espuma poliuretano aerosol sika boom	26722,75	1	4453,79167	-99,00	0,01
tuerca flare 1/4in	15700	26	100,641026	-74,00	0,60
tuerca flare 1/2in	8695	5	289,833333	-95,00	0,21
cable st-c encauchetado 3x10 awg centelsa 201558	282375,72	0	0	-100,00	0,00
cable st-c encauchetado 3x10 awg centelsa 201562	254973,6	0	0	-100,00	0,00
control central ac-smart bacnet premium	7462328	0	0	-100,00	0,00
cable pe/hf/fr/lis calibre 12 agw blanco lshf genérico	33623,25	0	0	-100,00	0,00
		7922,32	0	19	12

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Anexo M. Costo de inventario unitario de insumos en la Bodega de la seccional Bogotá, 2021

Nombre	Conteo	Costo UND actuales	Costo unitario	Costo de mantener una unidad en inventario
Tubería Flexible 3/4	195,62	\$ 5.242.616,00	\$ 26.800,00	\$ 3.743,96
Tubería Flexible 1/4	690	\$ 4.830.000,00	\$ 7.000,00	\$ 977,90
Soldadura De Plata X Varilla	265	\$ 4.306.250,00	\$ 16.250,00	\$ 2.270,13
Tubería Rígida 1/4	130	\$ 1.963.000,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Cable Instrumentación 2x18awg Apantallado Marca Windy City	235	\$ 1.880.000,00	\$ 8.000,00	\$ 1.117,60
Cinta Rubatex 2 1/2in	680	\$ 1.428.000,00	\$ 2.100,00	\$ 293,37
Curva Pvc Conduit 3/4	107	\$ 1.369.600,00	\$ 12.800,00	\$ 1.788,16
Bomba Condensado Miniblanc 0,75tr A 2 Tr Aspen	4	\$ 1.271.200,00	\$ 317.800,00	\$ 44.396,66
Tubería Flexible 5/8	83	\$ 1.253.300,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Eva	96,68	\$ 1.227.836,00	\$ 12.700,00	\$ 1.774,19
Tubería Flexible 3/8	80,2	\$ 1.211.020,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Fijador Para Tubo 1in	140	\$ 1.204.000,00	\$ 8.600,00	\$ 1.201,42

Cable St-C Encauchetado 3x10 Awg Centelsa 201554	412	\$ 1.058.840,00	\$ 2.570,00	\$ 359,03
Eva	62	\$ 787.400,00	\$ 12.700,00	\$ 1.774,19
Varilla Roscable 3/8in	99	\$ 584.100,00	\$ 5.900,00	\$ 824,23
Jabon En Polvo 125gr	69	\$ 552.000,00	\$ 8.000,00	\$ 1.117,60
Branch Lg Arblno1621	1	\$ 532.000,00	\$ 532.000,00	\$ 74.320,40
Branch Lg Arblno3321	1	\$ 532.000,00	\$ 532.000,00	\$ 74.320,40
Cable Pe/Hf/Fr/Ls Calibre 12 Agw Verde Lshf Genérico	70	\$ 532.000,00	\$ 7.600,00	\$ 1.061,72
Refrigerante Freon	22	\$ 528.000,00	\$ 24.000,00	\$ 3.352,80
Tuerca Zincada 3/8in	735	\$ 514.500,00	\$ 700,00	\$ 97,79
Base Metálica Nacional	22	\$ 508.200,00	\$ 23.100,00	\$ 3.227,07
Respirador Sin Válvula	175	\$ 490.000,00	\$ 2.800,00	\$ 391,16
Disco Corte 4 1/2in	16	\$ 428.800,00	\$ 26.800,00	\$ 3.743,96
Tubería Flexible 1/2	26	\$ 392.600,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Desengrasante Industrial	40,5	\$ 372.600,00	\$ 9.200,00	\$ 1.285,24
Tubería Rígida 1/7	24	\$ 362.400,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Bomba Condensado Casette Trane Mod.	1	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00	\$ 48.895,00
Abrazadera Ala Sencilla 1/2	240	\$ 288.000,00	\$ 1.200,00	\$ 167,64
Cable Thhn/Thwn	90	\$ 247.500,00	\$ 2.750,00	\$ 384,18
Chazo Mariposa Metálico 3/8	200	\$ 240.000,00	\$ 1.200,00	\$ 167,64
Coraza Flexiconduit 3/4	18	\$ 230.400,00	\$ 12.800,00	\$ 1.788,16
Remache Pop	100	\$ 200.000,00	\$ 2.000,00	\$ 279,40
Cable St-C Encauchetado 3x10 Awg Centelsa 201555	72	\$ 198.000,00	\$ 2.750,00	\$ 384,18
Caja Galvanizada Cal 20	45	\$ 198.000,00	\$ 4.400,00	\$ 614,68
Asw18psban / Asv18psbax	3	\$ 168.000,00	\$ 56.000,00	\$ 7.823,20
Control Inalámbrico Lg	5	\$ 165.000,00	\$ 33.000,00	\$ 4.610,10
Acid 2 Pi X Lt Genérico L10097	12,26	\$ 156.928,00	\$ 12.800,00	\$ 1.788,16
Rubatex	16	\$ 154.400,00	\$ 9.650,00	\$ 1.348,11
Tubería Rígida 1/5	10	\$ 151.000,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Nitrógeno X M3	5,3	\$ 148.400,00	\$ 28.000,00	\$ 3.911,60
Chazo Expansico 3/8in	556	\$ 144.560,00	\$ 260,00	\$ 36,32
Cond:ARUV121BTE5 EVA	2	\$ 136.000,00	\$ 68.000,00	\$ 9.499,60
Tapa Cuadrada Galvanizada	42	\$ 130.200,00	\$ 3.100,00	\$ 433,07
Tornillo Carriaje 3/8in	922	\$ 110.640,00	\$ 120,00	\$ 16,76
Cond:TH3-048B EVA	129	\$ 103.200,00	\$ 800,00	\$ 111,76
Tubería Emt	6	\$ 90.600,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Controlador De Interfaz	3	\$ 87.600,00	\$ 29.200,00	\$ 4.079,24
No Visible / Fbao-6gc	2	\$ 82.000,00	\$ 41.000,00	\$ 5.727,70
Base Metalica 55 Cm	3	\$ 69.300,00	\$ 23.100,00	\$ 3.227,07
Mob-60cr	2	\$ 68.000,00	\$ 34.000,00	\$ 4.749,80
Cond:ARUV121BTE5 EVA	1	\$ 68.000,00	\$ 68.000,00	\$ 9.499,60

Rubatex Tramo	26	\$ 67.600,00	\$ 2.600,00	\$ 363,22
Cond:TH3-048B EVA	82	\$ 65.600,00	\$ 800,00	\$ 111,76
Coraza Flexiconduit 1/2	18	\$ 64.080,00	\$ 3.560,00	\$ 497,33
Tubería Emt	7	\$ 63.700,00	\$ 9.100,00	\$ 1.271,27
Tubería Rígida 1/6	4	\$ 60.400,00	\$ 15.100,00	\$ 2.109,47
Condensadora Inverter 24 Kbtu 220v	1	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	\$ 8.382,00
Condensadora Multistandar 18 Kbtu 220 V	1	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	\$ 8.382,00
Cable Thhn/Thwn 12 Awg Cen	20	\$ 60.000,00	\$ 3.000,00	\$ 419,10
Bolsa De Basura 75*90	96	\$ 57.600,00	\$ 600,00	\$ 83,82
Codo Cu 1 1/8in 90°	38	\$ 48.640,00	\$ 1.280,00	\$ 178,82
No Visible	3,5	\$ 44.800,00	\$ 12.800,00	\$ 1.788,16
Rubates 1/8 In	50	\$ 40.000,00	\$ 800,00	\$ 111,76
Cable Thhn 10	29	\$ 37.120,00	\$ 1.280,00	\$ 178,82
Ductoglax Flex 6 In	20	\$ 36.000,00	\$ 1.800,00	\$ 251,46
Faceplate 2 Espacios	6	\$ 33.600,00	\$ 5.600,00	\$ 782,32
Evaporador De Muro 24 Kbtu	2	\$ 32.800,00	\$ 16.400,00	\$ 2.291,08
Codo Cu 1 1/8in 90°	24	\$ 30.720,00	\$ 1.280,00	\$ 178,82
Caja Cuadrada A Prueba De Intemperie 3/4 In 3 Huecos	1	\$ 26.780,00	\$ 26.780,00	\$ 3.741,17
Acople Con Tope Cu 1/8in	10	\$ 26.000,00	\$ 2.600,00	\$ 363,22
Cilindro Mappgas X 16oz Qtx10	1	\$ 26.000,00	\$ 26.000,00	\$ 3.632,20
Conector Recto Coraza Flexiconduit	7	\$ 24.920,00	\$ 3.560,00	\$ 497,33
Cable Thhn 8	19	\$ 24.320,00	\$ 1.280,00	\$ 178,82
Chazo Anclaje Metálico 1/4in X 1/2	329	\$ 19.740,00	\$ 60,00	\$ 8,38
Refrigerante Freon	1	\$ 19.500,00	\$ 19.500,00	\$ 2.724,15
Cond:MRCC12AS EVA	23	\$ 18.400,00	\$ 800,00	\$ 111,76
Arandela Zincada 3/8in	600	\$ 18.000,00	\$ 30,00	\$ 4,19
Acilico Transparente Careta Esmerilar	2	\$ 17.200,00	\$ 8.600,00	\$ 1.201,42
Ductoglax Flex 8 In	9	\$ 17.100,00	\$ 1.900,00	\$ 265,43
Breaker Enchufado Bipolar	1	\$ 16.800,00	\$ 16.800,00	\$ 2.346,96
Aceite Bomba Vacio X 500 Cc	1	\$ 15.300,00	\$ 15.300,00	\$ 2.137,41
No Visible	1	\$ 12.800,00	\$ 12.800,00	\$ 1.788,16
Tripolar Ezc	1	\$ 12.800,00	\$ 12.800,00	\$ 1.788,16
Tubería Pvc Ventilación 2in X MI	6	\$ 11.400,00	\$ 1.900,00	\$ 265,43
Terminal Anillo Amarillo	12	\$ 10.800,00	\$ 900,00	\$ 125,73
Acople Con Tope 3/8	70	\$ 8.960,00	\$ 128,00	\$ 17,88
Broca Metal 1/8in	1	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 1.117,60
Cinta Transparente Genérico	7	\$ 7.210,00	\$ 1.030,00	\$ 143,89
Conduleta Olb 3/4in90	5	\$ 6.400,00	\$ 1.280,00	\$ 178,82
Unión Emt 1 In	8	\$ 6.400,00	\$ 800,00	\$ 111,76
Tornillo Goloso 8mm	180	\$ 5.400,00	\$ 30,00	\$ 4,19

Interruptor Automático Termomagnético	1	\$ 5.300,00	\$ 5.300,00	\$ 740,41
Codo Cu 1/4in 90	44	\$ 5.280,00	\$ 120,00	\$ 16,76
Adaptador A Careta Ajustable Al Casco De Seguridad	2	\$ 5.200,00	\$ 2.600,00	\$ 363,22
Acople Con Tope 7/8in	27	\$ 3.456,00	\$ 128,00	\$ 17,88
Lanilla Blanca X Mts	2	\$ 2.400,00	\$ 1.200,00	\$ 167,64
Cartucho Funda Térmocogible	1	\$ 1.280,00	\$ 1.280,00	\$ 178,82
Abrazadera Doble Ojo	12,26	\$ 1.226,00	\$ 100,00	\$ 13,97
Aruv096bte5	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 167,64
Espuma Poliuretano Aerosol Sika Boom	1	\$ 590,00	\$ 590,00	\$ 82,42
Tuerca Flare 1/4in	26	\$ 520,00	\$ 20,00	\$ 2,79
Tuerca Flare 1/2in	5	\$ 95,00	\$ 19,00	\$ 2,65
Cable St-C Encauchetado 3x10 Awg Centelsa 201558	0	0	0	0
Cable St-C Encauchetado 3x10 Awg Centelsa 201562	0	0	0	0
Control Central Ac-Smart Bacnet Premium	0	0	0	0
Cable Pe/Hf/Fr/Ls Calibre 12 Agw Blanco Lshf Genérico	0	0	0	0
	8811,32	\$ 40.597.427,00		\$ 399.637,69

Fuente: Proyectos Y Servicios Ltda (2021)

Anexo N. Alternativa 1 proveedor IPR Partes y Repuestos.

