



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE
INVENTARIOS, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS
EN HIDROCASA**

Fernando Esteban Toledo López

Asesorado por el Ing. Oscar Orlando Sapón Rodríguez

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE
INVENTARIO, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS
EN HIDROCASA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FERNANDO ESTEBAN TOLEDO LÓPEZ
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ORLANDO SAPÓN RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Maria Martha Wolford Estrada
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIO	Ing. Pablo Christian de León Rodriguez a.i.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INVENTARIOS, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS EN HIDROCASA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de agosto de 2014.



Fernando Esteban Toledo López

Guatemala 18 de agosto del 2017

Ingeniero

Jose Francisco Gomez Rivera

Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio hago de su conocimiento que yo Oscar Orlando Sapón Rodríguez, Ingeniero Mecánico Industrial, colegiado 6775, asesore y revise el trabajo de Graduación del estudiante Fernando Esteban Toledo López carné 200914960 titulado **IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INVENTARIOS, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS EN HIDROCASA** Por lo que considero que cumple con los requisitos para que pueda seguir con la continuidad del proceso de aprobación del trabajo de graduación.

Agradeciendo tomar nota de la presente me suscribo

Atentamente

Oscar Orlando Sapón Rodríguez
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 6775

Ing. Oscar Orlando Sapón Rodríguez

Colegiado 6775



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INVENTARIOS, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS EN HIDROCASA**, presentado por el estudiante universitario **Fernando Esteban Toledo López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Quiñonez'.

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.085.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INVENTARIOS, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS EN HIDROCASA**, presentado por el estudiante universitario **Fernando Esteban Toledo López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2018.

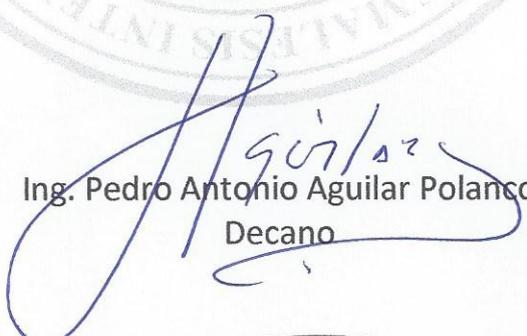


/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMA DE INVENTARIOS, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS EN HIDROCASA**, presentado por el estudiante universitario: **Fernando Esteban Toledo López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, julio de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y otorgarme sabiduría e inteligencia, siempre guiando mi camino en todo momento y lograr alcanzar esta meta tan esperada.
- Virgen Maria** Por siempre iluminar mi camino y llenar de bendición mi vida.
- Mis padres** Francisco Toledo y Elizabeth López, por su amor incondicional y apoyo por siempre guiarme con sus consejos a lo largo de este camino que no lo hubiera logrado sin ellos, los amo, este triunfo es para ustedes.
- Mis hermanos** Por su cariño y apoyo, ya que siempre tenían palabras de aliento cuando más los necesitaba, a Francisco Toledo, por siempre ser un ejemplo de vida, a Maria, por inyectarme alegría y dulzura y Sebastián, por su tolerancia y apoyo en todo momento,
- Mi familia** Maria de Jesus Ponce (q. e. p. d.) por ayudarme a ser una mejor persona siempre, guiándome en el camino de Dios, Alicia Toledo, por siempre guiarme y apoyarme con su amor incondicional, Francisca de Toledo, Marco Tulio Toledo, Maria Elena Toledo,

Tenchita Toledo, Salvador Chivichon (q. e. p. d.) por su cariño y apoyo incondicional.

Mis tíos

Roberto, Rosa, Lucrecia, Rudy, Sandra, Marvin, Flor y Marco, por su cariño y consejos que me ayudaron siempre a conseguir esta meta, Jorge Chivichon Toledo, por apoyarme incondicionalmente y estar en los momentos más difíciles.

Mis primos

Mario, Paola, Emerson, Helmut, Pablo, Gabriela, Emile, Luis y Javier, por brindarme su cariño y su amistad en todo momento.

Mi novia

Yosselyn Merlos, por su amor brindado y apoyo incondicional en esta última etapa, por ayudarme a ser una mejor persona.

Mis amigos

Roberto Vargas, Emilio Chiu, Shoeberh Paz y Carlos Mena, por brindarme su amistad y apoyo para librar obstáculos a lo largo de la carrera.

**Asesor de Oscar
Orlando Sapon**

Por aconsejarme en mi trabajo de graduación y alentarme a alcanzar esta meta.

Facultad

Por contribuir a mi formación, y adquirir todos estos conocimientos con las distintas experiencias en ingeniería que hoy me ayudan a ser un profesional y alcanzar mi meta tan esperada.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos
de Guatemala**

Por ser una importante influencia en mi carrera,
entre otras cosas.

Facultad de Ingeniería

Por ser una gran influencia en mi carrera e
impulsarme a seguir mis metas.

**Mis amigos
de la Facultad**

Roberto Quijivix, Emilio Chiu y Shoebert Paz.

2.	SITUACIÓN ACTUAL	37
2.1.	Inventario de los equipos de bombeo que posee la empresa en bodega	37
2.1.1.	Diagnóstico general de la empresa a nivel de ventas e inventario	39
2.1.2.	Entrevista a gerente general	46
2.1.3.	Entrevista a técnicos de instalación	46
2.1.4.	Inventario de accesorios.....	52
2.1.5.	Análisis de historial de ventas registradas.....	54
2.1.6.	Recopilación de archivos de ventas	56
2.2.	Mantenimiento.....	56
2.2.1.	Mantenimiento preventivo	56
2.2.2.	Mantenimiento correctivo	62
2.2.3.	Mantenimiento predictivo.....	67
2.2.4.	Mantenimiento selectivo.....	69
2.3.	Rutinas del mantenimiento.....	70
2.4.	Análisis FODA.....	72
2.4.1.	Fortalezas.....	73
2.4.2.	Debilidades.....	73
2.4.3.	Oportunidades.....	73
2.4.4.	Amenazas	74
2.4.5.	Estrategias	75
3.	PROPUESTA DE IMPLEMENTAR PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INVENTARIOS PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS	77
3.1.	Definición del problema.....	77
3.1.1.	Planteamiento del problema.....	77
3.1.2.	Causas y efecto del problema principal.....	78

3.1.3.	Diagrama de espina de pescado	78
3.1.4.	Análisis FODA para el análisis de la propuesta	79
3.2.	Descripción general	80
3.2.1.	Manejo de inventarios.....	81
3.2.1.1.	Implementar la distribución de accesorios, repuestos, partes, materiales, dispositivos y equipos en bodega.....	84
3.2.1.2.	Creación de una base de datos en Excel u otro paquete	87
3.2.1.3.	Creación de un modelo de registros de accesorios, repuestos, partes y dispositivos	91
3.3.	Eficiencia y efectividad del establecimiento de inventarios.....	92
3.3.1.	Control de inventarios.....	102
3.3.2.	Control del historial de los camiones de transporte.....	105
3.3.3.	Programación de actividades para la implementación.....	105
3.3.4.	Creación de registros y nomenclatura	106
3.3.5.	Manejo de registro y nomenclaturas	106
3.4.	Análisis de la demanda.....	107
3.4.1.	Técnicas estadísticas	107
3.4.2.	Coste de accesorios	123
3.5.	Pronóstico de ventas global de la empresa Hidrocasa	124
3.5.1.	Familia de curvas.....	124
3.5.1.1.	Lineal	125
3.5.1.2.	Logarítmica	126
3.5.1.3.	Exponencial	128

	3.5.1.4.	Potencial.....	130
	3.5.2.	Histórico de ventas	131
	3.5.3.	Gráfica de resultado	131
	3.5.4.	Análisis de resultados	135
	3.5.5.	Pronóstico del primer trimestre de 2017 y 2018	136
4.	IMPLEMENTACIÓN.....		139
4.1.	Planificación		139
	4.1.1.	Plan de implementación	139
	4.1.2.	Normas generales	139
	4.1.3.	Tiempo de ejecución	140
	4.1.4.	Plan de trabajo normal	140
4.2.	Programación.....		142
	4.2.1.	Metodología.....	142
		4.2.1.1. Calendarización de actividades.....	142
4.3.	Control.....		143
	4.3.1.	Documentación técnica	144
	4.3.2.	Formatos de control	145
		4.3.2.1. Gráficos de control	146
		4.3.2.2. Gráficos de ventas	146
	4.3.3.	Costos de plan	147
4.4.	Indicadores de control		151
	4.4.1.	Tipos de indicadores	151
	4.4.2.	Análisis de resultados de indicador	152
	4.4.3.	Interpretación y gráficas	153
4.5.	Capacitación y adiestramiento del personal técnico		154
	4.5.1.	Tipo de capacitación	154
	4.5.2.	Tipo de adiestramiento.....	155

5.	SEGUIMIENTO	157
5.1.	Plan de seguimiento y mejora continua	157
5.1.1.	Actividades de control.....	158
5.1.2.	Diagrama de actividades	162
5.2.	Metodología 5S	162
5.3.	Indicadores de la productividad	167
5.4.	Beneficios de la metodología.....	171
5.5.	Origen del capital.....	172
5.6.	Costo de implementación	173
	CONCLUSIONES	175
	RECOMENDACIONES	177
	BIBLIOGRAFÍA	179
	APÉNDICES	181
	ANEXOS.....	187

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación en mapa de Hidrocasa	2
2.	Organigrama de Hidrocasa	19
3.	Tipos de inventario	22
4.	Clasificación de inventarios ABC	26
5.	Diagrama de Pareto, inventario de equipo de bombeo	39
6.	Diagrama de Pareto, equipo de bombeo residencial.....	41
7.	Diagrama de Pareto, equipos de piscina.....	42
8.	Diagrama de Pareto, equipo para jacuzzi	43
9.	Diagrama de Pareto, equipos para fuentes.....	44
10.	Diagrama de Pareto, equipo sumergibles	45
11.	¿Considera que Hidrocasa cuenta con el suficiente inventario en equipos y accesorios actualmente?	47
12.	¿Qué aspectos negativos ocasiona el no contar con un inventario de accesorios y equipos?	47
13.	¿Cuenta actualmente con una orden en bodega de accesorios y equipos?.....	48
14.	¿Hidrocasa cuenta, actualmente, con una base de datos en Excel u otro programa que registre los accesorios y equipos?	48
15.	¿Hidrocasa realiza algún tipo de pronóstico para determinar ventas futuras?	49
16.	¿Cree que el realizar pronósticos de demanda ayudará a tener inventario de accesorios y equipos?	49

17.	¿Cuenta con el espacio suficiente para realizar una distribución de accesorios y equipos?	50
18.	¿Cuando realizan mantenimientos preventivos o correctivos, cuentan con los accesorios y equipos necesarios?	50
19.	Registro de ventas, julio 2015 a junio 2016	55
20.	Accesorios utilizados en mantenimiento preventivo.....	57
21.	Cantidad de mantenimientos preventivos, julio 2015 a junio 2016	60
22.	Costo del mantenimiento preventivo, julio 2015 a junio 2016	61
23.	Accesorios utilizados en el mantenimiento correctivo.....	63
24.	Cantidad de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016	65
25.	Costo de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016	66
26.	Comparación de ventas de equipos versus mantenimientos preventivo y correctivo	71
27.	Porcentaje de ventas de equipo versus mantenimientos.....	72
28.	Diagrama de Ishikawa: causas y efecto del problema principal.....	79
29.	Modelo de estantería 1	86
30.	Modelo de estantería 2	87
31.	Etiqueta para el control de inventario.....	103
32.	Color de Etiquetas ABC	103
33.	Gráfico de datos de ventas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo de bombeo residencial	110
34.	Gráfico de datos de ventas de enero de 2015 a diciembre 2016 de equipo para piscina.....	113
35.	Gráfico de datos de ventas de enero de 2015 a diciembre 2017 de equipo para jacuzzi	116
36.	Gráfico de datos de ventas de enero de 2015 a diciembre de 2016 de equipo para fuentes	119
37.	Gráfico de datos de ventas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo sumergible.....	122

38.	Ecuaciones para determinar variables independientes a y b	126
39.	Estimadores de la ecuación a y b	128
40.	Familia de curva lineal.....	132
41.	Familia de curva exponencial.....	133
42.	Familia de curva logarítmica	134
43.	Familia de curva potencial.....	135
44.	Plan de trabajo normal	141
45.	Calendarización de actividades.....	143
46.	Gráficos de ventas	147
47.	Cronograma de actividades fase final del proyecto.....	150
48.	Actividades de control	162