Nombre	Proveedor	Ciudad	Cantidad mínima de entrega		Cantidad máxima de entrega		Precio IVA incluido
			Cantidad	Tiempo (días)	Cantidad	Tiempo (días hábiles)	
Tubería Flexible 3/4	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	15	1	2100	6	\$ 376.891,00
Tubería Flexible 1/4	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	15	1	2100	6	\$ 102.101,00
Soldadura De Plata X Varilla	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	61	6	\$ 1.176,00
Tubería Rígida 1/4	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	15	1	1850	6	\$ 156.420,00
Cable Instrumentación 2x18awg Apantallado Marca Windy City	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	3200	6	\$ 26.125,00
Cinta Rubatex 2 1/2in	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	7	1	350	6	\$ 27.300,00
Curva Pvc Conduit 3/4	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	30	1	3500	6	\$ 34.773,00

Bomba Condensado Miniblanc 0,75tr A 2 Tr Aspen	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	55	6	\$ 157.143,00
Tuberia Flexible 5/8	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	15	1	1600	6	\$ 198.900,00
Eva	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	40	6	\$ 290.000,00
Tuberia Flexible 3/8	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	15	1	2600	6	\$ 165.126,00
Fijador Para Tubo 1in	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	260	6	\$ 6.200,00
Cable St-C Encauchetado 3x10 Awg Centelsa 201554	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	30	1	500	6	\$ 180.252,00
Varilla Roscable 3/8in	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	60	6	\$ 23.200,00
Jabon En Polvo 125gr	McClellan	Bogotá	1	1	41	6	\$ 4.100,00
Branch Lg Arblno1621	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	450	6	\$ 31.300,00
Branch Lg Arblno3321	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	450	6	\$ 31.300,00
Cable Pe/Hf/Fr/Ls Calibre 12 Agw Verde Lshf Genérico	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	30	1	2000	6	\$ 124.500,00
Refrigerante Freon	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	1	1	42	6	\$ 16.500,00
Tuerca Zincada 3/8in	IPR Partes y Repuestos	Bogotá	100	1	3500	6	\$ 3.600,00

Fuente: Realización propia adaptado de (Repuestos, 2021)

Anexo O. Alternativa 2 Proveedor TRS Partes S.A.

Nombre	Proveedor	Ciudad	Cantidad mínima de entrega		Cantidad máxima de entrega		Precio IVA incluido
			Cantidad	Tiempo (días)	Cantidad	Tiempo (días hábiles)	
Tuberia Flexible 3/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	2000	6	\$ 348.750,00
Tuberia Flexible 1/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	1200	6	\$ 119.250,00
Soldadura De Plata X Varilla	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	95	6	\$ 2.020,00
Tubería Rígida 1/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	2600	6	\$ 147.900,00
Cable Instrumentación 2x18awg Apantallado Marca Windy City	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	1600	6	\$ 26.100,00

Cinta Rubatex 2 1/2in	TRS Partes	Cali-Bogotá	7	1	890	6	\$ 4.150,00
Curva Pvc Conduit 3/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	30	1	3100	6	\$ 26.100,00
Bomba Condensado Miniblanc 0,75tr A 2 Tr Aspen	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	49	6	\$ 268.254,00
Tuberia Flexible 5/8	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	750	6	\$ 211.500,00
Eva	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	160	6	\$ 245.000,00
Tuberia Flexible 3/8	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	2050	6	\$ 138.450,00
Fijador Para Tubo 1in	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	460	6	\$ 4.231,00
Cable St-C Encauchetado 3x10 Awg Centelsa 201554	TRS Partes	Cali-Bogotá	30	1	160	6	\$ 26.130,00
Varilla Roscable 3/8in	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	590	6	\$ 23.200,00
Jabon En Polvo 125gr	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	60	6	\$ 3.610,00
Branch Lg Arblno1621	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	20	6	\$ 32.600,00
Branch Lg Arblno3321	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	55	6	\$ 32.600,00
Cable Pe/Hf/Fr/Ls Calibre 12 Agw Verde Lshf Genérico	TRS Partes	Cali-Bogotá	30	1	900	6	\$ 17.260,00
Refrigerante Freon	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	65	6	\$ 14.630,00
Tuerca Zincada 3/8in	TRS Partes	Cali-Bogotá	100	1	140	6	\$ 4.350,00

Fuente: Realización propia adaptado de (TRS Partes S.A., 2021)

Anexo P. Alternativa 3 proveedores locales: AIR SHOP y almacenes de refrigeración

Nombre	Proveedor	Ciudad	Cantidad mínima de entrega		Cantidad máxima de entrega		Precio IVA incluido
			Cantidad	Tiempo (días)	Cantidad	Tiempo (días hábiles)	
Tuberia Flexible 3/4	Air Shop	Bogotá	15	1	500	5	\$ 432.000
Tuberia Flexible 1/4	Air Shop	Bogotá	15	1	1500	5	\$ 184.500
Soldadura De Plata X Varilla	Air Shop	Bogotá	1	1	50	5	\$ 1.950
Tubería Rígida 1/4	Almacenes Refrigeración	Bogotá	15	1	500	sujeto a inventario	\$ 157.500
Cable Instrumentación 2x18awg Apantallado Marca Windy City	Almacenes Refrigeración	Bogotá	1	1	200	sujeto a inventario	\$ 26.000

Cinta Rubatex 2 1/2in	Air Shop	Bogotá	1	1	280	5	\$ 23.000
Curva Pvc Conduit 3/4	Almacenes Refrigeración	Bogotá	30	1	950	5	\$ 108.000
Bomba Condensado Miniblanc 0,75tr A 2 Tr Aspen	Air Shop	Bogotá	1	1	45	5	\$ 236.000
Tuberia Flexible 5/8	Air Shop	Bogotá	15	1	900	5	\$ 466.500
Eva	Almacenes Refrigeración	Bogotá	1	1	20	5	\$ 292.000
Tuberia Flexible 3/8	Air Shop	Bogotá	15	1	1260	5	\$ 391.500
Fijador Para Tubo 1in	Almacenes Refrigeración	Bogotá	1	1	150	5	\$ 2.800
Cable St-C Encauchetado 3x10 Awg Centelsa 201554	Air Shop	Bogotá	1	1	400	5	\$ 20.500
Varilla Roscable 3/8in	Almacenes refrigeración	Bogotá	1	1	30	5	\$ 23.200
Jabon En Polvo 125gr		Bogotá					
Branch Arblno1621 Lg	Almacenes refrigeración	Bogotá	1	1	30	5	\$ 31.500
Branch Arblno3321 Lg	Almacenes refrigeración	Bogotá	1	1	35	5	\$ 31.900
Cable Pe/Hf/Fr/Ls Calibre 12 Agw Verde Lshf Genérico	Almacenes refrigeración	Bogotá	15	1	800	5	\$ 61.950
Refrigerante Freon	Almacenes refrigeración	Bogotá	1	1	5	5	\$ 504.201
Tuerca Zincada 3/8in	Almacenes refrigeración	Bogotá		1		5	\$ 504.201

Fuente: Realización Propia

Anexo Q. Listado de insumos no registrados ubicados en la estantería principal de la seccional Bogotá.

Nombre del Insumo	Cantidades
TUBERIA FLEXIBLE 1/4	29
TUBERÍA RÍGIDA 1/4	8
TUBERIA FLEXIBLE 5/8	16
JABON EN POLVO 125GR	3
BRANCH LG ARBLNO1621	8
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF	3
TUERCA ZINCADA 3/8IN	81
RESPIRADOR SIN VÁLVULA	2
CONDENSADORA INVERTER 24 KBTU 220V	1
CONDENSADORA MULTISTANDAR 18 KBTU 220 V	2
FACEPLATE 2 ESPACIOS	15
ACOPLE CON TOPE CU 1/8IN	43

ACRILICO TRANSPARENTE CARETA ESMERILAR	1
TERMINAL ANILLO AMARILLO	34
CINTA TRANSPARENTE GENÉRICO	6
TORNILLO GOLOSO 8MM	196
ACOPLE CON TOPE 7/8IN	67
TUERCA FLARE 1/4IN	152
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW BLANCO LSHF	20
CAJA GALVANIZADA	61

Fuente: Realización Propia

Anexo R. Referenciación de unidades en inventario para la totalidad de insumos.

Código de Ubicación	Insumo
EPN1S02534	TUBERIA FLEXIBLE 5/8
EPN1S07461	CONTROL CENTRAL AC-SMART BACNET PREMIUM
EPN1S17367	Cond:ARUV121BTE5 EVA
EPN1S05856	ARUV096BTE5
EPN1S15422	ASW18PSBAN / ASV18PSBAX
EPN1S0408	TUBERIA FLEXIBLE 1/2
EPN1S11967	EVA
EPN1S1118	CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554
EPN1S06576	CONDENSADORA MULTISTANDAR 18 KBTU 220 V
EPN1S11050	EVAPORADOR DE MURO 24 KBTU
EPN1S04690	CONDENSADORA INVERTER 24 KBTU 220V
EPN2S18015	RESPIRADOR SIN VÁLVULA
EPN1S16577	MOB-60CR
EPN1S14079	BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN
EPN1S2770	Cond:ARUV121BTE5 EVA
EPN2S23856	CONTROL INALÁMBRICO LG
EPN2S22524	no visible
EPN1S26661	BOMBA CONDENSADO CASSETTE TRANE MOD.
EPN1S23002	CONTROLADOR DE INTERFAZ
EPN2S02531	TUBERIA FLEXIBLE 3/8
EPN1S07106	CABLE 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY
EPN2S21024	NO VISIBLE
EPN1S02554	TUBERÍA RÍGIDA 1/4
EPN2S2400	CODO CU 1 1/8IN 90°
EPN1S0298	TUBERIA FLEXIBLE 3/4
EPN2S25708	DESENGRASANTE INDUSTRIAL
EPN1S02338	Cond:TH3-048B EVA
EPN1S27903	TRIPOLAR EZC
EPN2S1112	CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201558
EPN2S140	RUBATES 1/8 IN

EPN2S1113	CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201555
EPN2S13343	NO VISIBLE / FBAO-6GC
EPN2S15862	CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201562
EPN1S02537	TUBERIA FLEXIBLE 1/4
EPN2S12532	EVA
EPN2S145	Cond:TH3-048B EVA
EPN2S1864	VARILLA ROSCABLE 3/8IN
EPN2S1303	TUBERIA EMT
EPN2S144	Cond:MRCC12AS EVA
EPN2S138	DUCTOGLAX FLEX 6 IN
EPN1S02550	TUBERÍA RÍGIDA 1/6
EPN1S03590	TUBERÍA RÍGIDA 1/7
EPN2S11119	BRANCH LG ARBLNO3321
EPN2S1399	CODO CU 1 1/8IN 90°
EPN1S02553	TUBERÍA RÍGIDA 1/5
EPN2S23	CINTA RUBATEX 2 1/2IN
EPN2S21118	BRANCH LG ARBLNO1621
EPN2S299	CABLE THHN/THWN
EPN2S2726	CHAZO EXPANSICO 3/8IN
EPN2S23188	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TERMOMAGNÉTICO
EPN2S28013	CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF
EPN2S32326	ACID 2 PI X LT GENÉRICO L10097
EPN2S339	DUCTOGLAX FLEX 8 IN
EPN2S3708	ABRAZADERA ALA SENCILLA 1/2
EPN2S350	RUBATEX TRAMO
EPN2S3763	FIJADOR PARA TUBO 1IN
EPN2S31944	BASE METALICA 55 CM
EPN1S0304	TUBERIA EMT
EPN2S33346	CARTUCHO FUNDA TÉRMOCOGIBLE
EPN2S3839	TORNILLO CARRIAJE 3/8IN
EPN2S32087	NITRÓGENO X M3
EPN2S32091	TAPA CUADRADA GALVANIZADA
EPN2S3729	CHAZO MARIPOSA METÁLICO 3/8
EPN2S3219	CAJA GALVANIZADA CAL 20
EPN3S12331	ACEITE BOMBA VACIO X 500 CC
EPN3S11650	JABON EN POLVO 125GR
EPN3S12574	REFRIGERANTE FREON
EPN3S12576	REFRIGERANTE FREON
EPN3S11193	BREAKER ENCHUFADO BIPOLAR
EPN3S149	SOLDADURA DE PLATA X VARILLA
EPN3S1132	CURVA PVC CONDUIT 3/4
EPN3S1109	CABLE THHN 8
EPN3S192	CABLE THHN 10

EPN3S22110	CORAZA FLEXICONDUIT 3/4
EPN3S2372	ACOPLE CON TOPE 3/8
EPN3S21943	BASE METÁLICA NACIONAL
EPN3S21881	RUBATEX
APE1S16911	DISCO CORTE 4 1/2IN
APE1S1374	ACOPLE CON TOPE 7/8IN
EPN3S22811	CHAZO ANCLAJE METÁLICO 1/4IN X 1/2
EPN3S21651	LANILLA BLANCA X MTS
EPN3S28012	CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW BLANCO LSHF
EPN1S0846	TUERCA ZINCADA 3/8IN
EPN3S2228	CONDULETA OLB 3/4IN90
APE1S12400	FACEPLATE 2 ESPACIOS
APE1S16406	CODO CU 1/4IN 90
APE1S25125	CINTA TRANSPARENTE GENÉRICO
APE2S12357	ESPUMA POLIURETANO AEROSOL SIKA BOOM
APE1S22598	ACRILICO TRANSPARENTE CARETA ESMERILAR
APE1S2375	ACOPLE CON TOPE CU 1/8IN
APE3S197	CABLE THHN/THWN 12 AWG CEN
APE3S21968	ADAPTADOR A CARETA AJUSTABLE AL CASCO DE
EPN1S0676	TUBERÍA PVC VENTILACIÓN 2IN X ML
APE2S12325	CILINDRO MAPPGAS X 16OZ QTX10
APE1S21778	TUERCA FLARE 1/4IN
APE1S2783	ARANDELA ZINCADA 3/8IN
APE3S12106	CONECTOR RECTO CORAZA FLEXICONDUIT
APE3S2711	ABRAZADERA DOBLE OJO
APE1S2870	CAJA CUADRADA A PRUEBA DE INTEMPERIE 3/4 IN 3
APE3S11777	TUERCA FLARE 1/2IN
APE3S1146	UNIÓN EMT 1 IN
APE3S11644	BOLSA DE BASURA 75*90
APE2S1805	TORNILLO GOLOSO 8MM
APE3S12115	CORAZA FLEXICONDUIT 1/2
APE2S11573	TERMINAL ANILLO AMARILLO
APE1S21705	BROCA METAL 1/8IN
APE1S22902	REMACHE POP

Fuente: Autores

Anexo S. Plantilla de evaluación del paso 1 de las 5S's

Separar lo necesario de lo innecesario

En caso afirmativo
marcar la casilla.

Id	S1=Seiri=Clasificar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>	
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Esta todo el mobiliario: mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	¿Existen elementos inutilizados: pautas, herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	<input checked="" type="checkbox"/>	
Puntuación		5	S NO OK

Fuente: Leonardo Espejo (2021)

Anexo T. Plantilla de evaluación del paso 2 de las 5S's

"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"

Id	S2=Seiton=Ordenar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	<input type="checkbox"/>	
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Están todos los materiales, palets, contenedores almacenados de forma adecuada?	<input type="checkbox"/>	
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	<input type="checkbox"/>	
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	<input checked="" type="checkbox"/>	
Puntuación		4	Segunda S NO OK

Fuente: Leonardo Espejo (2021)

Anexo U. Plantilla de evaluación del paso 3 de las 5S's

"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"			
Id	S3=Seiso=Limpiar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Revisa cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosos (total o parcialmente)?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	<input type="checkbox"/>	
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	<input type="checkbox"/>	
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	<input type="checkbox"/>	
Puntuación		1	Tercera S NO OK

Fuente: Leonardo Espejo (2021)

Anexo V. Plantilla de evaluación del paso 4 de las 5S's

Eliminar anomalías evidentes con controles visuales

Id	S4=Seiketsu=Estandarizar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	<input type="checkbox"/>	
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	<input type="checkbox"/>	
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	<input type="checkbox"/>	
Puntuación		4	Cuarta S NO OK

Fuente: Leonardo Espejo (2021)

Anexo W. Plantilla de evaluación del paso 5 de las 5S's

“Hacer el hábito de la obediencia a las reglas”

Id	S5=ShitsukeDisciplinar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	<input type="checkbox"/>	
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	<input type="checkbox"/>	
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
Puntuación		4	Quinta S NO OK

Fuente: Leonardo Espejo (2021)

Anexo X. Ejemplificación de plan de acción

Id	Descripción Del Problema	Motivo Problema	Acción Correctiva	Fecha	Responsable

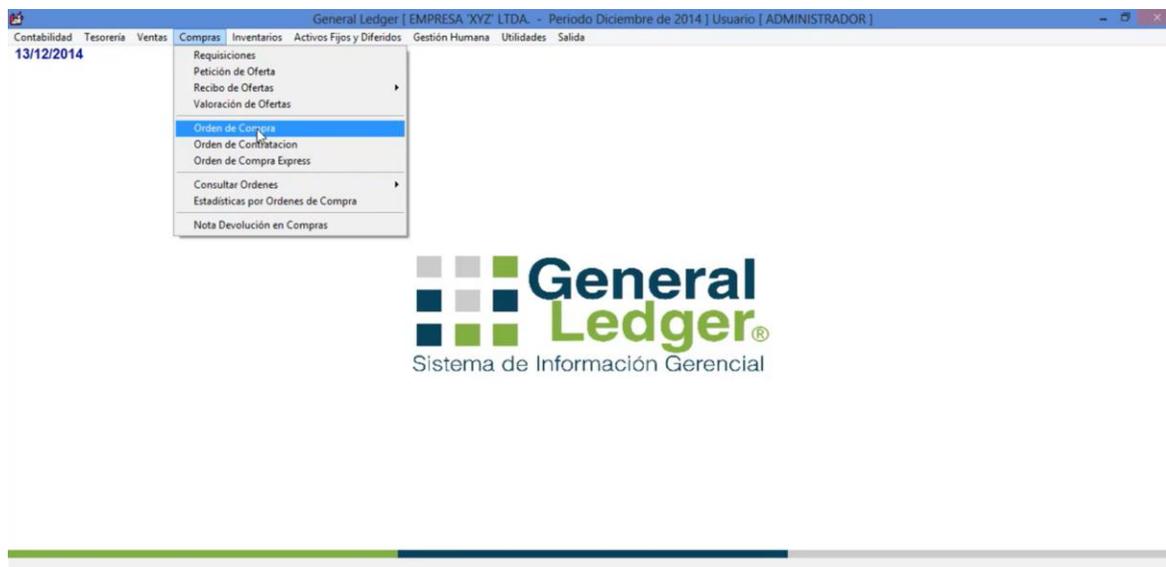
Fuente: Leonardo Espejo (2021)

Anexo Y. Hoja de vida del proyecto y del cliente.

	FORMATO XXXX				ACTUALIZACIÓN	VERSIÓN: 01
	CLIENTE	CELULAR		CIUDAD		
DIRECCIÓN	RESPONSABLE		ÁREA			
TIPO DE EQUIPO	MINI SPLIT	SPLIT	PAQUETE	OTRO		
EQUIPO	MARCA	DE	SERIE			
COMPRESOR						
FECHA	RESPONSABLE	OT	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	FIRMA	

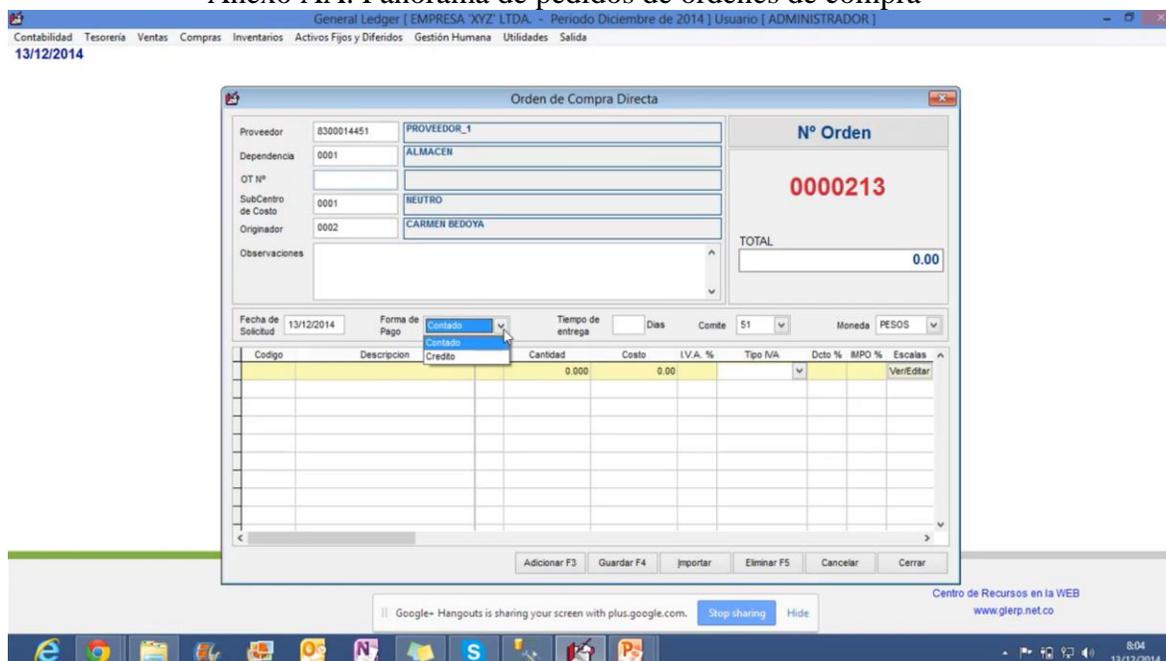
Fuente: autores.

Anexo Z. Panorama general del programa General Ledger.



Fuente: Autores.

Anexo AA. Panorama de pedidos de órdenes de compra



Fuente: Autores

Anexo BB. Planeación de recibo de capacitación

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Asignado	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12
				Generalidades	12.01.2022	12.01.2022	Auxiliar logístico								
Sistemas inventarios	15.01.2022	15.01.2022	Auxiliar logístico												
Actualización de datos	19.01.2022	22.01.2022	Auxiliar logístico												
Generar pedidos	29.01.2022	29.01.2022	Auxiliar logístico												
Levantamiento de datos	02.02.2022	02.02.2022	Auxiliar logístico												
órdenes de compra	09.02.2022	11.02.2022	Auxiliar logístico												
Causación	16.02.2022	16.02.2022	Auxiliar logístico												
Pagos	23.02.2022	23.02.2022	Auxiliar logístico												

Fuente: Autores

Anexo CC. Encuesta de evaluación del servicio

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf31W0iedl3qEzVPrxl6qdX0QcVRlwHb8EVob4KrBMVA78HMg/viewform?usp=sf_link

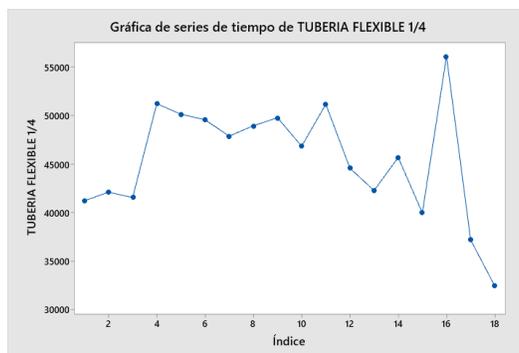
Fuente: Autores

Anexo DD. Escala numérica de Thomas Saaty

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	Igualmente Importante.	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo
3	Moderadamente Importante.	Preferencia leve de un elemento sobre el otro.
5	Fuertemente Importante.	Preferencia Fuerte de un elemento sobre el otro.
7	Importancia muy fuerte o Demostrada.	Mucho más preferencia de un elemento sobre otro. Predominancia demostrada.
9	Importancia extremadamente Fuerte.	Preferencia clara y absoluta de un elemento sobre el otro.
2,4,6,8		Intermedio de los valores anteriores. 