TABLAS

I.	Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo de bombeo residencial	11
II.	Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo para piscina	12
III.	Accesorios y materiales utilizados en instalación de equipo para jacuzzi	13
IV.	Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo de fuente	14
V.	Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo sumergible.....	15
VI.	Accesorios y materiales utilizados en instalación de elaboración de tanques cisternas	16
VII.	Inventario de equipo de bombeo	37
VIII.	Equipo de bombeo residencial	40
IX.	Equipos de piscina	42

X.	Equipo para jacuzzi.....	43
XI.	Equipo para fuentes.....	44
XII.	Equipo sumergibles	45
XIII.	Resumen de datos obtenidos de las encuestas	51
XIV.	Resumen de datos obtenidos de las encuestas	52
XV.	Inventario de accesorios en bodega	53
XVI.	Inventario de materiales.....	54
XVII.	Ventas registradas de julio 2016 a junio 2017	54
XVIII.	Herramientas que se utilizan para mantenimiento	59
XIX.	Cantidad de mantenimientos preventivos, julio 2015 a junio 2016	59
XX.	Costo del mantenimiento preventivo, julio 2015 a junio 2016	60
XXI.	Detalle del costo del mantenimiento preventivo.....	62
XXII.	Herramienta para mantenimiento correctivo	64
XXIII.	Cantidad de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016	65
XXIV.	Costo de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016	66
XXV.	Detalle del costo del mantenimiento correctivo.....	67
XXVI.	Ingresos por ventas, mantenimiento correctivo y preventivo	70
XXVII.	Análisis FODA.....	74
XXVIII.	Causas y efecto del problema principal	78
XXIX.	Matriz FODA de la propuesta	80
XXX.	Ubicación de accesorios	84
XXXI.	Ubicación de materiales.....	85
XXXII.	Base de datos, inventario físico de materiales.....	88
XXXIII.	Base de datos, inventario físico de accesorios	89
XXXIV.	Plantilla de Excel de búsqueda de materiales, accesorios y equipos, 1	90
XXXV.	Plantilla de Excel de búsqueda de materiales, accesorios y equipos, 2	90

XXXVI.	Base de datos, inventario físico de accesorios, plantillas creadas en Microsoft Excel.....	91
XXXVII.	Plantilla de Excel de búsqueda de materiales, accesorios y equipos, 3.....	92
XXXVIII.	Inventario ABC del equipo de bombeo residencial.....	94
XXXIX.	Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de bombeo residencial.....	94
XL.	Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de bombeo residencial.....	95
XLI.	Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de bombeo residencial.....	95
XLII.	Inventario ABC del equipo para piscina.....	96
XLIII.	Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de piscina.....	96
XLIV.	Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de piscina.....	96
XLV.	Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de piscina.....	97
XLVI.	Inventario ABC, para el equipo de jacuzzi.....	97
XLVII.	Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de jacuzzi.....	98
XLVIII.	Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de jacuzzi.....	98
XLIX.	Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de jacuzzi.....	98
L.	Inventario ABC, para el equipo para fuentes.....	99
LI.	Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de fuentes.....	99
LII.	Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de fuentes.....	100
LIII.	Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de fuentes.....	100
LIV.	Inventario ABC equipo sumergible.....	100
LV.	Clasificación de inventario tipo A, para el equipo sumergible.....	101
LVI.	Clasificación de inventario tipo B, para el equipo sumergible.....	101
LVII.	Clasificación de inventario tipo C, para el equipo sumergible.....	102
LVIII.	Clasificación de inventario, tipo ABC.....	104
LIX.	Fórmulas del pronóstico promedio móvil ponderado.....	108

LX.	Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo de bombeo residencial.....	109
LXI.	Factores de promedio móvil ponderado.....	111
LXII.	Proyecciones para años 2017 y 2018.....	111
LXIII.	Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo para piscina.....	112
LXIV.	Factores de promedio móvil ponderado.....	114
LXV.	Proyecciones para años 2017 y 2018.....	114
LXVI.	Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo para jacuzzi.....	115
LXVII.	Factores de promedio móvil ponderado.....	117
LXVIII.	Proyecciones para años 2017 y 2018.....	117
LXIX.	Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 del equipo para fuentes.....	118
LXX.	Factores de promedio móvil ponderado.....	120
LXXI.	Proyecciones para los años 2017 y 2018	120
LXXII.	Ventas registradas de enero 2016 a diciembre 2017 del equipo sumergible	121
LXXIII.	Factores de promedio móvil ponderado.....	123
LXXIV.	Proyecciones para año 2017 y 2018.....	123
LXXV.	Ecuaciones de familias de curvas.....	124
LXXVI.	Histórico de ventas de enero 2015 a diciembre 2016	131
LXXVII.	Coeficiente de determinación (R ²).....	135
LXXVIII.	Pronóstico del primer trimestre de 2017	136
LXXIX.	Pronóstico del primer trimestre de 2018	137
LXXX.	Inversión inicial del proyecto.....	149
LXXXI.	Priorización de causas detectadas	160
LXXXII.	Actividades de control.....	161
LXXXIII.	Actividades del plan de limpieza de bodega	164

LXXXIV.	Curso sobre técnica de administración eficiente de bodega	165
LXXXV.	Descripción de los módulos de capacitación.....	166
LXXXVI.	Inversión inicial del proyecto	173

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
m	Metro
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
LTC	Línea teórica de consumo
Qop	<i>Stock</i> mínimo

GLOSARIO

Almacén	Local, edificio o parte de este que sirve para depositar o guardar gran cantidad de artículos, productos o mercancías para su posterior venta, uso o distribución.
Almacenaje	Parte de la logística que incluye las actividades relacionadas con el almacén, guardar y custodiar existencias que no están en proceso de fabricación.
Adecuado uso de agua	El adecuado uso del agua para las necesidades básicas de la empresa.
Áreas funcionales	Son las divisiones que se realizan en una empresa para lograr su mejor funcionamiento.
Autocorrelación	Es la correlación de una serie de datos con valores retardados de sí misma; también, es conocida como correlación serial.
Bombeo de agua	Son estructuras destinadas a elevar un fluido a un nivel energético inicial a un nivel energético mayor.
Bombeo residencial	Son estructuras destinadas a elevar un fluido a un nivel energético inicial a un nivel energético mayor en un circuito de casas residenciales.

Capacidad instalada	Es el potencial o volumen máximo de un bien o servicio que una empresa pudiera llegar a ofrecer.
Comercialización	Darle las condiciones y vías de distribución a un producto o servicio para su venta.
Contabilidad	Sistema de control y registro de los gastos e ingresos y demás operaciones económicas que realiza una empresa o entidad.
Control de costos	Monitoreo registro y control de los costos del proyecto.
Control de inventario	Técnica que permite controlar la existencia de los productos a niveles deseados.
Expectativa	Esperanza o posibilidad de conseguir una cosa.
Exigencia	Requerimiento o necesidad forzosa para que produzca.
Familia de curvas	Son las curvas que se obtienen de una función y que difieren entre sí en una constante.
Falta de disponibilidad	Puede referirse a la probabilidad de que un producto determinado esté disponible, pueda ser encontrado o consumido en el mercado en general.
Falta de conocimiento	Que se ignora en caso especial o de cultura general.

Finanzas	Son todas aquellas actividades relacionadas con el intercambio y manejo del capital.
Flujo de caja	Hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero de una empresa o proyecto en un periodo determinado.
Flujo constante	Los elementos se procesan y pasan directamente al siguiente proceso de una sola pieza a la vez.
Ganancias	La utilidad que obtiene el actor de un proceso económico, comercial o productivo.
Grandes volúmenes	Cantidad detallada, ordenada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una empresa.
Implementación	Poner en práctica medidas y métodos, entre otros para concretar alguna actividad, plan, o misión.
Interruptor	Dispositivo eléctrico que cede el paso de corriente o interrumpe la corriente por medio del pulso de un botón.
Incurrir en pérdidas	Cuando la organización percibe como algo negativo la rentabilidad de una inversión.

Kardex	Sistema que detalla los movimientos de ingreso salida y los saldos en cualquier momento, se utiliza en el control de inventarios.
Logística	Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio especialmente de distribución.
Mayor utilidad	Es el máximo interés, provecho o fruto que se obtiene de algo.
Mejora continua	Aquello que pretende mejorar los productos, servicios y procesos. Postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejorar.
Nivel de inventario	Cantidad de material que se mantiene en estantería o inventario.
Obsolescencia	Es la caída en desuso de las máquinas, los equipos y las tecnologías motivada no por un mal funcionamiento, sino por un insuficiente desempeño de sus funciones
Ocasionar	Producir cierto o dar lugar a cierta consecuencia.
Parte fundamental	Que es un bien o servicio muy necesario o muy importante para algo.

Planeación corporativa	Medios empleados para establecer la secuencia o pasos que se seguirán para llegar a una meta u objetivo.
Prever escasez	Comprende las interacciones con mucho nivel de detalle entre los recursos y las necesidades para determinar si se sufrirá escasez.
Prevención efectiva	Conseguir una integración en la gestión de riesgo de la empresa, buscando concretar la misma en la promoción y la protección efectiva de la organización.
Principal atractivo	Propiedad atractiva de los objetos o materiales que resultan agradables, llaman la atención o despiertan el deseo y el interés.
Pronostico	Son predicciones de lo que puede suceder o de lo que se puede esperar. Son premisas o suposiciones básicas en que se basan la planeación y la toma de decisiones.
PEPS	Sistema de inventario primero en entrar, primero en salir.
Presupuesto	Cantidad de recursos que se calculan necesarias o que se destinan para hacer frente a unos gastos determinados.
Promover	Favorecer el desarrollo o la realización de algo.

Pronóstico de venta	Es la estimación o previsión de las ventas de un producto (bien o servicio) durante un determinado periodo futuro.
Pronóstico de contable	Es la estimación y previsión de los costos de un producto, servicio o proyecto durante un determinado periodo futuro.
Rentabilidad	Es todo aquello que genera provecho, utilidad, ganancia o beneficio.
Requeridos	Son todos los insumos necesarios que se necesitan para fabricar o producir un servicio.
Respectivo	Para los miembros de una serie de elementos, unidades o grupos.
Reducir costos	Es la medida más utilizada por las empresas para intentar percibir una mayor utilidad.
Rama de la industria	Conjunto de empresas que derivan de un determinado sector de la actividad económica.
Satisfacción	Nivel del estado de un individuo que resulta de la comparación entre el rendimiento percibido del producto o servicio.
Sistema de inventarios	Es el conjunto de normas, métodos y procedimientos aplicado de manera sistemática para planificar y

controlar los materiales y productos que se emplean en una organización.

Servicios orientados	Están formadas por servicios de aplicación acoplados y altamente interoperables para comunicarse entre sí.
Subsistencia	Complemento con la cual un objeto se hace permanente a otra.
Tabulación de datos	Consiste en presentar los datos estadísticos en forma de tablas o cuadros.
Tiempo de entrega	Es la demanda total entre el presente y el tiempo anticipado para la entrega después de la siguiente.
Urgencia	Que requiere pronta atención o se debe resolver de forma inmediata.
Utilidad	Es el interés o provecho que se obtiene de algo, siendo la ganancia que se obtiene después de realizar los descuentos correspondientes.
Variabilidad	Es la propiedad de aquello que varía, cambio o se modifica.
Ventas históricas	Es la recopilación de ventas de un producto o servicio durante un determinado periodo.

Viabilidad del proyecto Es el estudio que intenta predecir el eventual éxito o fracaso de un proyecto.

RESUMEN

En la gran mayoría de ramas de la industria que se dedican a la comercialización de cualquier producto es necesario el tener un nivel de inventario, ya que estos son recursos que se encuentran almacenados para su uso posterior en un momento determinado.

Con el fin de lograr que los productos y servicios sean entregados al cliente, lo más rápido posible para que satisfagan en el mayor grado de sus exigencias y urgencias para asegurar la subsistencia de la empresa con la presentación de un apropiado servicio de entrega de productos que representa una parte fundamental en el servicio que se presta en Hidrocasa.

Uno de los principales atractivos para este proyecto es que se aumentará la utilidad, se preverá la escasez y permitirá obtener ganancias en la compra de grandes volúmenes.

Como en la gran mayoría de industrias de este país no se cuenta con el pronóstico de ventas esto ocasiona muchas veces una toma de decisiones indebida. El pronóstico es la base de la planeación corporativa ya sea a corto, mediano y largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y control de costos.