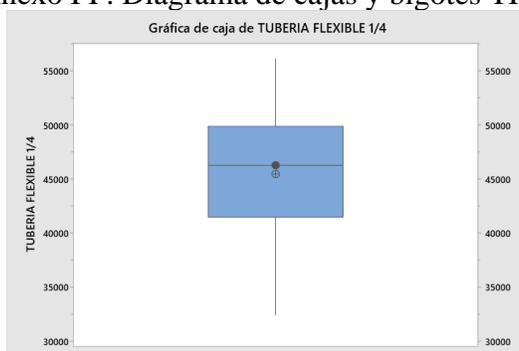
Fuente: (UNMSM, 2021)

Anexo EE. Gráfico serie de datos Tubería flexible ¼



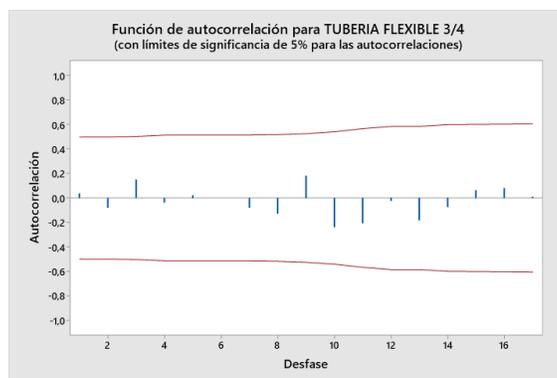
Fuente: Autores.

Anexo FF. Diagrama de cajas y bigotes TF 1/4



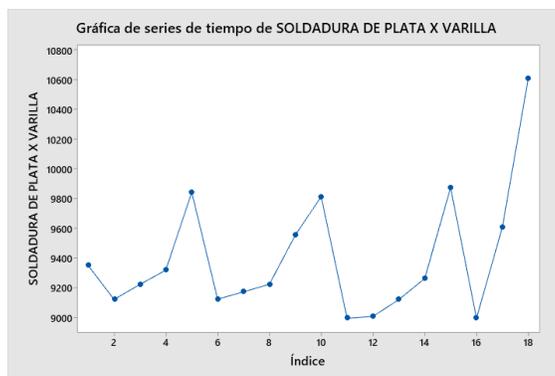
Fuente: Autores.

Anexo GG. Autocorrelograma TF 1/4



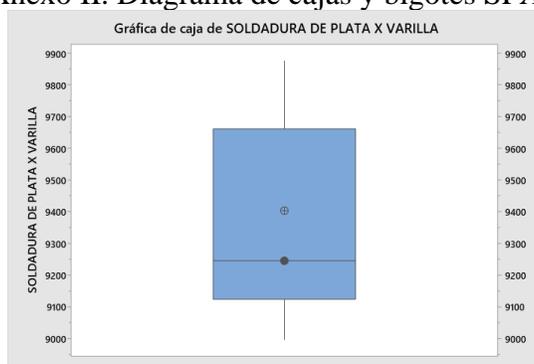
Fuente: Autores.

Anexo HH. Gráfico series de tiempo soldadura de plata x varilla



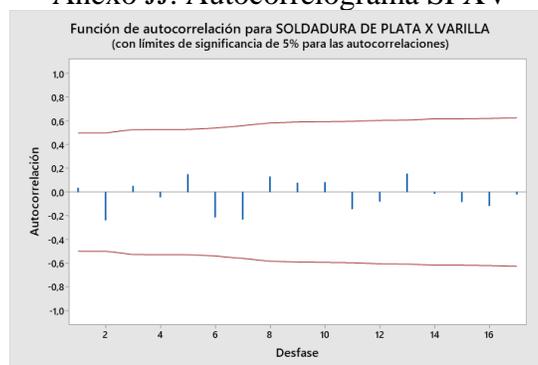
Fuente: Autores.

Anexo II. Diagrama de cajas y bigotes SPXV



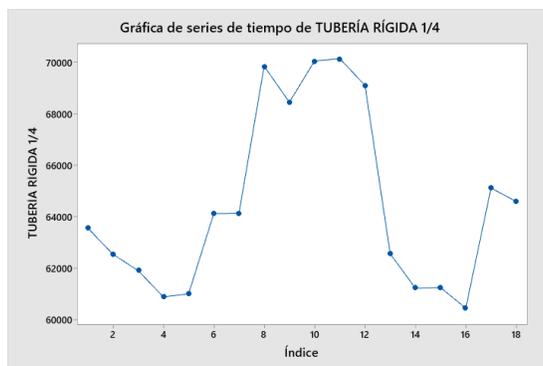
Fuente: Autores.

Anexo JJ. Autocorrelograma SPXV



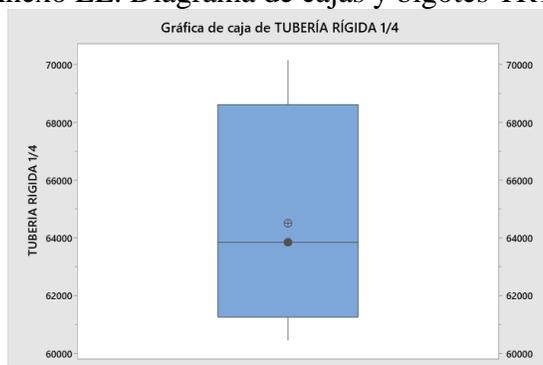
Fuente: Autores.

Anexo KK. Gráfica series de tiempo de tubería rígida ¼ in



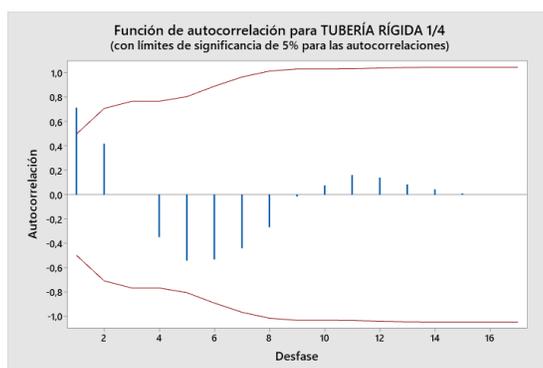
Fuente: Autores.

Anexo LL. Diagrama de cajas y bigotes TR1/4



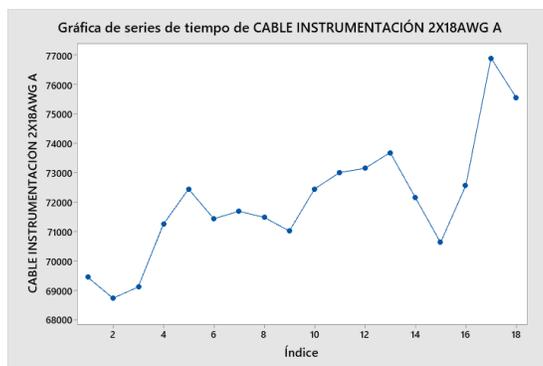
Fuente: Autores.

Anexo MM. Autocorreglograma TR1/4



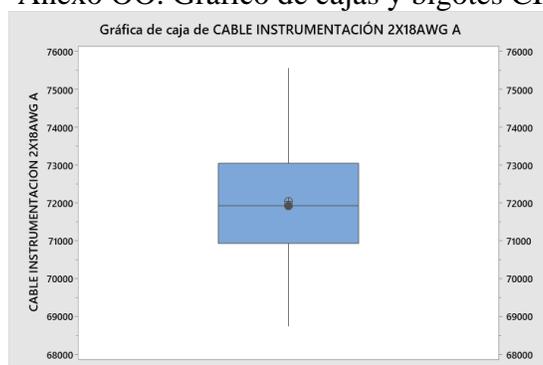
Fuente: Autores.

Anexo NN. Gráfico de series de tiempo de cable de instrumentación



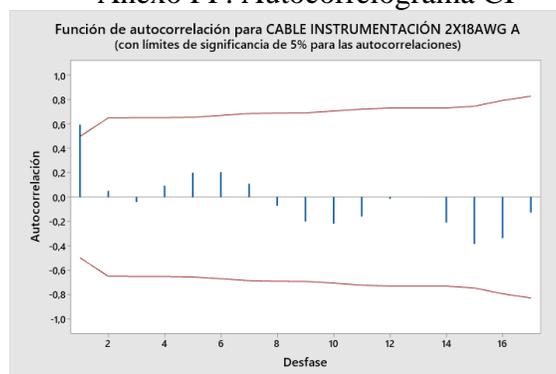
Fuente: Autores.

Anexo OO. Gráfico de cajas y bigotes CI



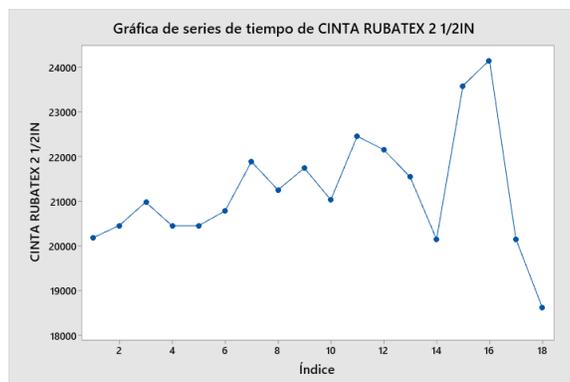
Fuente: Autores.

Anexo PP. Autocorrelograma CI



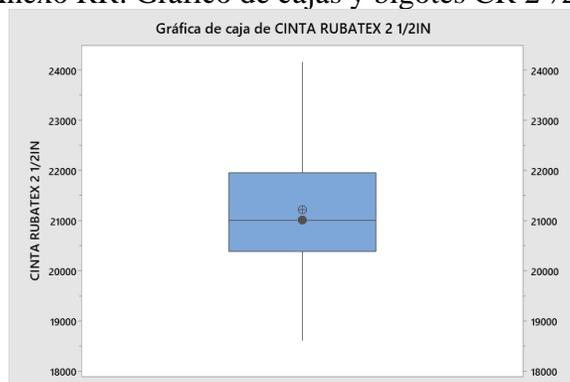
Fuente: Autores.

Anexo QQ. Gráfico de series de tiempo cinta rubatex 2 ½ in



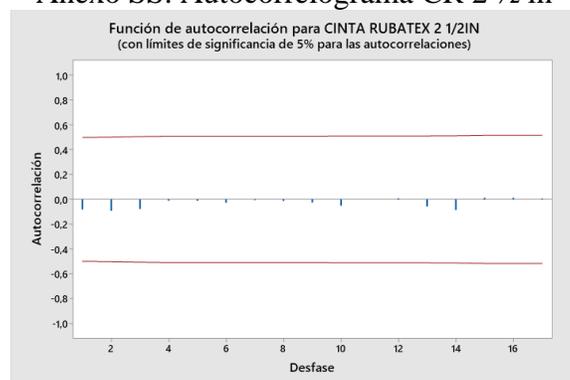
Fuente: Autores.

Anexo RR. Gráfico de cajas y bigotes CR 2 ½ in



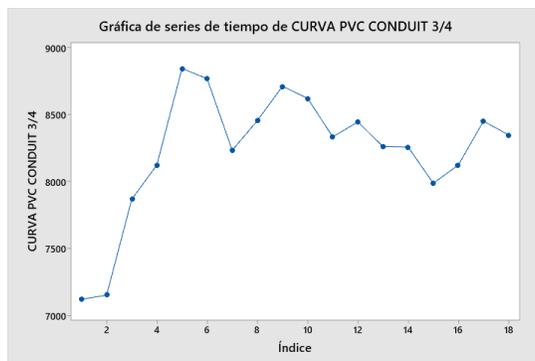
Fuente: Autores.

Anexo SS. Autocorrelograma CR 2 ½ in



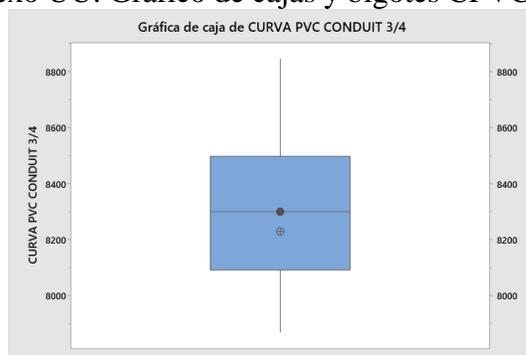
Fuente: Autores.

Anexo TT. Gráfica de series de tiempo Curva PVC conduit ¾



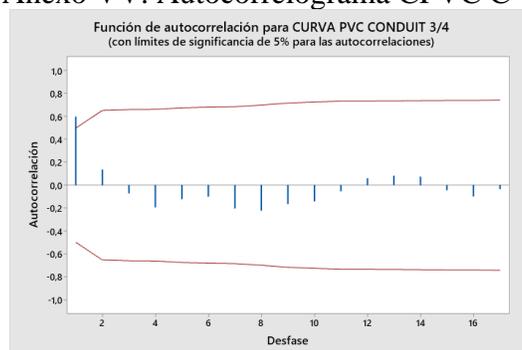
Fuente: Autores.

Anexo UU. Gráfico de cajas y bigotes CPVC C 3/4



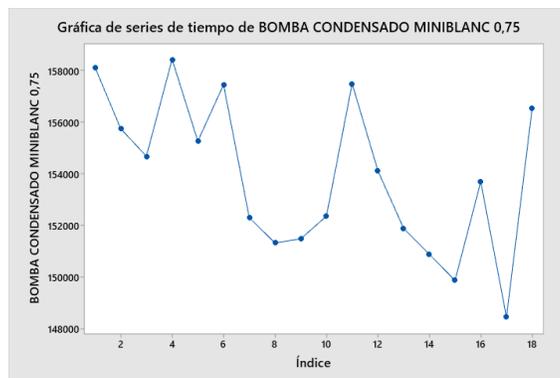
Fuente: Autores.

Anexo VV. Autocorrelograma CPVC C 3/4



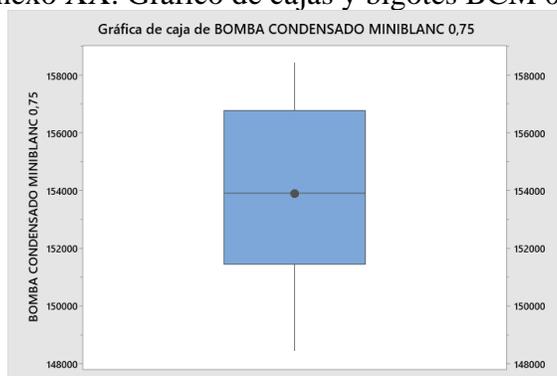
Fuente: Autores.

Anexo WW. Gráfica de series de datos de bomba condensado miniblanc 0.75



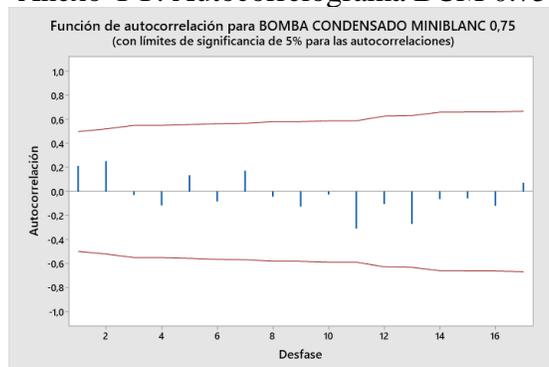
Fuente: Autores.

Anexo XX. Gráfico de cajas y bigotes BCM 0.75



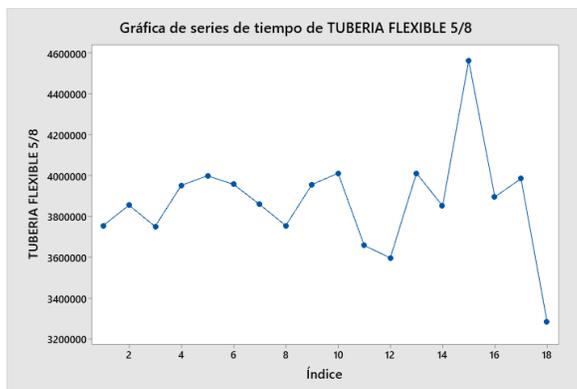
Fuente: Autores.

Anexo YY. Autocorrelograma BCM 0.75



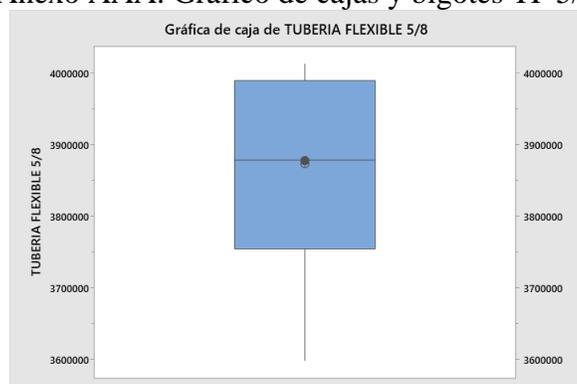
Fuente: Autores.

Anexo ZZ. Gráfico de series de tiempo de tubería flexible 5/8



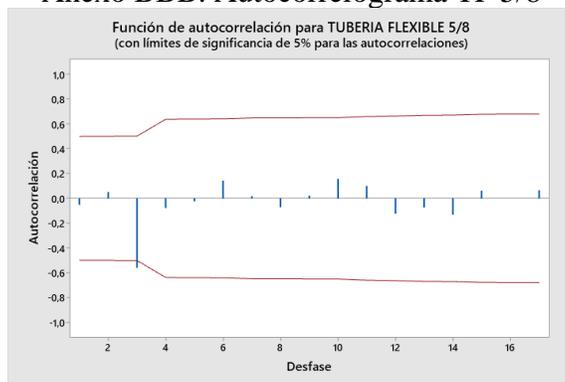
Fuente: Autores.

Anexo AAA. Gráfico de cajas y bigotes TF 5/8



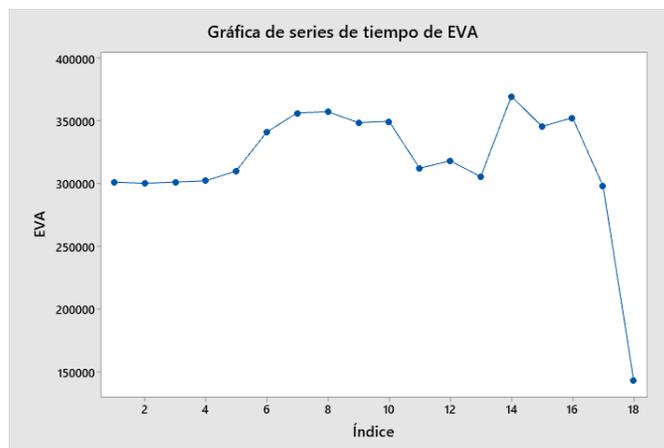
Fuente: Autores.

Anexo BBB. Autocorrelograma TF 5/8



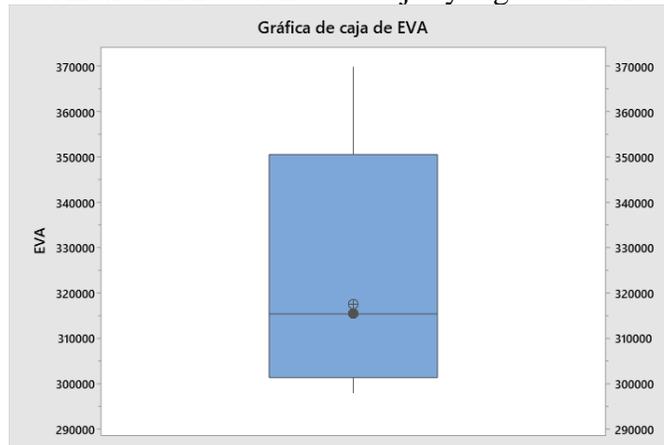
Fuente: Autores.

Anexo CCC. Gráfica series de tiempo de Evaporador



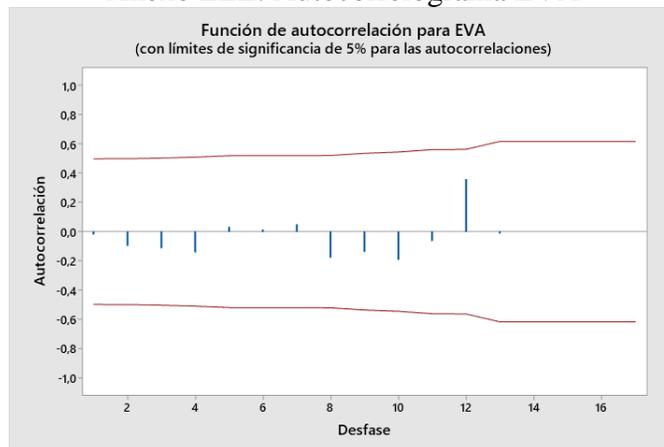
Fuente: Autores.

Anexo DDD. Gráfico de cajas y bigotes EVA



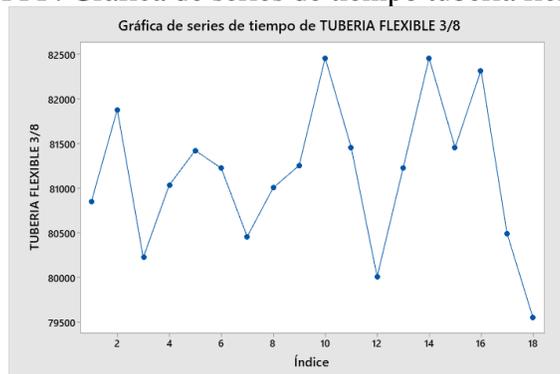
Fuente: Autores.

Anexo EEE. Autocorrelograma EVA



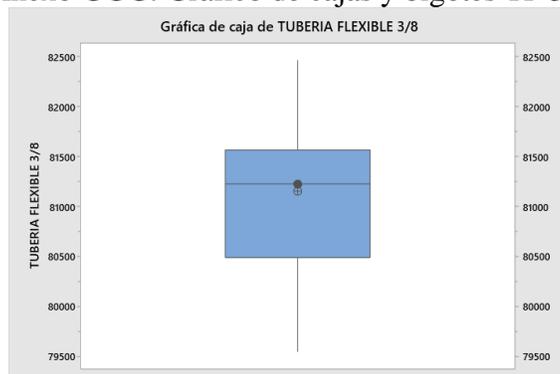
Fuente: Autores.

Anexo FFF. Gráfica de series de tiempo tubería flexible 3/8



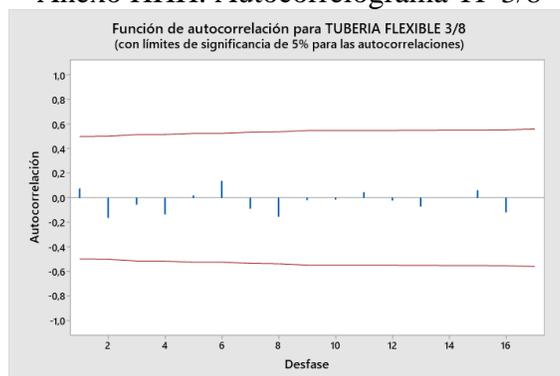
Fuente: Autores.

Anexo GGG. Gráfico de cajas y bigotes TF 3/8



Fuente: Autores.

Anexo HHH. Autocorrelograma TF 3/8



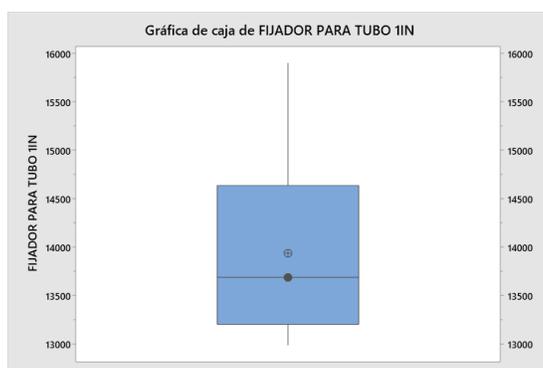
Fuente: Autores.