Por esta razón, es de vital importancia pronosticar con base en ventas históricas de la empresa; esto se debe a que se tomarán decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, planeación de las capacidades y distribución de las instalaciones.

Es de suma importancia la tabulación de datos de ventas ya que esto permitirá la elaboración de un pronóstico confiable.

OBJETIVOS

General

Implementar pronósticos de demanda y aplicación de sistemas de inventarios en Hidrocasa para la obtención de una mayor utilidad al reducir costos.

Específicos

1. Utilizar un modelo sobre un periodo congelado de ventas para establecer la variabilidad de las proyecciones.
2. Determinar un inventario que facilite llevar un control interno de materiales, repuestos, partes, dispositivos e insumos requeridos en los diferentes diseños.
3. Proponer un manejo y control de inventarios de materiales, repuestos, partes, dispositivos e insumos para optimizar las compras y reducir costos y tiempos de demanda.
4. Definir un nivel promedio de inventario de materiales, repuestos, partes, dispositivos e insumos en bodega que se requieran para la instalación y el montaje de equipo de bombeo.

INTRODUCCIÓN

Hidrocasa es una empresa que se dedica a la venta de equipos de bombeo de agua potable, suministros y servicios de mantenimiento, existentes en el mercado para el suministro de flujo de agua que se emplea en el bombeo.

Hidrocasa se integra a la rama industrial para la cual se promueven servicios orientados al cuidado y educación que se le dará a la población sobre el uso adecuado del agua potable para promover la salud preventiva en nuestro país.

Hidrocasa ha estado ofreciendo los servicios de ventas, instalación y mantenimiento de equipos de bombeo residencial, con el fin primordial de garantizar la obtención de agua potable para su respectivo almacenaje y distribución mediante el flujo constante que satisfaga la necesidad del cliente en la entrega del producto; se tiene un adecuado sistema de diseño de instalación y mantenimiento de equipo de bombeo residencial.

Los métodos para el incremento de la utilidad utilizados dentro de la empresa son la implementación de pronósticos y control de inventarios. Se utilizarán las herramientas de manejo de materiales para determinar tiempo de compra, así como el almacenaje en bodega y establecer un nivel de inventario de materiales, partes, repuestos, insumos y equipos que tienen una mayor importancia al prestar el servicio de mantenimiento. Pronosticar ventas futuras dentro de Hidrocasa servirá para determinar cuánto es el porcentaje de ventas según la demanda y así contar con el suficiente equipo y materiales en inventario para cumplir con todas las expectativas o demandas.

Los capítulos 1 y 2 son meramente referentes a las generalidades y situación actual de la empresa. Sin embargo, en el capítulo 3 se elabora una propuesta de implementación de pronósticos de demanda y aplicación de sistemas de inventarios para minimizar el costo y aumentar la rentabilidad. Mientras que en los capítulos 4 y 5 se propone la implementación y el seguimiento; de la mejora continua para que la empresa sea competitiva y de mayor productividad, optimice todos sus recursos: financieros, humanos, tecnológicos, capacidad y económicos.

1. GENERALIDADES

1.1. Conceptos generales

Hidrocasa es una empresa guatemalteca enfocada en la venta de equipos de bombeo de agua potable y servicios del mantenimiento, remodelación de casas y construcción de tanques y cisternas subterráneos.

Provee equipos de agua potable ofrece equipos residenciales, piscinas, bombas sumergibles para pozos y cuenta con servicio de mantenimiento preventivo y correctivo para los respectivos productos.

La remodelación abarca aspectos de renovación de pintura, paredes, columnas, techos, cambio de pisos, vidrios, instalaciones eléctricas y mecánicas. En la construcción de tanques cisternas subterráneos ofrece asesoría en el costo de la realización según las condiciones del lugar y el tamaño de la cisterna en el rango de 3 000 litros hasta 15 000 litros, su estructura es de hierro y concreto.

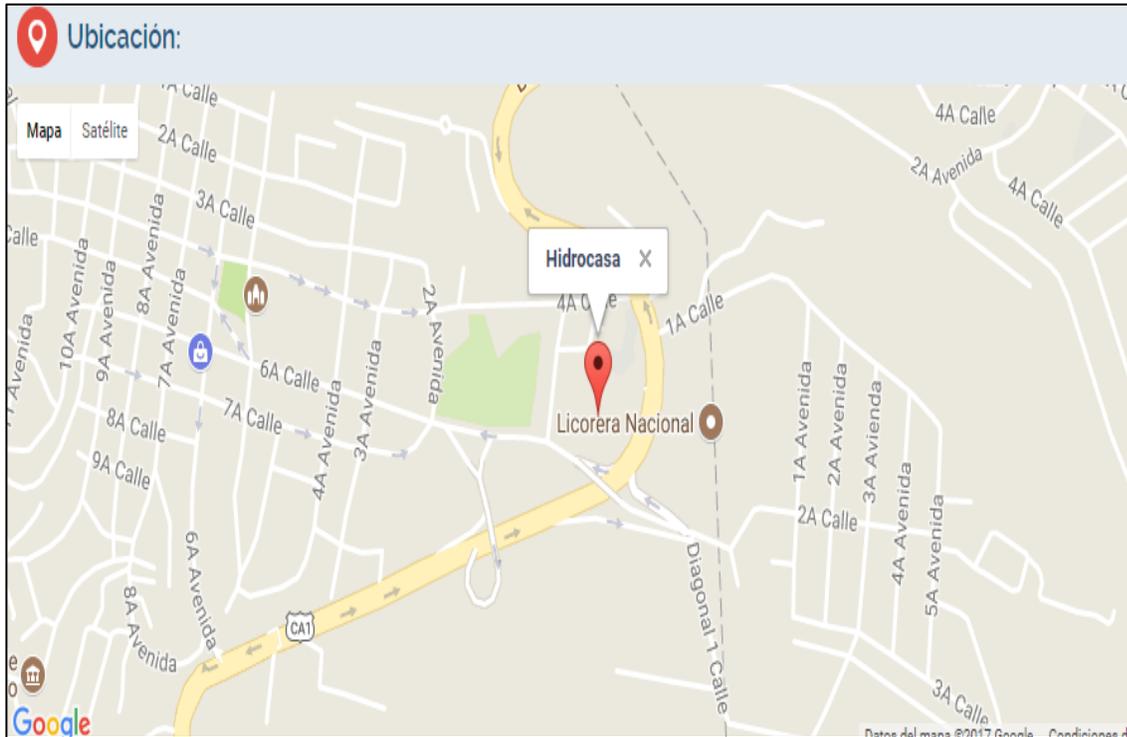
1.2. Datos generales de la empresa

A continuación, se hace una descripción de la empresa.

1.2.1. Ubicación

Hidrocasa se encuentra ubicado en bulevar El Caminero 14-32 zona 6, Centro Comercial San Francisco, colonia San Francisco.

Figura 1. Ubicación en mapa de Hidrocasa



Fuente: *Google Maps*. www.google.maps.com.gt. Consulta: 26 de marzo de 2018

1.2.2. Datos

- Nit: 562490-08
- Numero de patente: 566362 “A”

1.2.3. Visión

“Ser una empresa de servicios de venta, mantenimiento e instalación de equipos de bombeo de reconocido prestigio que satisfaga las necesidades de

sus clientes y contribuya con el medio ambiente en el uso adecuado de los recursos naturales”.¹

1.2.4. Misión

“Proveer un servicio de calidad que permita brindar soluciones integrales en la venta instalación y el mantenimiento de equipos de bombeo de agua potable de una manera eficiente y confiable”.²

1.2.5. Política de calidad

Ofrecer servicios de mantenimiento e instalación de equipos de bombeo que satisfagan las necesidades presentes y futuras de nuestros clientes, por medio del mejoramiento y desarrollo continuo de nuestros servicios.

1.2.6. Productos

Los productos son de origen internacional, cumplen con los estándares de calidad, al contar con el respaldo de la norma ANSI/NFPA 70 e ISO 5199 (normas que regulan y certifican este tipo de productos comercializados por la empresa); se caracteriza por la calidad y por el rendimiento, la eficiencia, la durabilidad, el costo y la amplia gama de repuestos.

- Equipo de bombeo residencial

Los equipos de bombeo residencial se utilizan en casas particulares para el abastecimiento de agua hacia toda el área interna de la casa y sus equipos:

¹ Horcalsa. *Productos*. www.horcalsa.com. Consulta: 25 de febrero de 2018.

² *Ibíd.*

lavadoras, lavamanos, lavatrastos, duchas, riego del jardín. Los equipos de agua potable consisten básicamente de una bomba de agua y de un tanque hidroneumático.

La bomba de agua cumple la función de trasladar el líquido de la cisterna y la descarga con presión al tanque hidroneumático y/o área interna a la residencia. El tanque hidroneumático almacena agua y contiene una membrana para generar más presión al líquido contenido para abastecer el área interna de la residencia.

Para determinar el equipo adecuado a instalar se deben considerar factores como el número de duchas, sanitarios, lavamanos y cualquier otro accesorio que utilice agua potable. El equipo de bombeo utiliza accesorios eléctricos: guarda nivel de mercurio, switch de presión, switch de encendido, cable de corriente, entre otros; y accesorios de PVC: codos, uniones, tee, válvula de pie.

- Equipos para piscina

El equipo de bombeo principal para piscinas consiste en una bomba de agua y un filtro. La bomba de agua tiene como función principal la circulación de agua dentro de la piscina para su limpieza mediante el filtro y para abastecerla de líquido; el filtro sirve para remover las impurezas del líquido de la piscina.

La selección del equipo de bombeo y filtro dependerá de la capacidad de la piscina, sus dimensiones definirán el caudal requerido y determinarán la capacidad de la bomba para la circulación de agua en su interior. La selección del filtro debe ser acorde a la potencia y el caudal de la bomba de agua, ya que

no puede ser ni mayor ni menor su capacidad, debido a que se tienen parámetros establecidos de velocidad de filtración.

- Productos exclusivos para piscinas:
 - Skimmers: son mediante cavidades que se colocan en las paredes laterales de las piscinas y que sirven para mantener la superficie de agua libre de impurezas ya que funcionan como un prefiltro que utilizan succión de la bomba para atrapar hojas e insectos.
 - Rejillas:recogen eficazmente el agua de rebosadero en la parte superior de la piscina, ofrecen absoluta seguridad e higiene en instalaciones privadas y públicas.
 - Rejillas de fondo:su función es succionar agua desde el fondo para filtrar y vaciar la piscina.
 - Retornos:se encargan de hacer recircular el agua procedente del filtro de modo que los productos químicos responsables del saneamiento, limpieza y transparencia del agua lleguen a todas las zonas de la piscina.
- Equipos para jacuzzi

Estos equipos están diseñados para diferentes tipos de jacuzzi que existen en el mercado y están conformados por una bomba de agua y un soplador como los principales elementos.

La bomba de agua se encarga de hacer circular el líquido limpiándolo a través de líneas conectadas a *polyjet* o boquillas que crea burbujas de aire que están dentro del jacuzzi para obtener un masaje.

La selección del tipo de bomba de agua y aire depende de la capacidad en galones del jacuzzi, el número de boquillas, la distancia del jacuzzi hacia el lugar donde se instalará el equipo de bombeo y la velocidad de filtrado del agua. Sus principales accesorios son:

- Línea de aire: mangueras o tubos distribuidos a través del jacuzzi que transportan el aire suministrado por parte del soplador.
 - *Polyjet*: boquillas en las paredes y superficies del jacuzzi de donde salen las burbujas de aire provenientes del soplador y de la bomba.
- Equipos para fuentes

Este equipo está diseñado para las distintas clases de fuentes que pueden instalarse en residencias, jardines pequeños, medianos o grandes, así como parques, centros comerciales o algún otro lugar. El equipo consiste básicamente en una bomba de agua y una fuente.

La selección de la bomba dependerá de factores como la altura en metros que desee alcanzar desde la boquilla y de la distancia entre el lugar de instalación de la bomba y de la fuente. Entre los accesorios más importantes que se utilizan están codos, tees, uniones, reducciones, boquillas y tubos.

- Equipos sumergibles

Estos equipos son utilizados para extraer agua potable de los pozos que se instalan dentro de estos, de ahí derivan su nombre de equipos sumergibles.