Anexo III. Gráfica de series de tiempo de fijador para tubo 1in



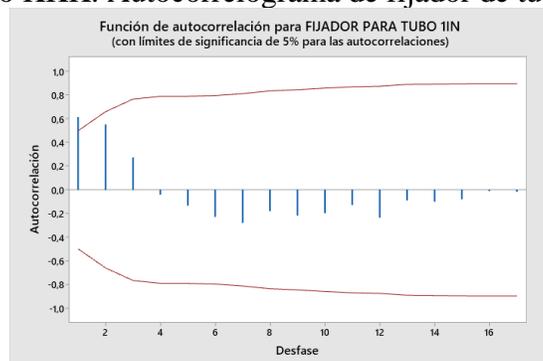
Fuente: Autores.

Anexo JJJ. Gráfico de cajas y bigotes de fijador para tubo 1 in



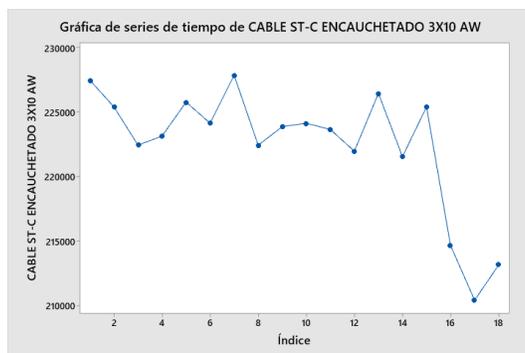
Fuente: Autores.

Anexo KKK. Autocorrelograma de fijador de tubo 1 in



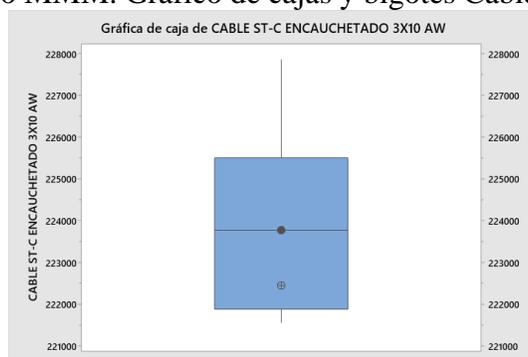
Fuente: Autores.

Anexo LLL. Gráfico de series de tiempo de cable ST-C encauchetado 3x10 AW



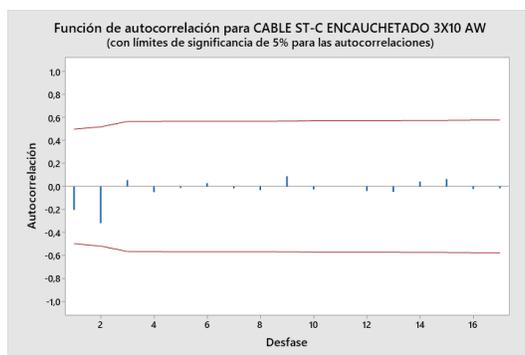
Fuente: Autores.

Anexo MMM. Gráfico de cajas y bigotes Cable ST-C



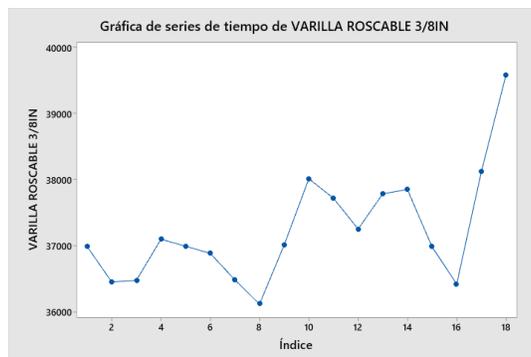
Fuente: Autores.

Anexo NNN. Autocorrelograma Cable ST-C



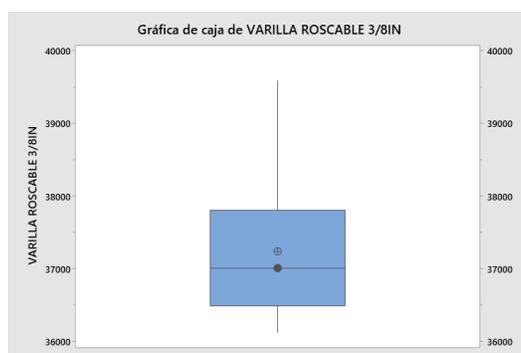
Fuente: Autores.

Anexo OOO. Gráfica de series de tiempo varilla roscable 3/8 in



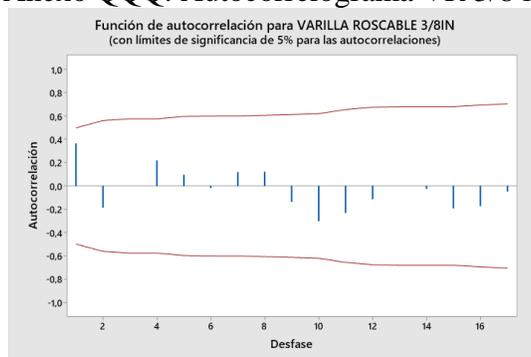
Fuente: Autores.

Anexo PPP. Gráfico de cajas y bigotes VR 3/8 in



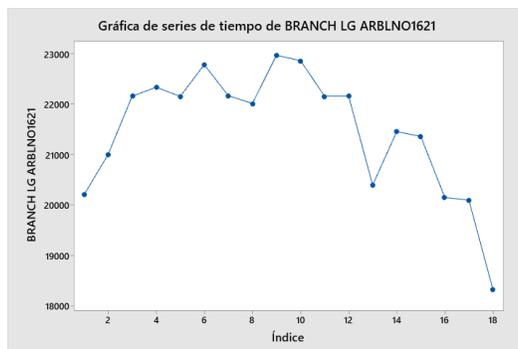
Fuente: Autores.

Anexo QQQ. Autocorrelograma VR 3/8 in



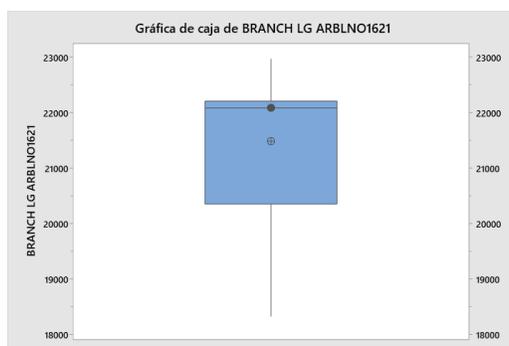
Fuente: Autores.

Anexo RRR. Gráfica de series de tiempo de Branch LG1621



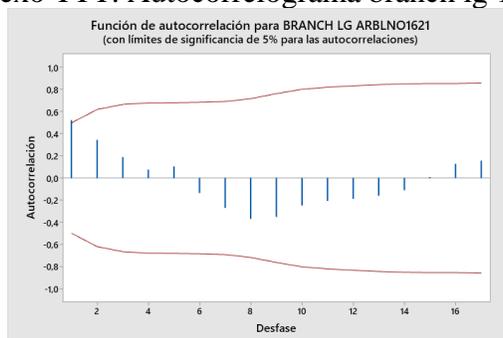
Fuente: Autores.

Anexo SSS. Gráfico de cajas y bigotes Branch Lg 1621



Fuente: Autores.

Anexo TTT. Autocorrelograma branch lg 1621



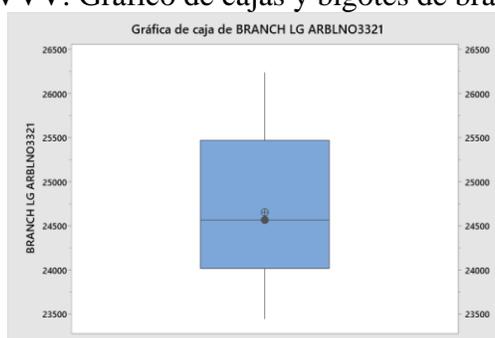
Fuente: Autores.

Anexo UUU. Gráfica de series de tiempo branch 3321



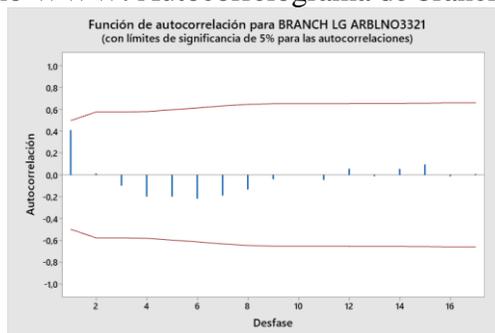
Fuente: Autores.

Anexo VVV. Gráfico de cajas y bigotes de branch 3321



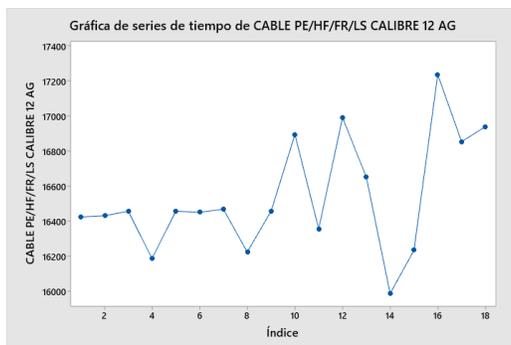
Fuente: Autores.

Anexo WWW. Autocorrelograma de branch 3321



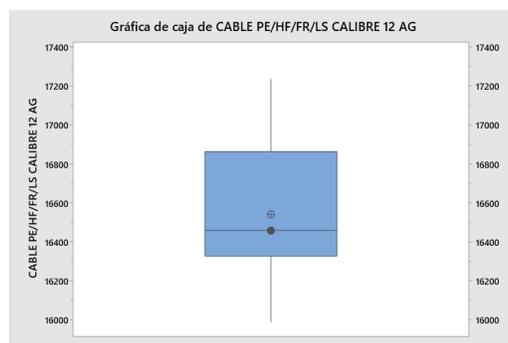
Fuente: Autores.

Anexo XXX. Gráfica de series de tiempo de cable PE



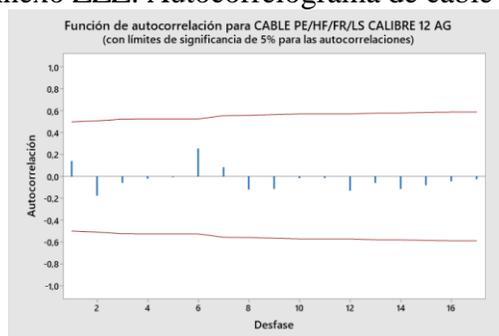
Fuente: Autores.

Anexo YYY. Gráfico de cajas y bigotes de cable PE



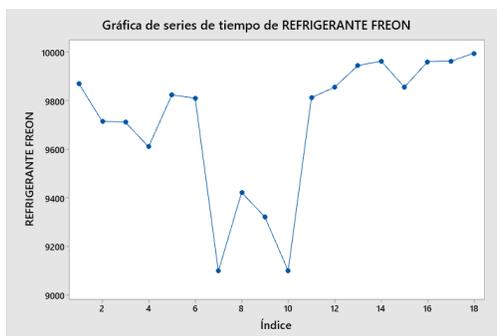
Fuente: Autores.

Anexo ZZZ. Autocorrelograma de cable PE



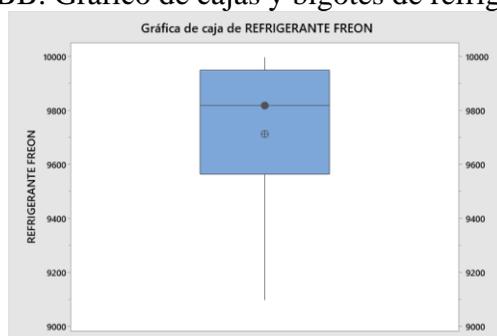
Fuente: Autores.