Este equipo está conformado por una bomba, un motor y un panel de control, en donde la bomba de agua junto con el motor sumergible es encargada de suministrar el agua del pozo hacia un tanque cisterna en la residencia, finca o edificio. El panel de control es el encargado de regular la corriente del equipo.

Las variables de las que depende la adecuada selección del equipo de bombeo son:

- Nivel estático del pozo: es el nivel en que se encuentra el agua cuando no se ha iniciado extracción de agua.
- Nivel dinámico: se inicia el bombeo, el nivel del agua comienza a bajar según la rapidez de bombeo hasta que después de un tiempo el nivel se detiene; la rapidez de llenado del pozo se equilibra con la del bombeo y esta nueva profundidad o punto es el nivel dinámico.
- Profundidad del pozo: determina que tan profundo es el pozo.
- Caudal del pozo: cantidad del flujo de agua por unidad de tiempo que tiene el pozo.

Los principales accesorios son:

- Gabinetes metálicos: sirven de protección de los tableros eléctricos contra el ambiente.
- Pararrayos: dispositivo eléctrico que sirve como protección contra las descargas eléctricas.
- Líneas de aire: sirve como medición de la profundidad del pozo y un registro del nivel del agua y de las horas de funcionamiento de la bomba.

1.2.7. Servicios de mantenimiento

Hidrocasa cuenta con los servicios de instalación, remodelación, construcción de cisternas y mantenimiento preventivo y/o correctivo para sus equipos de bombeo.

Hidrocasa se caracteriza por la entrega de servicios de calidad y eficiencia en cada instalación, mantenimiento, construcción y remodelación que realiza, ya que busca alcanzar la calidad en aspectos como: acabados finos, diseño y alto nivel de desempeño de los productos y servicios, entre otros.

- Cálculo de caudal de las bombas residencial,es cisternas piscinas, jacuzzi y fuentes.

El caudal corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería) en una cierta cantidad de tiempo; corresponde a un volumen de agua (litros, metros cúbicos) por unidad de tiempo (segundos, minutos).

- Método para la medición de caudal

El método más utilizado para medir el caudal de aguas es el volumétrico; por medio del conocimiento del volumen a ser llenado (piscina, jacuzzi, fuente y cisterna) y por el tiempo medio requerido de llenado regularmente se da de parte de los clientes. La fórmula a utilizar será la siguiente:

$$Q = \frac{v}{t}$$

Donde:

- Q= caudal en m³/segundo, segundo, hora
- V= volumen requerido hacer llenado m³
- T= es el tiempo medio requerido de llenado de parte de los clientes

En el caso de las instalaciones de piscinas, jacuzzi y fuente, la base para este cálculo es el tiempo de recirculación (tiempo de funcionamiento que el equipo de filtración necesita para que toda el agua de la piscina, jacuzzi y fuente pase a través de este). Este tiempo de recirculación podría calcularse mediante una serie de variantes (número de bañistas, calidad del agua, distancia a árboles) pero en este caso se usa una constante: 6 horas.

Es decir; se parte de la búsqueda de una bomba capaz de hacer pasar por la bomba la totalidad del agua de la piscina, jacuzzi y fuente en 6 horas y un filtro capaz de tratar ese volumen de agua en el mismo tiempo.

El siguiente paso es conocer el volumen de agua de la piscina, el jacuzzi y la fuente.

Por ejemplo, el resultado del cálculo del volumen de la piscina ha sido de 60 m³ (60 000 litros)

Esto quiere decir que se necesita una bomba que en 6 horas pase por el filtro 60 m³ y un filtro capaz de asumir esa cantidad de agua.

Los fabricantes dan los rendimientos de sus equipos en horas y no en 6 horas, se debe hacer el siguiente cálculo para obtener el caudal por hora:

$$Q = \frac{60 \text{ m}^3}{6 \text{ h}} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

La bomba y el filtro que se necesita para el ejemplo son los que según las características del fabricante sean capaces de dar un caudal (bomba) y un volumen de filtración (filtro) igual o superior a 10 m³/hora.

Según los cálculos del ejemplo, un equipo adecuado para la piscina podría ser el formado por:

Bomba Sena 25463 0,75 HP (3/4 C.V.) que según el fabricante da 10 400 l/h de caudal (10,4 m³/h).

- Instalación de equipo de bombeo residencial

En la instalación de estos equipos se realiza una inspección del lugar para determinar aspectos como la ubicación del tanque cisterna y el lugar donde se instalará el equipo de bombeo para obtener el mejor rendimiento y funcionamiento; se establece así la cantidad de materiales y los accesorios

necesarios para realizar el trabajo de instalación. Los accesorios, dispositivos y materiales a tomar en cuenta para la instalación se describen en la tabla I:

Tabla I. **Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo de bombeo residencial**

Accesorios PVC	Materiales
Codos a 90°, 60°, 45°	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptador macho	Cable
Coplas	Manómetro
Reducidores	Llave de paso
Tapón	Autoclave
	Flipón
	Interruptor de encendido
	Flotador de nivel

Fuente: elaboración propia.

- Instalación de equipos de piscina

En la instalación de equipos para piscinas se lleva a cabo una inspección sobre las características de la piscina y el lugar donde se colocará el equipo de bombeo, dependiendo de variables como la distancia y el nivel de instalación, la cantidad de boquillas, retornos y filtros que se deben tomar en consideración para seleccionar la cantidad adecuada de materiales, dispositivos y accesorios que debe llevar el equipo de bombeo como se muestra en la tabla II.

Tabla II. **Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo para piscina**

Accesorios PVC	Materiales
Codos a 90°, 60°, 45°	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptación machos	Cables de corriente
Coplas	Interruptor de encendido
Reducidores	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembras	Cinta de vulcanizar
Boquillas	Arena sílice
Retornos	Flipón
Grifos	Dispositivos de cloro
Válvulas	Filtros

Fuente: elaboración propia

- Instalación de equipo de jacuzzi

Para la instalación se requiere una serie de accesorios adicionales que complementan la funcionalidad del producto instalado. Siempre se realiza una inspección en el lugar donde se realizará el trabajo tomando en consideración la distancia del jacuzzi hacia el lugar de instalación, si existe corriente eléctrica en el lugar donde se instalará el equipo y la cantidad de boquillas, retornos y líneas de aire dentro del jacuzzi. Entre los accesorios que se utilizan, se mencionan los más importantes en la tabla III.

Tabla III. **Accesorios y materiales utilizados en instalación de equipo para jacuzzi**

Accesorios PVC	Materiales
Codos a 90°, 60°, 45°.	Pegamento PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptadores machos	Cables de corriente
Coplas	Interruptor de encendido
Reducidores	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembra	Cinta de vulcanizar
Grifos	Flipón
Válvulas	Filtros
Boquillas	Compresor
Retornos	Mangueras de alta presión

Fuente: elaboración propia.

- Instalación de equipo de fuentes

La instalación de equipos para fuentes dependerá de la altura, la funcionalidad y el diseño de la fuente; estos parámetros se usan para calcular la cantidad adecuada de accesorios en la instalación de la bomba.

También, se toma en consideración el tipo de conexión eléctrica en el lugar y la distancia de la fuente hacia el lugar donde se instalará la bomba para determinar la cantidad de materiales de plomería, de construcción y eléctricos que llevaría la instalación del equipo de bombeo.

Los accesorios a utilizar se nombran en la siguiente tabla IV

Tabla IV. **Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo de fuente**

Accesorios PVC	Materiales
Codos a 90°, 60°, 45°	Pegamentos para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptadores machos	Cables de corriente
Coplas	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembra	Cinta de vulcanizar
Reductores	Interruptor de encendido
Válvulas	Filtros
Boquillas	Flipón
Retornos	

Fuente: elaboración propia.

- Instalación de equipo sumergibles

Para la instalación de equipos sumergibles se requiere de un nivel de conocimiento más avanzado, ya que se realiza un análisis de estudio acuífero del pozo donde se sustraerá el agua, el cual permitirá seleccionar el adecuado equipo de bombeo que satisfaga los requisitos y garantice su funcionalidad. Se consideran factores como la profundidad del pozo donde ira instalado el equipo sumergible, la distancia del pozo hacia la caseta donde ira el panel de control del equipo que determinarán la cantidad de tubos requeridos y de accesorios y materiales tanto PVC, HG y materiales eléctricos. Los principales materiales se muestran en la tabla V.

Tabla V. **Accesorios y materiales utilizados en la instalación de equipo sumergible**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Pegamento para PVC
Tubos PVC	Cinta de aislar
Tees	Teflón
Adaptadores machos	Cables de corriente
Coplas	Interruptor de encendido
Reducidores	Manómetro
Tapones	Llave de paso
Adaptadores hembras	Cinta de vulcanizar
Tubos HG	Arena sílice
Reducidores HG	Flipón
Coplas HG	Filtros
Válvulas	

Fuente: elaboración propia.

- Construcción de tanques cisternas

Hidrocasa ofrece los servicios de construcción de tanques cisternas que son fabricados de hierro y fundición de concreto. Tienen capacidad 3 m³ hasta 20 m³ según se requiera. La realización de este trabajo dependerá de factores como el tipo que existe en el lugar y las condiciones del terreno, drenajes existentes y amplitud del espacio destinado para la construcción de la cisterna que incluye el caudal necesario de agua, la potencia de la bomba, el PSI de autoclave, la presión de la tubería y su diámetro requerido. Para este tipo de trabajo es necesario gestionar las correspondientes licencias de construcción y los permisos que otorga la municipalidad. En la tabla VI se presentan los accesorios, dispositivos y materiales que se contemplan en la instalación y construcción de una cisterna.

Tabla VI. **Accesorios y materiales utilizados en instalación de elaboración de tanques cisternas**

Accesorios PVC	Materiales
Codos	Cemento
Tubos PVC	Impermeabilizante
Tees	Agua
Válvulas	Agregado grueso
Adaptación machos	Acero de refuerzo
Coplas	Agregado fino
Reductores	Ladrillos
Poliducto	Block
Teflón	Llave de paso
Pegamento para PVC	Cables de corriente
Cinta de aislar	Cinta de vulcanizar
	Autoclave
	Interruptor de corriente
	Flipón

Fuente: elaboración propia.

1.2.7.1. Mantenimiento preventivo, correctivo, selectivo y predictivo

- Mantenimiento preventivo

Este tipo de servicio cuenta con la revisión, calibración y limpieza del equipo de bombeo; en algunas ocasiones, se contaron las piezas antiguas.

“Los componentes que se deben tener son: una bomba, tanque, hidroneumático y un guarda nivel que servirá como base para elaborar el diagrama de proceso de mantenimiento preventivo que se utiliza actualmente”³.

³ ALONSO BECERRA, Alicia. *Introducción a la ingeniería*. p. 70.

- Mantenimiento correctivo

Este servicio se caracteriza por reparar alguna de las piezas de la bomba o del tanque hidroneumático lo que implica extraer el equipo de bombeo para su análisis y respectiva reparación.

“El mantenimiento correctivo representa para nuestros clientes un mayor costo ya que se puede observar que los componentes que tienden a dañarse son la bomba y tanque hidroneumático y en la mayoría de ocasiones se dañan cojinetes y sellos o muchas veces se reemplaza teniendo un costo más alto”⁴.

- Mantenimiento selectivo

Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.

- Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de prealarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

Las principales técnicas de mantenimiento predictivo y su aplicación en maquinaria industrial son:

⁴ ALONSO BECERRA, Alicia. *Introducción a la ingeniería*. p. 75.

- Análisis de vibraciones

El análisis de vibraciones es la principal técnica para supervisar y diagnosticar la maquinaria rotativa e implantar un plan de mantenimiento predictivo.

- Ultrasonidos aplicados al mantenimiento predictivo

La captación de ultrasonidos es una técnica que se ha desarrollado mucho en los últimos años.

- Análisis de lubricantes

Las técnicas de análisis de lubricantes son fundamentales para determinar el deterioro del lubricante, la entrada de contaminantes y la presencia de partículas de desgaste.

- Análisis de máquinas alternativas

Motores y compresores alternativos pueden diagnosticarse con alta precisión a partir de la señal dinámica de la presión, los ultrasonidos y las vibraciones.