Anexo AAAA. Gráficas de series de tiempo de refrigerante freón



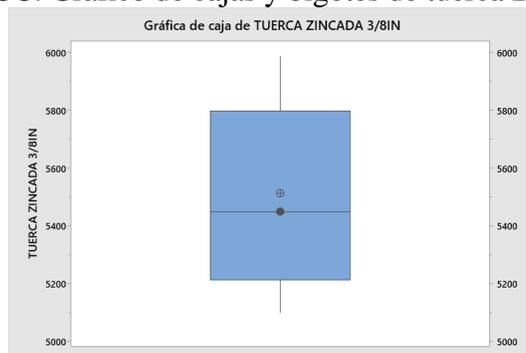
Fuente: Autores.

Anexo BBBB. Gráfico de cajas y bigotes de refrigerante freón



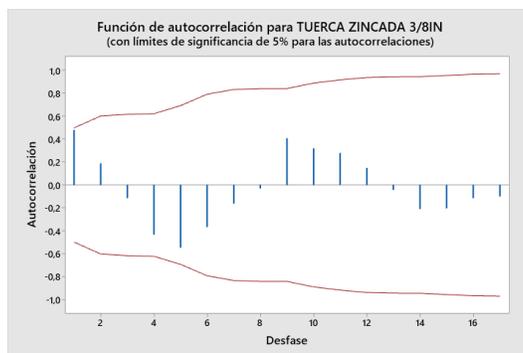
Fuente: Autores.

Anexo CCCC. Gráfico de cajas y bigotes de tuerca zincada 3/8 in



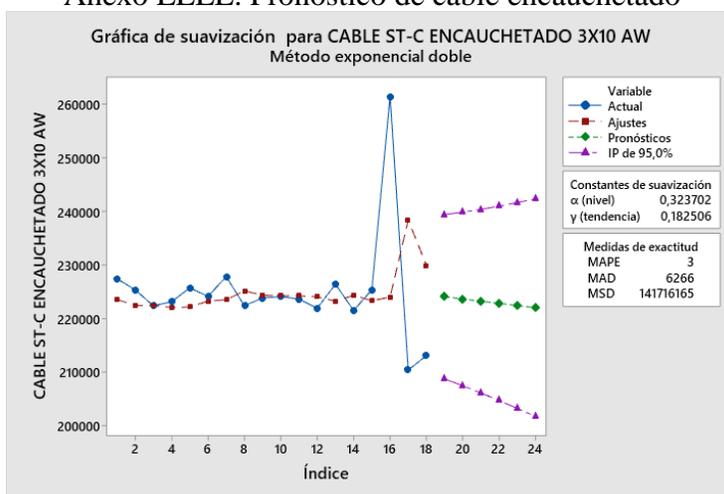
Fuente: Autores.

Anexo DDDD. Autocorrelograma de tuerca zincada 3/8 in



Fuente: Autores.

Anexo EEEE. Pronóstico de cable encauchetado



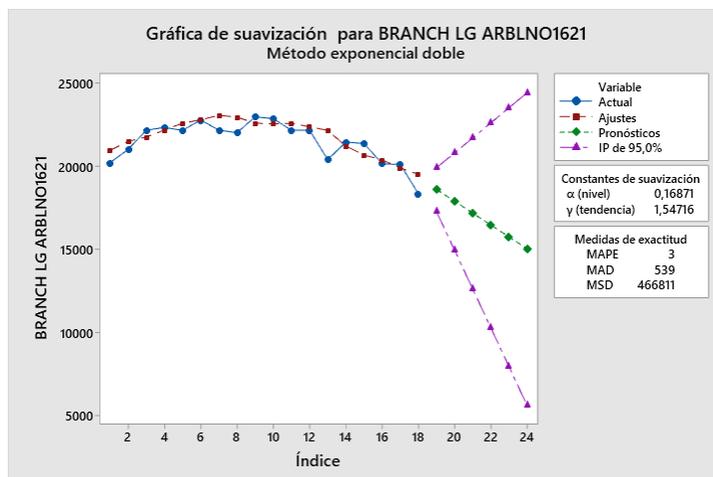
Fuente: Autores.

Anexo FFFF. Datos de pronóstico de cable encauchetado

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
19	224102	208751	239452
20	223694	207492	239896
21	223286	206148	240424
22	222878	204732	241023
23	222470	203255	241684
24	222061	201728	242395

Fuente: Autores

Anexo GGGG. Comportamiento de demanda de Brach 1621



Fuente: Autores

Anexo HHHH. Unidades pronosticadas de demanda para branch 1621

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
19	18602,9	17281,5	19924,4
20	17888,2	14961,9	20814,4
21	17173,4	12628,8	21717,9
22	16458,6	10292,9	22624,3
23	15743,8	7955,8	23531,8
24	15029	5618,3	24439,7

Fuente: autores

Anexo IIII. Planeación de cantidad de unidades a pedir semanalmente.

Nombre	Cantidad de unidades a pedir/semana
TUBERIA FLEXIBLE 3/4	11012,9712
TUBERIA FLEXIBLE 1/4	9042,96
SOLDADURA DE PLATA X VARILLA	1836,96
TUBERÍA RÍGIDA 1/4	13027,2
CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY	14530,32
CINTA RUBATEX 2 1/2IN	4920,96
CURVA PVC CONDUIT 3/4	1639,68
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	31160,88
TUBERIA FLEXIBLE 5/8	784210,08
EVA	60831,1968
TUBERIA FLEXIBLE 3/8	16350,192
FIJADOR PARA TUBO 1IN	2787,84
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554	8443,44

EVA	7528,32
VARILLA ROSCABLE 3/8IN	7519,44
BRANCH LG ARBLNO1621	4464,456
BRANCH LG ARBLNO3321	5093,76
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENÉRICO	3333,6
REFRIGERANTE FREON	1963,68
TUERCA ZINCADA 3/8IN	940,32

Fuente: Autores.

Anexo JJJJ. Lead Time de insumos de la clasificación A del inventario ABC

Nombre	Lead time
TUBERIA FLEXIBLE 3/4	1
TUBERIA FLEXIBLE 1/4	1
SOLDADURA DE PLATA X VARILLA	1
TUBERÍA RÍGIDA 1/4	1
CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY	1
CINTA RUBATEX 2 1/2IN	1
CURVA PVC CONDUIT 3/4	1
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	5
TUBERIA FLEXIBLE 5/8	1
EVA	5
TUBERIA FLEXIBLE 3/8	1
FIJADOR PARA TUBO 1IN	1
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554	1
EVA	5
VARILLA ROSCABLE 3/8IN	1
BRANCH LG ARBLNO1621	8
BRANCH LG ARBLNO3321	8
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENÉRICO	1
REFRIGERANTE FREON	1
TUERCA ZINCADA 3/8IN	1

Fuente: Autores.

Anexo KKKK. Comparación de stock de seguridad anterior con stock de seguridad propuesto

RUBATEX
TUBERÍA RÍGIDA 1/5
NITRÓGENO X M3
CHAZO EXPANSICO 3/8IN
Cond:ARUV121BTE5 EVA
TAPA CUADRADA GALVANIZADA
TORNILLO CARRIAJE 3/8IN
Cond:TH3-048B EVA
TUBERIA EMT
CONTROLADOR DE INTERFAZ
NO VISIBLE / FBAO-6GC
BASE METALICA 55 CM
MOB-60CR
Cond:ARUV121BTE5 EVA
RUBATEX TRAMO
Cond:TH3-048B EVA
CORAZA FLEXICONDUIT 1/2
TUBERIA EMT
TUBERÍA RÍGIDA 1/6
CABLE THHN/THWN 12 AWG CEN
BOLSA DE BASURA 75*90
CODO CU 1 !/8IN 90°
NO VISIBLE
RUBATES 1/8 IN
CABLE THHN 10
DUCTOGLAX FLEX 6 IN
FACEPLATE 2 ESPACIOS
CODO CU 1 !/8IN 90°
CAJA CUADRADA A PRUEBA DE INTEMPERIE 3/4 IN 3 HUECOS
ACOPLE CON TOPE CU 1/8IN
CILINDRO MAPPGAS X 16OZ QTX10
CABLE THHN 8
CHAZO ANCLAJE METÁLICO 1/4IN X 1/2
REFRIGERANTE FREON
Cond:MRCC12AS EVA
ARANDELA ZINCADA 3/8IN
ACRILICO TRANSPARENTE CARETA ESMERILAR
DUCTOGLAX FLEX 8 IN
BREAKER ENCHUFADO BIPOLAR
ACEITE BOMBA VACIO X 500 CC
no visible
TRIPOLAR EZC
TUBERÍA PVC VENTILACIÓN 2IN X ML

TERMINAL ANILLO AMARILLO	
ACOPLE CON TOPE 3/8	
BROCA METAL 1/8IN	
CINTA TRANSPARENTE GENÉRICO	
CONDULETA OLB 3/4IN90	
UNIÓN EMT 1 IN	
TORNILLO GOLOSO 8MM	
CODO CU 1/4IN 90	
ACOPLE CON TOPE 7/8IN	
LANILLA BLANCA X MTS	
CARTUCHO FUNDA TÉRMOCOGIBLE	
ABRAZADERA DOBLE OJO	
ARUV096BTE5	
ESPUMA POLIURETANO AEROSOL SIKA BOOM	
TUERCA FLARE 1/4IN	
TUERCA FLARE 1/2IN	
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201558	
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201562	
CONTROL CENTRAL AC-SMART BACNET PREMIUM	
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW BLANCO LSHF GENÉRICO	
CONTROL INALÁMBRICO LG	LT2
EVAPORADOR DE MURO 24 KBTU	
CONECTOR RECTO CORAZA FLEXICONDUIT	
BASE METÁLICA NACIONAL	LT3
RESPIRADOR SIN VÁLVULA	
INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TERMOMAGNÉTICO	
ADAPTADOR A CARETA AJUSTABLE AL CASCO DE SEGURIDAD	LT5
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	
EVA	
EVA	LT8
BOMBA CONDENSADO CASSETTE TRANE MOD.	
BRANCH LG ARBLNO1621	
BRANCH LG ARBLNO3321	
CONDENSADORA INVERTER 24 KBTU 220V	
CONDENSADORA MULTISTANDAR 18 KBTU 220 V	

Fuente: Autores.

Anexo MMMM. Fechas de inicio de pedido para insumos

TOTAL PEDIDOS/AÑO	INSUMOS CON LEAD TIME	FECHA DE PEDIDO	LLEGADA DE INSUMOS
49	1	31/12/2021	
42	2	31/12/2021	
37	3	31/12/2021	

41	5	31/12/2021
39	8	31/12/2021

Fuente: Autores.

Anexo NNNN. Referencia de colores de aprovisionamiento para calendario de compras.

	Pedido de LT1 Y LT2
	Pedido de LT1, LT2 y LT3
	Pedido de LT2 y LT3
	Pedido LT1 y LT3
	LT2 y LT5
	LT1,LT3 y LT5
letra amarilla	LT1,LT2 y LT5
Letra	LT3 y LT5

Fuente: Autores.

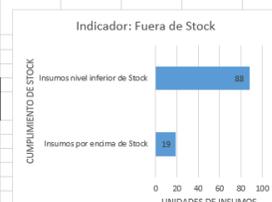
Anexo OOOO. Cronograma de agendamiento de servicios

	8 horas			4 horas		
Semana:	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Vehículo 1	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Vehículo 2	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Vehículo 3	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Fuente: Autores.

Anexo PPPP. Ejemplificación de herramienta de control con KPI's de inventario.