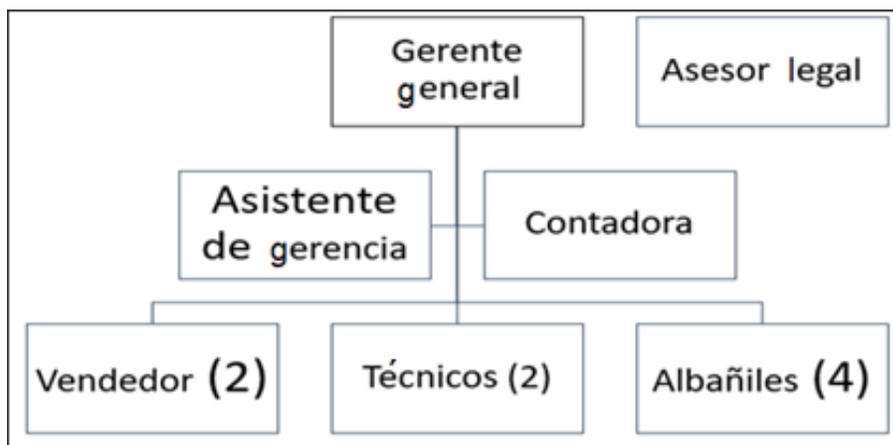
- Termografía

La reducción en los precios de las cámaras termográficas ha permitido que cualquier departamento de mantenimiento se beneficie de esta potente técnica predictiva.

1.2.8. Organigrama

Hidrocasa cuenta con una estructura lineal, ya que por ser una empresa categorizada como pequeña, este tipo de organización le permite tener un mando central y una supervisión directa del gerente general; este tipo de estructura es la que le permite una comunicación frecuente con sus subordinados, característica que le provee de una ventaja al establecer mejoras continuas en la entrega de productos y servicios de calidad. Dicho organigrama de la compañía Hidrocasase puede apreciar en la figura 2.

Figura 2. **Organigrama de Hidrocasa**



Fuente: elaboración propia.

1.3. Marco teórico

Es un sistema de inventarios es el conjunto de políticas y controles que supervisa y administra los niveles de inventario: decide su nivel, cuándo reabastecerse y de qué tamaño deben ser los pedidos.

El inventario incluye todo tipo de insumos: humanos, de equipo, financieros, energéticos, de materias primas y tecnológicas. La elección de artículos que se incluyen en el inventario depende de la organización

1.3.1. Tipos de inventarios

- Por su grado de transformación
 - Inventarios de materia prima

Toda empresa industrial dispone de varios artículos y materiales conocidos como materias primas que al ser sometidas a procesos se obtiene un artículo terminado o acabado.

La materia prima se define como aquel artículo sometido a un proceso de fabricación que al final se convertirá en un producto terminado.

- Inventarios de producción en proceso

“Todo artículo o elementos que se utilizan en un proceso de producción se los define como inventario de productos en proceso que tienen como característica que va aumentando su valor con cada proceso de transformación hasta convertirse en producto terminado”⁵.

Es decir, son productos parcialmente terminados que se encuentran en un grado intermedio de producción a los que les fue aplicado labor directa y gastos indirectos inherentes al proceso de producción en un momento determinado.

⁵ BAILY, Peter. *Aprovisionamiento, almacenaje y gestión del nivel de inventario*. p. 44.

- Inventarios de productos terminados

“Son productos que han cumplido su proceso de producción y se encuentran en la bodega de productos terminados y aún no han sido vendidos. Los niveles de inventario están directamente relacionados con las ventas, es decir, sus niveles se dan por la demanda que tenga”⁶.

- Inventarios de materiales y suministros

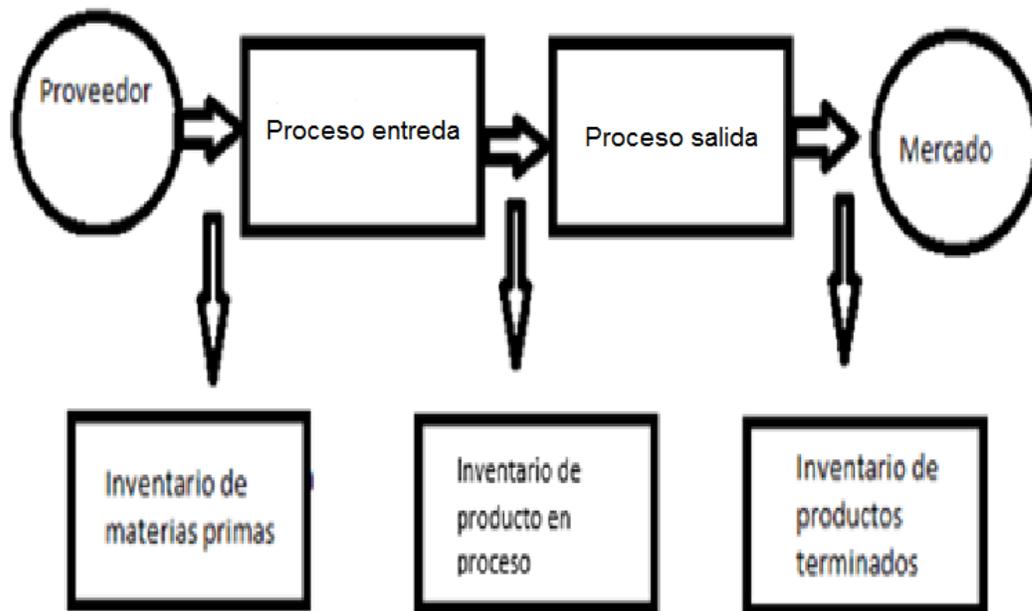
En este tipo de inventarios se incluyen:

- Las materias primas secundarias y sus especificaciones varían dependiendo del tipo de industria. Un ejemplo es la industria de ensamblaje de autos; se tiene el combustible para que el auto encienda e inicie la ruta de prueba que es una de las etapas del control de calidad.
- Artículos de consumo destinados en la operación de la industria.
- Los artículos y materiales de reparación y mantenimiento de las maquinarias y aparatos operativos que se necesitan en la industria.

La importancia en el control de inventarios reside en el objetivo primordial de toda empresa: obtener utilidades. Los tipos de inventario se muestran en la figura 3.

⁶ FALCONER, Paul; DRURY, John. *Almacenaje industrial*. p. 66.

Figura 3. Tipos de inventario



Fuente: elaboración propia.

- Por su categoría funcional
 - Inventario de ciclo o periódico

Este inventario es generalmente utilizado por empresas pequeñas y medianas; tiene como característica especial que para saber en una fecha determinada cuál es el inventario, se debe hacer un conteo físico y valorarle.

“Además, para controlar el costo de las transacciones que afectan el inventario se utilizan diferentes cuentas en función de la naturaleza operacional que se esté realizando”⁷.

⁷ GÓMEZ ACOSTA, Martha; ACEVEDO SUAREZ, José. *Gestión de inventario*. p. 61.

- Inventario de seguridad

La incertidumbre en la demanda u oferta de unidades hace que exista un inventario de seguridad que es almacenado en un sitio adecuado de la empresa. Generalmente, los inventarios de seguridad de materias primas protegen contra la incertidumbre que pueden provocar los proveedores debido a factores como huelgas, vacaciones, unidades de mala calidad, entre otras. En lo relacionado a la demanda sirven para prevenir faltantes provocados por fluctuaciones inciertas de la demanda.

- Inventarios estacionales

Son inventarios utilizados para cubrir la demanda estacional y también se utilizan para suavizar el nivel de producción.

- Inventarios en tránsito

Son de gran utilidad debido a que permiten sostener las operaciones entre empresa, clientes y proveedores; es un inventario que la empresa aun no lo tiene físicamente en sus bodegas, pero puede negociar su entrega al cliente cuando lo disponga y así cubrir necesidades.

Muchos son los tipos de inventarios que existen, por lo que se puede clasificar de la siguiente manera:

Los inventarios se encuentran en dos tipos de empresas: empresa industrial de transformación y empresa comercial.

Cuando los inventarios son de la empresa industrial de transformación se habla de inventarios de fabricación que a su vez se dividen en inventarios de materia prima, inventarios de producción en proceso e inventarios de productos. En la empresa comercial los inventarios solo son de mercaderías.

- Clasificación de inventarios ABC

“Busca utilizar los recursos disponibles para controlar el inventario de la mejor forma posible, se refiera dar una mayor importancia a ciertos artículos del inventario, ya que no resulta práctico modelar y tratar con detalle cada uno de sus artículos”⁸.

La clasificación ABC establece una segmentación de la importancia que tienen los artículos para una empresa según:

- Control
- Política de abastecimiento
- Planificación
- Procesos de producción

Porcentajes en cuanto a un inventario ABC

- Grupo A: alto volumen monetario (20 %)
- Grupo B: volumen monetario medio (30 %)
- Grupo C: bajo volumen monetario (50 %)

⁸ GÓMEZ ACOSTA, Martha; ACEVEDO SUAREZ, José. *Gestión de inventario*. p. 78.

- Artículos A

Son muy pocos en términos de diversidad, pero son los más importantes de todos, ya que un ahorro en los costos operacionales de los productos A genera un sensible ahorro en los costos globales. Por lo tanto, son los productos en que más relevante es concentrar los esfuerzos, estos productos deben poseer un alto grado de calidad y flexibilidad para preservar la rentabilidad operacional

- Artículos B

Son importantes, se pueden implementar técnicas de mejora. Genéricamente, resulta conveniente la estandarización de sus procesos operacionales.

- Artículos C

Son importantes y deben formar parte de la cartera de productos, ya que generan valor agregado a la compañía. Por algo están incluidos en los ítemes del inventario. También, es útil la estandarización. Pero es el tipo de productos menos importantes.

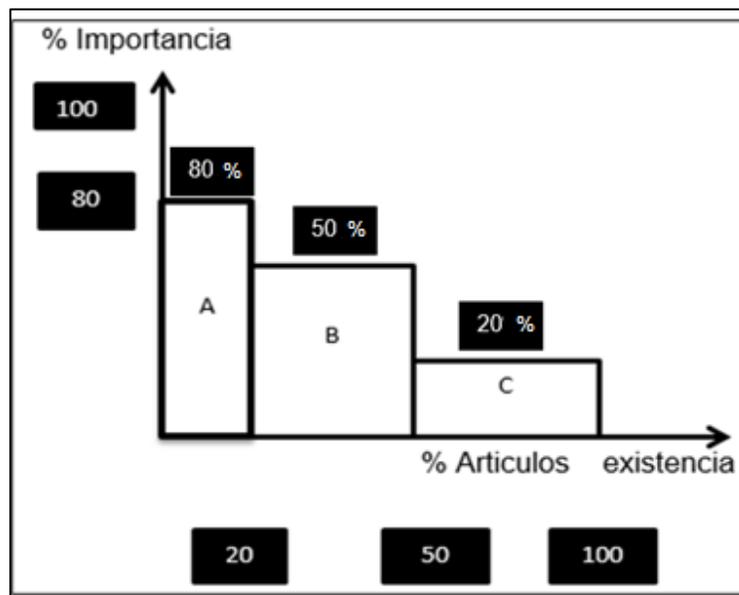
La segmentación no siempre es tan clara, pero el objetivo es separar lo que es importante de lo que no lo es. Al clasificar artículos en grupos, se establece el nivel de control adecuado en tiempo para cada uno de los grupos. Por ejemplo:

- A:control semanal
- B:control cada 2 semanas

- C:control mensual

A veces, si un artículo es crítico para un sistema (altos costos de carencia), se clasifica como A o B, aunque su volumen monetario no lo indique así; el diagrama de clasificación de inventarios ABC se puede observar en la figura 4.

Figura 4. Clasificación de inventarios ABC



Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Costos de operación de inventarios

- Costos de almacenamiento

Incluye instalaciones de almacenamiento, pañol, seguros, manejo, robos, roturas, obsolescencia, depreciación, impuestos y costo de oportunidad del capital financiero inmovilizado

- Costos de emisión

“Son aquellos costos asociados con la adquisición de bienes para el reaprovisionamiento del inventario. Cuando se emite un pedido se incurre en costos asociados con el procedimiento, ejecución, transmisión, manejo y compra del pedido”⁹.

- Costos del pedido

Costos de administración para el pedido, tanto la factura pagada al proveedor (inventario de materias primas) como la producción interna (inventario de productos en proceso o terminados).

- Costos de carencia

Son cualitativos, son pérdidas de clientes o penalizaciones por tardanza como resultado de inexistencia de inventario (*stock - out*).

1.3.3. Tipos de pronósticos de demanda

- Familias estables o modelos de series de tiempo

“Las familias estables son un conjunto de datos (ventas reales históricas) que siguen un comportamiento estable a través del tiempo. A este tipo de curvas pertenecen todos aquellos productos que sus ventas se mantienen en los mismos niveles no importando la época en que se encuentre”¹⁰.

⁹ GÓMEZ ACOSTA, Martha; ACEVEDO SUAREZ, José. *Gestión de inventario*. p. 101.

¹⁰ BALLOU, Ronald. *Logística empresarial*. p. 274.

- Métodos cuantitativos de las familias estables
 - Último período

El pronóstico de un mes (n) en particular es la venta real del mes anterior (n-1) y así sucesivamente para todo el período congelado de ventas elegido:

$$P_n = V_{n-1}$$

- Promedio aritmético

El pronóstico es el promedio de ventas reales de todos los meses anteriores al mes que se va a proyectar; se utiliza cuando realmente interesa mucho el historial pasado de las ventas reales (varios períodos), por lo tanto, el analista decide que tan atrás va a promediar sus datos. Su forma general de cálculo es la siguiente:

$$P_n = \frac{\sum_1^{n-1} \text{ventas reales}}{n-1}$$

- Promedio móvil simple

Método de previsión que utiliza la media de los n períodos de datos más recientes para efectuar la proyección del período siguiente. Para este caso en particular, se elige un ciclaje igual a cuatro (período congelado de ventas reales):

$$P_n = \frac{\sum_1^{n-4} \text{ventas reales}}{4}$$

- Promedio móvil ponderado

La sumatoria de las ponderaciones elegidas deben ser igual al número de períodos a pronosticar, es decir, el valor del ciclaje elegido. En este caso para efectos didácticos se elige un ciclaje igual a cuatro; en otras palabras, los valores escalares de las ponderaciones suman cuatro y cada uno multiplica al valor de las ventas reales de los cuatro meses anteriores al mes que se necesita pronosticar (otorgándole mayor ponderación a los períodos más recientes), ejemplo:

$$Ponderaciones: 0.5.0.81.21.5 \Rightarrow P_n = \frac{\sum_1^{n-4} Ponderación \times ventas \text{ reales}}{4}$$

- Promedio móvil ponderado exponencial (caso A)

Técnica de previsión de media móvil ponderada en la que los datos se valoran por medio de una función exponencial, su forma general es la siguiente:

$$P_n = P_{n-1} + \alpha (V_{n-1} - P_{n-1})$$

Donde:

- ✓ P_n = nueva previsión
- ✓ P_{n-1} = previsión del último período
- ✓ V_{n-1} = demanda real del último período
- ✓ α = constante de alisado (alfa)
- ✓ Factor alfa $0 \leq \alpha \leq 1$

- Cuando α tiende a cero

El pronóstico se ve afectado por causas al azar (fallas atribuibles a factores externos); están fuera del alcance de nuestras manos, ej: huelgas, inasistencia del personal operativo, políticas gubernamentales, entre otras.

- Cuando α tiende a uno

El pronóstico depende de variables asignables al modelo, las causas podríanser, entre otras: falta de competitividad de los productos, obsolescencia, estrategias equivocadas paraasimilar la demanda de mercado provocada por la existencia de productos similares o sustitutos, entre otros.

El valor de α lo decide el pronosticador; para efectos didácticos de la práctica se elige $\alpha = 0,5$

- Promedio móvil ponderado exponencial (caso B)

Este método cuantitativo toma en cuenta la proyección de tendencia de los datos que, en condicionesnormales, tienden a desfasarse con respecto a las ventas reales.

Al aplicar el concepto de tendencia,se obtiene una proyección más confiable del grupo de datos sobre los que se quiere pronosticar; su formulación general es:

$$P_n = P_{n-1} + (1 - \alpha)/a * T_{n-1}$$

$$T_n = a(V_n - V_{n-1}) + (1 - \alpha) * T_{n-1}$$

$$T_{n-1} = \text{tendencia pivote} = V_{n-1} - V_{n-2}$$

Donde:

- ✓ P_n = proyección de evaluación para el período n
- ✓ P_{n-1} = pronóstico anterior = pronóstico pivote = $(V_{n-2} + V_{n-3} + V_{n-4}) / 3$
- ✓ T_{n-1} = tendencia pivote
- ✓ α = factor alfa

- Franja simulada

Método matemático que se utiliza para establecer el pronóstico de riesgo (demanda futura) de las curvas estables (existe la posibilidad de compararla con otro tipo de curva) y está definido por la siguiente relación:

$$P_n = P_{n-1} + kT \text{ última}$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

- ✓ El primer pronóstico de riesgo es el último pronóstico de evaluación del método que menor error acumulado (error de previsión) tiene después de efectuar la comparación entre los distintos métodos cuantitativos (también, puede ser entre distintos tipos de curva).
- ✓ La tendencia última corresponde al último pronóstico de evaluación y la tendencia pivote es una anterior a aquella. Si se quisiera conocer el pronóstico de riesgo del siguiente período (iniciando por el mes de enero) entonces se tendría:

- ❖ $P_{enero} = P_{nevaluación} (dic)$
- ❖ $P_{feb} = P_{enero} + T_{dic}$
- ❖ $P_{mar} = P_{enero} + 2T_{dic}$
- ❖ $P_{abr} = P_{enero} + 3T_{dic}$
- ❖ $T_{dic} = a (V_{dic} - V_{nov}) + (1-a) * T_{pivote}$
- ❖ $T_{pivote} = T_{nov} = V_{nov} - V_{oct}$

- Familias de correlación (ascendentes–descendentes):

A diferencia de la previsión de series temporales, los modelos de previsión causal normalmente consideran diferentes variables que están de alguna manera correlacionadas con la cantidad que se predecirá. Una vez que éstas variables afines han sido halladas, se construye el modelo que se utilizará para hacer la previsión respectiva. El modelo cuantitativo de previsión causal más común es el análisis de regresión y correlación.

- Análisis de regresión lineal

Es un modelo matemático directo para describir las relaciones funcionales entre dos o más variables (dependientes e independientes), este método es más poderoso que el de las series temporales. En primer lugar, se observa el gráfico de datos para ver si aparecen lineales (o por lo menos una parte de ellos); el término regresión lineal se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una recta. La regresión lineal es útil para el pronóstico a largo plazo de eventos importantes, así como la planeación agregada.

Aun cuando la demanda de productos individuales dentro de una familia puede variar en gran medida durante un período, la demanda de toda la familia de productos es sorprendentemente suavizada.

- Coeficiente de correlación

La ecuación de regresión es una forma de expresar la naturaleza de la relación entre dos variables, muestra como una variable está relacionada con los valores y cambios de la otra variable.

El coeficiente de correlación mide el grado de intensidad de la relación lineal. Identificado normalmente como r , el coeficiente de correlación toma valores en el rango que va de -1 a $+1$, o sea, si r está entre -1 y 0 , indica que el conjunto de datos tiene una tendencia descendente; por otro lado, si los valores están entre 0 y $+1$, quiere decir que el conjunto de datos tiene una tendencia ascendente (en ambos casos se habla de la variable dependiente).

- Métodos estadísticos de evaluación

En este caso particular, para obtener los pronósticos de evaluación y de riesgo, se tomarán en cuenta cuatro ecuaciones estadísticas relacionadas a la regresión lineal. En realidad, son más de cincuenta las formas matemáticas que describen este método estadístico de evaluación. La forma general de las ecuaciones normales que se utilizará es la siguiente:

- Ecuación forma general

Lineal $Y = a + b * x$

Logarítmica $Y = a + b * \ln x$

Exponencial $Y = a * b^x$

Potencial $Y = a * x^b$

Donde:

- ✓ a = punto de intersección en el eje Y, cuando $x = 0$
- ✓ b = pendiente de la curva (valor positivo o negativo)
- ✓ x = variable independiente (representa las unidades de tiempo)
- ✓ y = variable dependiente (valores de pronóstico requerido)
- ✓ r = coeficiente de correlación (valor entre -1 y +1)

- Metodología y herramientas

El modelo matemático a utilizar será el de análisis de regresión lineal, ya que es el método que relaciona dos variables con determinado grado de correlación y, a la vez, muestran un comportamiento ascendente-descendente en función del tiempo.

Para tal efecto, se auxiliarán con las siguientes herramientas matemático-estadísticas de regresión que describen dicho comportamiento:

- Herramientas

- ✓ Ecuación de regresión en forma lineal
- ✓ Ecuación logarítmica
- ✓ Ecuación en forma exponencial
- ✓ Ecuación de la forma potencial

- Procedimiento de solución
 - ✓ Con la información proporcionada de ventas reales, se procede en primer lugar a tabular y graficar dichos datos en un plano cartesiano X-Y, donde X representa las unidades de tiempo (meses) y los valores del eje Y son los valores de las ventas conocidas históricas.
 - ✓ Luego se efectúa un análisis primario el cual consiste en observar el comportamiento de los datos tabulados, para clasificarlo dentro de los distintos conjuntos de familias. Hay ocasiones en que el gráfico no proporciona la suficiente información para determinar a qué familia pertenece; por tanto, para tener una mejor visualización de los datos, se puede variar la escala utilizada para plotear la información; este paso servirá para que la curva tienda a suavizarse, de tal forma que al final se pueda clasificar el conjunto de datos dentro de una familia conocida.
 - ✓ Identificada la familia a la cual pertenece el conjunto de datos, se realiza un análisis secundario. Consiste en efectuar los pronósticos de evaluación de un período congelado de ventas, tomando en cuenta los últimos cuatro meses del último período conocido de ventas; luego, se comparan las ventas reales con el pronóstico de evaluación de dichos meses con el objetivo de determinar el error acumulado, el cual

resulta de la suma de los distintos errores arrojados por cada mes analizado. Este análisis secundario se efectúa para cada ecuación estadística de regresión, ya que para cada una se tendrán distintos valores de a , b y r .

- ✓ Con todos los errores acumulados calculados para cada ecuación de regresión, se elige la que tiene el menor error acumulado y se calculan nuevos valores (a , b y r) de la ecuación elegida evaluando la totalidad de ventas reales de todos los períodos conocidos.

- ✓ Se estima el pronóstico de riesgo evaluando el período futuro requerido tomando en cuenta los valores (a , b & r) de la ecuación resultante en el paso 4.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Inventario de los equipos de bombeo que posee la empresa en bodega

El inventario de los equipos de bombes serán los registros documentados de todos los bienes materiales que posee la empresa Hidrocasa en un momento determinado. Este se realiza con el fin de comprobar la existencia actual de dichos bienes y su realización debe ser de manera minuciosa y exacta de manera que los resultados obtenidos sean fidedignos y no muestren error alguno.

La tabla VII. muestra el inventario total de los componentes con los que cuenta la empresa Hidrocasa, así como, el valor monetario de cada una.