Código artículo	Nombre	Total (DEMANDA)	Conteo	Nivel de rotación	Fuera de stock	Cobertura del stock
298	TUBERIA FLEXIBLE 3/4	34399.2	195.62	146.525236	95.62	0.204742888
2537	TUBERIA FLEXIBLE 1/4	253747.988	360	58.73796019	260	0.519742966
49	SOLDADURA DE PLATA X VARILLA	57482.75	265	18.07633648	165	0.859626322
2554	TUBERIA RIGIDA 1/4	375236.24	130	240.5360513	30	0.124721429
7006	CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO	441901.95	235	156.5608333	135	0.191618905
3	CINTA RUBATEX 2 1/2IN	128228.75	121	88.3181129	21	0.339705409
132	CURVA PVC CONDUIT 3/4	49437.21	107	38.5025	7	0.77970194
4079	BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0.75TR A 2 TR ASPEN	91383.0	4	18987.1625	-96	0.007680015
2534	TUBERIA FLEXIBLE 9/8	23593336.99	83	23688.08935	-17	0.001264459
1967	EVA	1819521.708	96.68	1564.889074	-3.32	0.019170688
2531	TUBERIA FLEXIBLE 3/8	487523.72	80.2	506.5707814	-19.8	0.059221734
763	FLUJADOR PAPA TUBO 1IN	89306	140	53.16933333	40	0.564251779
118	CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554	1259520.58	412	274.7916667	312	0.120177599
2532	EVA	252539.84	42	339.4352688	-38	0.089382094
864	VARILLA POCABLE 3/8IN	226763.94	99	190.8787374	-1	0.57167846
1650	JABON EN POLVO 05GR	61648.05	69	74.45416667	-31	0.402932453
1118	BRANCH LG ARBLNO1621	121804.62	1	10150.385	-99	0.002959553
1119	BRANCH LG ARBLNO3321	152824.46	1	12735.37167	-99	0.002355644
8013	CABLE PEHFFFLS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENERIC	99906.6	70	118.9364286	-30	0.252235588
2574	REFRIGERANTE FREON	59684	22	226.0757576	-78	0.123638881
846	TUBERCA ZINCADA 3/8IN	32347.35	735	3.6675	636	0.7995991
1943	BASE METALICA NACIONAL	41370.62	22	156.7089339	-78	0.191440206
8016	RESPIRADOR SIN VALVULA	1068240.78	179	598.6889857	75	0.059375468
6911	DISCO CDORTE 4 1/2IN	39752.48	16	207.0441667	-84	0.14489662
408	TUBERIA FLEXIBLE 1/2	2004940	26	6426.089744	-74	0.004668469
5708	DE SENSRASANTE INDUSTRIAL	333402.075	40.5	686.0125	-95.5	0.043730982
3690	TUBERIA RIGIDA 1/2	166538.28	24	578.257967	-76	0.051873964
6661	BOMBA CONDENSADO CASETTE TRANE MOD.	525713	1	43809.41667	-99	0.000684784
708	ABRAZADERA ALA SENCILLA 1/2	91024.8	240	31.05093333	140	0.949191869
99	CABLE THHN17HW1	110227.9	90	102.0628704	-90	0.293338472
728	CHAZO MARIPOSA METALICO 3/8	68703.61	288	28.62300417	100	0.047888262
2110	CDRZA FLEXICONDUIT 3/4	44016.4	18	203.775	-82	0.1472212
2902	REMAICHE POP	1200	100	1	0	0.30
113	CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201555	272647.44	72	315.5641667	-28	0.099067828
218	CAJA GALVANIZADA CAL 20	64544.85	45	119.5275	-59	0.250988266
5422	ASW18PSBAN/ASV18PSBAX	3807902.45	3	100219.5125	-91	0.000299343



Plantilla disponible:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1rRC7depT8uAFMwuEWmERYXbWCK_42CYx/edit?usp=sharing&oid=102325257593044322387&rtopf=true&sd=true

Fuente: Autores.

Anexo QQQQ. Costos de proveedor TRS

Nombre	Proveedor	Ciudad	Cantidad mínima de entrega		Cantidad máxima de entrega		Precio IVA incluido
			Cantidad	Tiempo (días)	Cantidad	Tiempo (días hábiles)	
TUBERIA FLEXIBLE 3/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	4900	6	\$ 348.750,00
TUBERIA FLEXIBLE 1/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	7560	6	\$ 119.250,00
SOLDADURA DE PLATA X VARILLA	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	95	6	\$ 2.020,00
TUBERÍA RÍGIDA 1/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	2600	6	\$ 147.900,00
CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	1600	6	\$ 26.100,00
CINTA RUBATEX 2 1/2IN	TRS Partes	Cali-Bogotá	7	1	890	6	\$ 4.150,00

CURVA PVC CONDUIT 3/4	TRS Partes	Cali-Bogotá	30	1	6100	6	\$ 26.100,00
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	49	6	\$ 268.254,00
TUBERIA FLEXIBLE 5/8	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	750	6	\$ 211.500,00
EVA	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	160	6	\$ 245.000,00
TUBERIA FLEXIBLE 3/8	TRS Partes	Cali-Bogotá	15	1	3500	6	\$ 138.450,00
FIJADOR PARA TUBO 1IN	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	460	6	\$ 4.231,00
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554	TRS Partes	Cali-Bogotá	30	1	160	6	\$ 26.130,00
VARILLA ROSCABLE 3/8IN	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	590	6	\$ 23.200,00
JABON EN POLVO 125GR	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	60	6	\$ 3.610,00
BRANCH LG ARBLNO1621	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	20	6	\$ 32.600,00
BRANCH LG ARBLNO3321	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	55	6	\$ 32.600,00
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENÉRICO	TRS Partes	Cali-Bogotá	30	1	3300	6	\$ 17.260,00
REFRIGERANTE FREON	TRS Partes	Cali-Bogotá	1	1	65	6	\$ 14.630,00
TUERCA ZINCADA 3/8IN	TRS Partes	Cali-Bogotá	100	1	140	6	\$ 4.350,00
						Precio Total	\$ 1.696.085,00

Fuente: Autores

Anexo RRRR. Precios de insumos por proveedor actual

Nombre	Proveedor	Ciudad	Cantidad mínima de entrega		Cantidad máxima de entrega		Precio IVA incluido
			Cantidad	Tiempo (días)	Cantidad	Tiempo (días hábiles)	
TUBERIA FLEXIBLE 3/4	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	15	1	4900	6	\$ 351.220,00

TUBERIA FLEXIBLE 1/4	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	15	1	7560	6	\$ 148.105,00
SOLDADURA DE PLATA X VARILLA	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	95	6	\$ 3.090,00
TUBERÍA RÍGIDA 1/4	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	15	1	2600	6	\$ 147.705,00
CABLE INSTRUMENTACIÓN 2X18AWG APANTALLADO MARCA WINDY CITY	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	1600	6	\$ 26.100,00
CINTA RUBATEX 2 1/2IN	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	7	1	890	6	\$ 4.268,00
CURVA PVC CONDUIT 3/4	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	30	1	6100	6	\$ 28.100,00
BOMBA CONDENSADO MINIBLANC 0,75TR A 2 TR ASPEN	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	49	6	\$ 268.254,00
TUBERIA FLEXIBLE 5/8	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	15	1	750	6	\$ 219.456,00
EVA	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	160	6	\$ 121.500,00
TUBERIA FLEXIBLE 3/8	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	15	1	3500	6	\$ 138.450,00
FIJADOR PARA TUBO 1IN	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	460	6	\$ 5.200,00
CABLE ST-C ENCAUCHETADO 3X10 AWG CENTELSA 201554	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	30	1	160	6	\$ 26.240,00
VARILLA ROSCABLE 3/8IN	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	590	6	\$ 28.105,00
JABON EN POLVO 125GR	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	60	6	\$ 2.605,00
BRANCH LG ARBLNO1621	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	20	6	\$ 31.400,00
BRANCH LG ARBLNO3321	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	55	6	\$ 30.000,00
CABLE PE/HF/FR/LS CALIBRE 12 AGW VERDE LSHF GENÉRICO	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	30	1	3300	6	\$ 17.200,00
REFRIGERANTE FREON	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	1	1	65	6	\$ 15.680,00
TUERCA ZINCADA 3/8IN	Refrigeración Bucaramanga	Cali-Bogotá	100	1	140	6	\$ 4.350,00

						Precio Total	\$ 1.617.028,00
--	--	--	--	--	--	--------------	-----------------

Fuente: Autores

Anexo SSSS. Programación semana 18 al 22 de enero

ASIGNACIÓN DE RUTAS DEL 18 AL 22 DE ENERO					
	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	22-ene
Equipo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	
	Cliente 12	Cliente 1	Cliente 7	Cliente 10	
	Cliente 4	Cliente 2	Cliente 11	Cliente 9	
	Cliente 8	Bodega	Bodega	Bodega	
	Bodega				
	6.255	6.831	6.515	7.57	
Equipo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	
	Cliente 13	Cliente 19	Cliente 23	Cliente 25	
	Cliente 15	Cliente 18	Cliente 4	Cliente 24	
	Cliente 21	Bodega	Cliente 8	Bodega	
	Bodega		Bodega		
	7.253	7.557	6.255	7.995	
Equipo 3	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	
	Cliente 17	Cliente 16	Bodega	Bodega	
	Cliente 27	Cliente 22	Cliente 14	Cliente 3	
	Bodega	Bodega	Cliente 20	Cliente 5	
			Bodega	Cliente 6	
	7.435	7.534	7.995	7.995	

Anexo TTTT. Programación semana 25 al 29 de enero

ASIGNACIÓN DE RUTAS DEL 25 AL 29 DE ENERO					
	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene	29-ene
Equipo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	
	Cliente 28	Cliente 3	Cliente 25	Cliente 19	
	Cliente 6	Cliente 14	Cliente 9	Cliente 18	
	Bodega	Cliente 20	Bodega	Bodega	
		Bodega			
	7.610	7.995	7.570	7.557	
Equipo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	
	Cliente 2	Cliente 5	Cliente 17	Cliente 13	
	Cliente 22	Cliente 24	Cliente 27	Cliente 15	
	Bodega	Bodega	Bodega	Cliente 21	
				Bodega	
	6.843	7.995	7.435	7.253	
Equipo 3	Bodega	Bodega	Bodega		
	Cliente 12	Cliente 1	Cliente 16		
	Cliente 4	Cliente 26	Cliente 29		
	Cliente 8	Bodega	Bodega		
	Bodega				

	6.255	6.831	7.486
--	-------	-------	-------

Anexo UUUU. Programación semana 01 al 05 de febrero

ASIGNACIÓN DE RUTAS DEL 01 AL 05 DE FEBERO					
	1-feb	2-feb	3-feb	4-feb	5-feb
Equipo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 19	Cliente 12	Cliente 3	Cliente 11	
	Cliente 18	Cliente 4	Cliente 14	Cliente 16	
	Bodega	Cliente 8	Cliente 20		
		Bodega	Bodega		
	7.557	6.255	7.995	7.121	
Equipo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 13	Cliente 1	Cliente 9		
	Cliente 15	Cliente 23	Cliente 6		
	Cliente 21	Bodega			
	Bodega				
	7.253	6.831	6.92		
Equipo 3	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 2	Cliente 5	Cliente 7	Cliente 17	
	Cliente 22	Cliente 24	Cliente 10		
	Bodega	Bodega			
	6.843	7.995	6.87	7.1	

Anexo VVVV. Programación semana 08 al 12 de febrero

ASIGNACIÓN DE RUTAS DEL 8 AL 12 DE FEBRERO					
	8-feb	9-feb	10-feb	11-feb	12-feb
Equipo 1	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 7	Cliente 3	Cliente 25	Cliente 19	Cliente 12
	Cliente 11	Cliente 14	Cliente 9	Cliente 18	Cliente 4
	Bodega	Cliente 20	Bodega	Bodega	Cliente 8
		Bodega			Bodega
	6.515	7.995	7.570	7.557	6.255
Equipo 2	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega
	Cliente 2	Cliente 5	Cliente 17	Cliente 13	Cliente 23
	Cliente 22	Cliente 24	Cliente 27	Cliente 15	Bodega
	Bodega	Bodega	Bodega	Cliente 21	
			Bodega		
	6.843	7.995	7.435	7.253	4.241
Equipo 3	Bodega	Bodega	Bodega	Bodega	
	Cliente 10	Cliente 1	Cliente 28	Cliente 16	
	Bodega	Cliente 26	Cliente 6	Cliente 29	

	4.276	Bodega 6.831	Bodega 7.610	Bodega 7.486
--	-------	-----------------	-----------------	-----------------