Tabla VII. Inventario de equipo de bombeo

Componentes	Unidades	Costo por unidad	Costo total
Bomba sumergible	14	Q 5738,00	Q 80332,00
Bomba hidroneumática 3/4"	19	Q 2875,00	Q 54625,00
Bomba hidroneumática 1/2"	25	Q 2150,00	Q 53750,00
Motor	14	Q 3650,00	Q 51100,00
Bomba hidroneumática 1"	14	Q 3600,00	Q 50400,00
Tanque hidroneumático 19 gal	23	Q 2100,00	Q 48300,00
Bomba de agua para jacuzzi	6	Q 5678,00	Q 34068,00
Tanque hidroneumático 35 gal	12	Q 2835,50	Q 34026,00
Panel de control	11	Q 2648,00	Q 29128,00
Bomba de agua para fuentes	15	Q 890,00	Q 13350,00
Tubos	37	Q 360,00	Q 13320,00
Tanque hidroneumático 6 gal	16	Q 750,00	Q 12000,00
<i>Polyet</i>	46	Q 175,50	Q 8073,00
Bomba de agua para piscina	3	Q 2541,67	Q 7625,00
Interruptor de encendido	36	Q 175,00	Q 6300,00
<i>Blower</i>	8	Q 750,00	Q 6000,00
Válvula de pie	45	Q 125,00	Q 5625,00

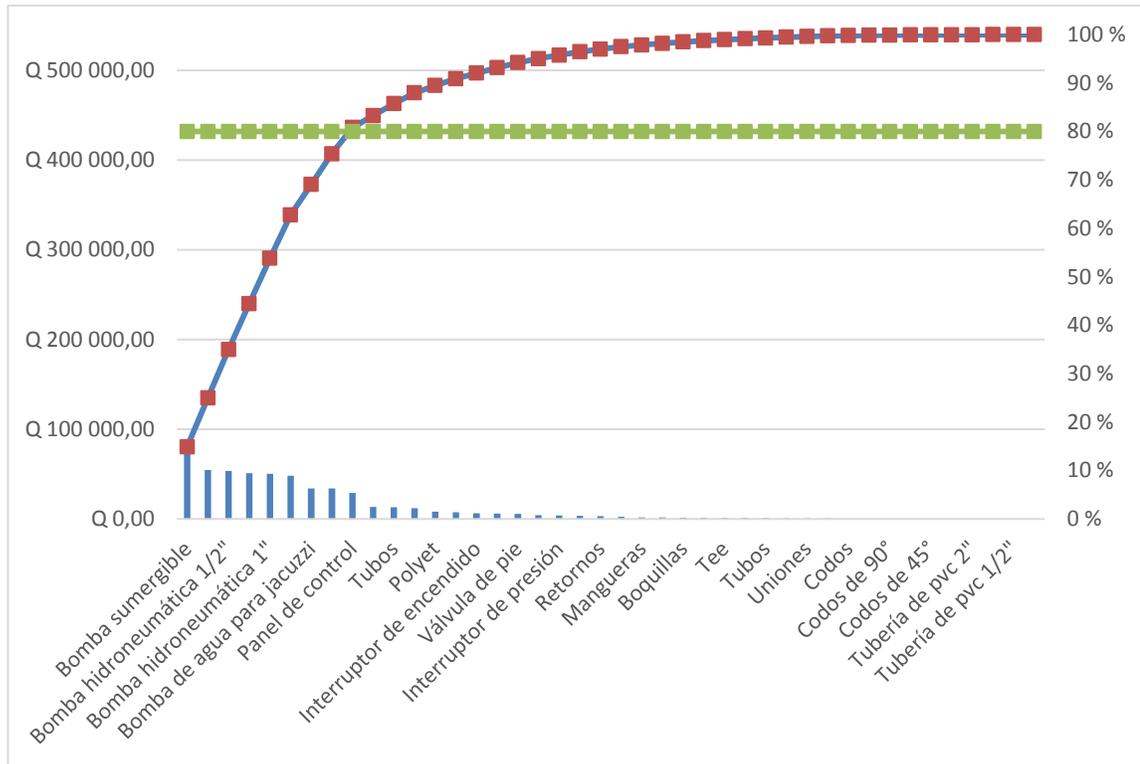
Continuación de la tabla VII.

Filtro	7	Q	628,00	Q	4396,00
Interruptor de presión	28	Q	140,00	Q	3920,00
Uniones	56	Q	65,00	Q	3640,00
Retornos	4	Q	790,00	Q	3160,00
Guarda nivel de mercurio	19	Q	140,00	Q	2660,00
Mangueras	16	Q	120,00	Q	1920,00
Skimmers	5	Q	350,00	Q	1750,00
Boquillas	32	Q	47,00	Q	1504,00
Rejillas de fondos	6	Q	250,00	Q	1500,00
Tee	70	Q	15,00	Q	1050,00
Rejillas	3	Q	325,00	Q	975,00
Tubos	78	Q	12,50	Q	975,00
Reducciones	56	Q	15,90	Q	890,40
Uniones	19	Q	37,50	Q	712,50
Tee	34	Q	19,00	Q	646,00
Codos	27	Q	17,50	Q	472,50
Flotador de ingreso de agua	6	Q	40,00	Q	240,00
Codos de 90°	30	Q	6,50	Q	195,00
Codos de 60°	20	Q	6,00	Q	120,00
Codos de 45°	18	Q	6,00	Q	108,00
Cable para instalación	50	Q	2,00	Q	100,00
Tubería de PVC 2"	6	Q	15,00	Q	90,00
Flipones	4	Q	20,00	Q	80,00
Tubería de PVC 1/2"	4	Q	14,00	Q	56,00
Tubería de PVC 1"	2	Q	12,00	Q	24,00

Fuente: elaboración propia.

La figura 5 muestra el diagrama de Pareto de los componentes actuales del inventario de equipo de bombeo de la empresa Hidrocasa.

Figura 5. Diagrama de Pareto, inventario de equipo de bombeo



Fuente: elaboración propia.

2.1.1. Diagnóstico general de la empresa a nivel de ventas e inventario

Con los datos de la tabla VII se tabulan el inventario y los costos de los equipos de bombeo residencial los cuales se muestran en la tabla VIII.

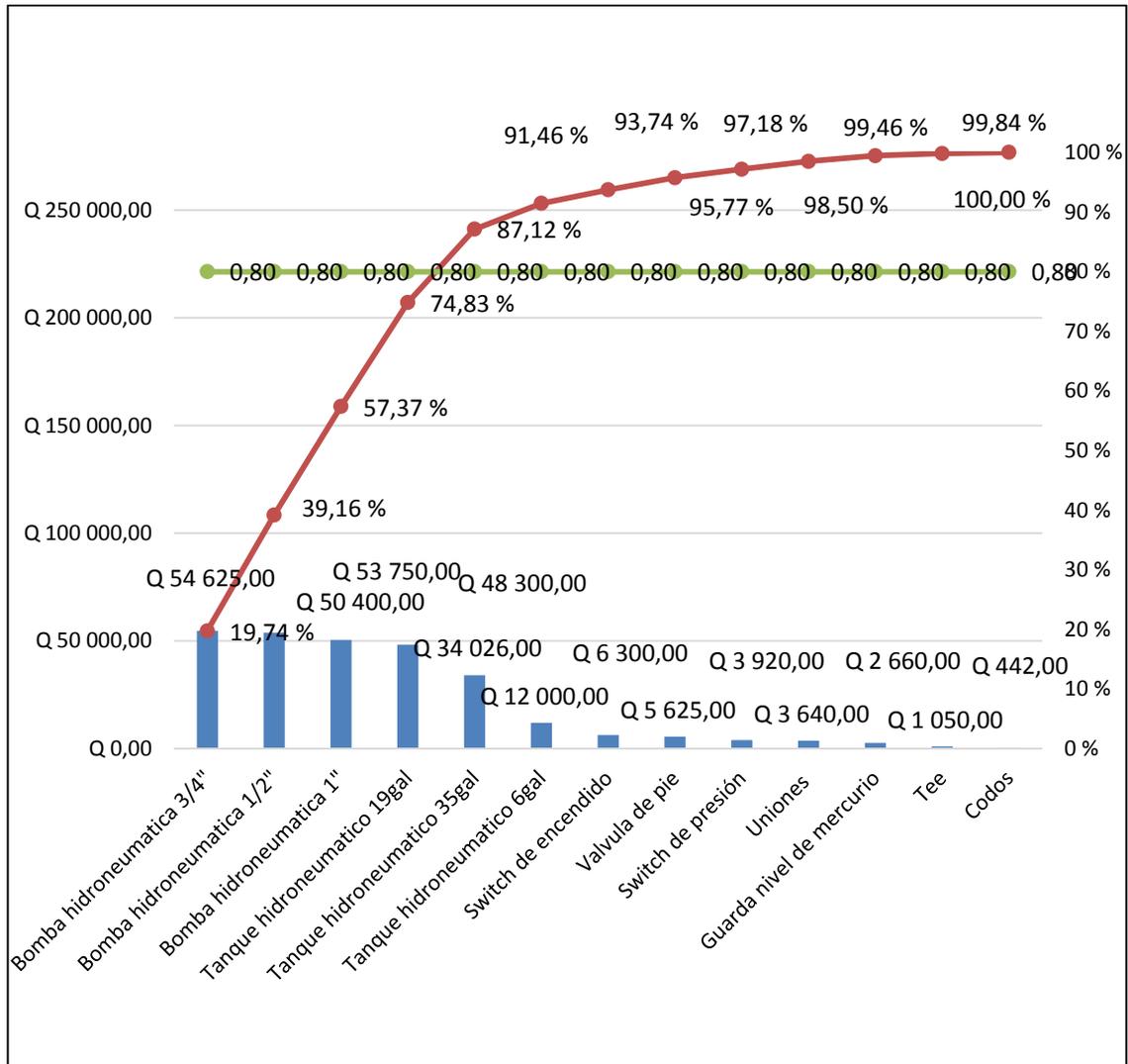
Tabla VIII. **Equipo de bombeo residencial**

Componentes	Unidades	Costo por unidad	Costo total
Bomba hidroneumática 3/4"	19	Q 2875,00	Q 54625,00
Bomba hidroneumática 1/2"	25	Q 2150,00	Q 53750,00
Bomba hidroneumática 1"	14	Q 3600,00	Q 50400,00
Tanque hidroneumático 19 gal	23	Q 2100,00	Q 48300,00
Tanque hidroneumático 35 gal	12	Q 2835,50	Q 34026,00
Tanque hidroneumático 6 gal	16	Q 750,00	Q 12000,00
Interruptor de encendido	36	Q 175,00	Q 6300,00
Válvula de pie	45	Q 125,00	Q 5625,00
Interruptor de presión	28	Q 140,00	Q 3920,00
Uniones	56	Q 65,00	Q 3640,00
Guarda nivel de mercurio	19	Q 140,00	Q 2660,00
Tee	70	Q 15,00	Q 1050,00
Flotador de ingreso de agua	6	Q 40,00	Q 240,00
Codos de 90°	30	Q 6,50	Q 195,00
Codos de 60°	20	Q 6,00	Q 120,00
Codos de 45°	18	Q 6,00	Q 108,00
Cable para instalación	50	Q 2,00	Q 100,00
Tubería de PVC 2"	6	Q 15,00	Q 90,00
Flipones	4	Q 20,00	Q 80,00
Tubería de PVC 1/2"	4	Q 14,00	Q 56,00
Tubería de PVC 1"	2	Q 12,00	Q 24,00

Fuente: elaboración propia.

La figura 6 muestra el diagrama de Pareto de los componentes del inventario de equipo de bombeo residencial.

Figura 6. Diagrama de Pareto, equipo de bombeo residencial



Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla VII se tabulan el inventario y los costos de los equipos de piscina los cuales se muestran en la tabla IX.

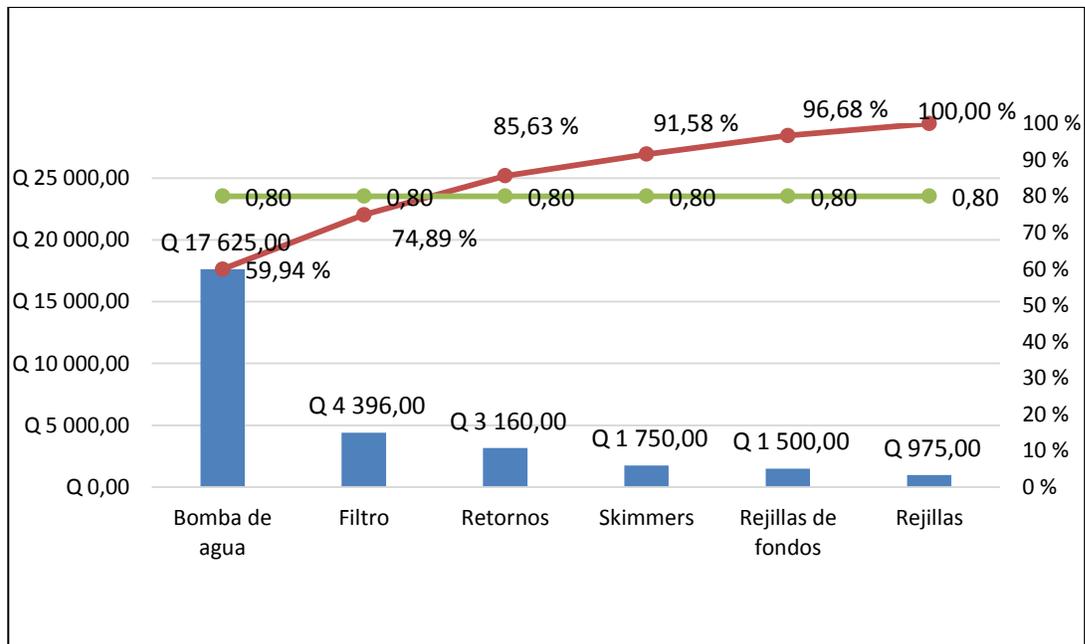
Tabla IX. Equipos de piscina

Componentes	Unidades	Costo por unidad	Costo total
Bomba de agua para piscina	3	Q 2541,67	Q 7625,00
Filtro	7	Q 628,00	Q 4396,00
Retornos	4	Q 790,00	Q 3160,00
Skimmers	5	Q 350,00	Q 1750,00
Rejillas de fondos	6	Q 250,00	Q 1500,00
Rejillas	3	Q 325,00	Q 975,00
Total	28	Q 4884,67	Q 19406,00

Fuente: elaboración propia.

La figura 7 muestra el diagrama de Pareto de los componentes del inventario de equipo de bombeo de piscina.

Figura 7. Diagrama de Pareto, equipos de piscina



Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla VII se tabulan el inventario y los costos de los equipos de jacuzzi los cuales se muestran en la tabla X.

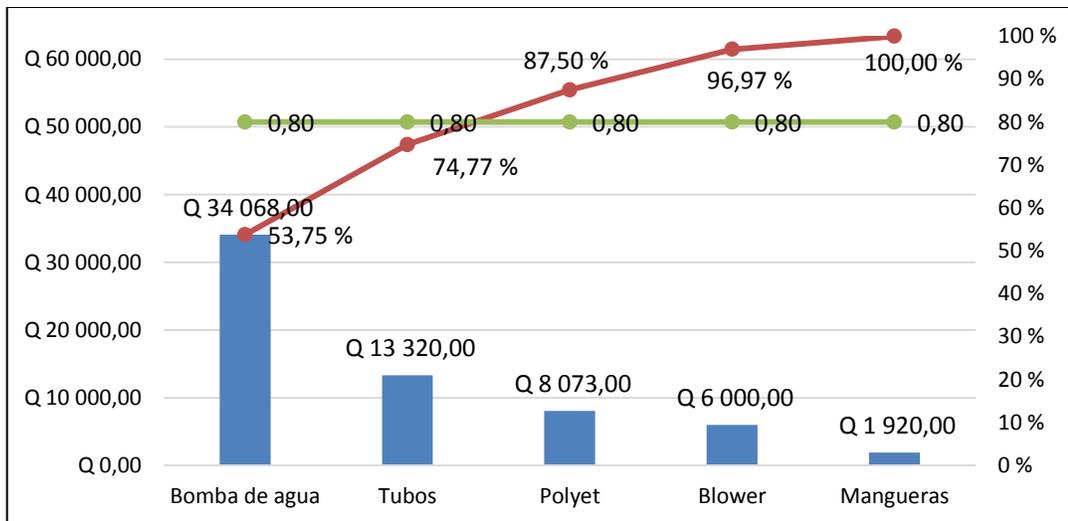
Tabla X. **Equipo para jacuzzi**

Componentes	Unidades	Costo por unidad	Costo total
Bomba de agua para jacuzzi	6	Q 5678,00	Q 34068,00
Tubos	37	Q 360,00	Q 13320,00
<i>Polyet</i>	46	Q 175,50	Q 8073,00
<i>Blower</i>	8	Q 750,00	Q 6000,00
Mangueras	16	Q 120,00	Q 1920,00
Total	113	Q 7083,50	Q 63381,00

Fuente: elaboración propia.

La figura 8 muestra el diagrama de Pareto de los componentes del inventario de equipo de bombeo de jacuzzi.

Figura 8. **Diagrama de Pareto, equipo para jacuzzi**



Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla VII se tabulan el inventario y los costos de los equipos para fuentes los cuales se muestran en la tabla XI.

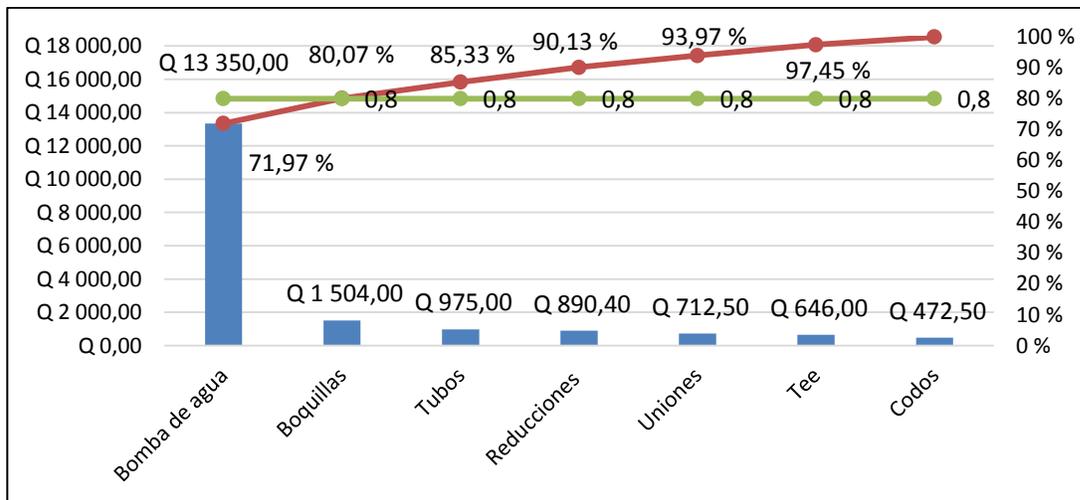
Tabla XI. **Equipo para fuentes**

Componentes	Unidades	Costo por unidad	Costo total
Bomba de agua para fuentes	15	Q 890,00	Q 13350,00
Boquillas	32	Q 47,00	Q 1504,00
Tubos	78	Q 12,50	Q 975,00
Reducciones	56	Q 15,90	Q 890,40
Uniones	19	Q 37,50	Q 712,50
Tee	34	Q 19,00	Q 646,00
Codos	27	Q 17,50	Q 472,50
Total	261	Q 1039,40	Q 18550,40

Fuente: elaboración propia.

La figura 9 muestra el diagrama de Pareto de los componentes del inventario de equipo de bombeo para fuentes.

Figura 9. **Diagrama de Pareto, equipos para fuentes**



Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla VII se tabulan el inventario y los costos de los equipos sumergibles los cuales se muestran en la tabla XII.

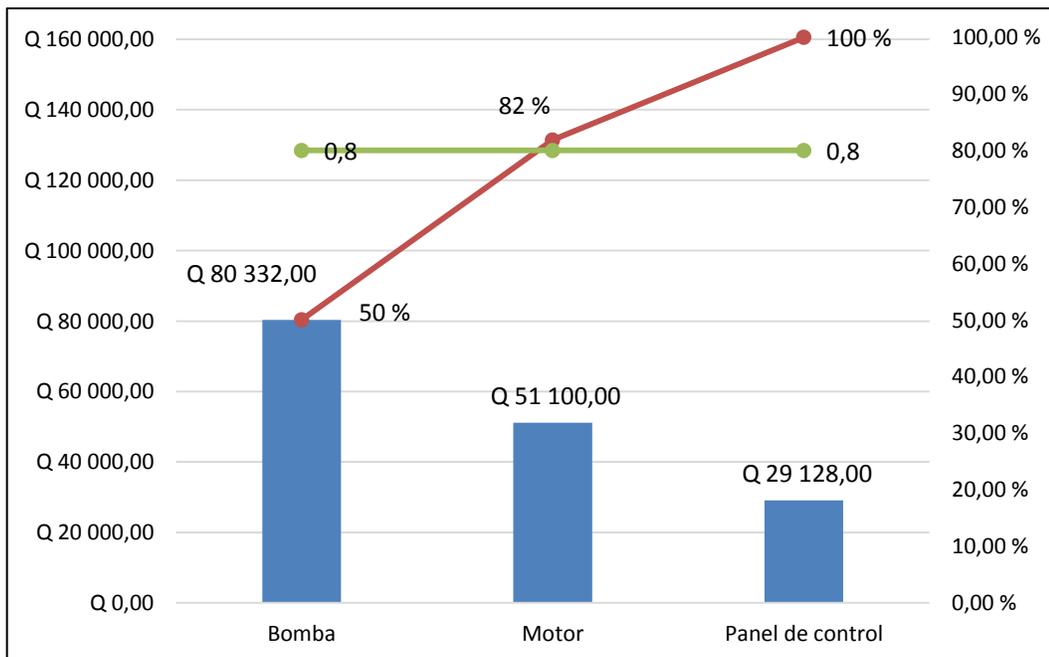
Tabla XII. **Equipo sumergibles**

Componentes	Unidades	Costo por unidad	Costo total
Bomba sumergible	14	Q 5738,00	Q 80332,00
Motor	14	Q 3650,00	Q 51100,00
Panel de control	11	Q 2648,00	Q 29128,00
Total	39	Q 12036,00	Q 160560,00

Fuente: elaboración propia.

La figura 10 muestra el diagrama de Pareto de los componentes del inventario de equipo sumergibles.

Figura 10. **Diagrama de Pareto, equipo sumergibles**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Entrevista a gerente general

Con la entrevista al gerente general, se busca establecer una conexión por medio de una entrevista no estructurada, dicha entrevista sirvió como parámetro para realizar el análisis FODA del ítem 2.4; con la cual se logró establecer la situación actual de la empresa; de esta manera, se pudo extraer la información necesaria para buscar deficiencias y encontrar posibles soluciones mediante el análisis de la información.

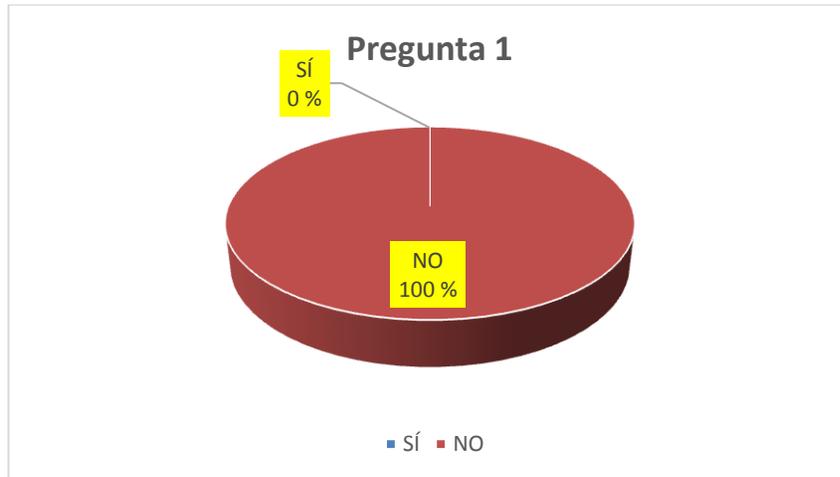
2.1.3. Entrevista a técnicos de instalación

Se realizó para conocer aquellos detalles de vital importancia para la mejora de los procesos de la empresa; al analizar los dos tipos de mantenimientos; preventivo y correctivo, dieron un detalle de cómo se realizan, cuánto tiempo ocupa cada actividad, cuál es el tipo de falla con más frecuencia, como está preparada la empresa en cuanto al *stock* de accesorio y equipos para solucionar este tipo de problemas.

Para recopilar la información que se presenta a continuación, se utilizó la encuesta que aparece en el apéndice 1.

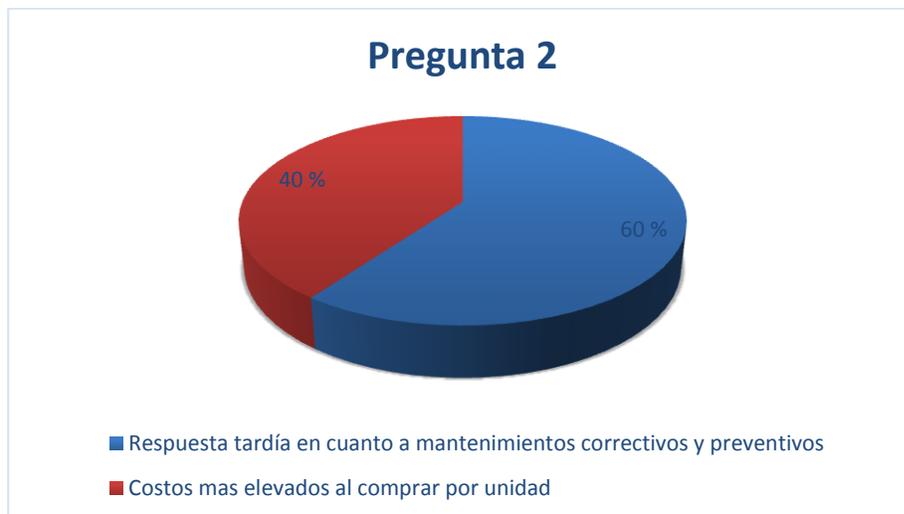
Los resultados de las preguntas realizadas al personal de la empresa Hidrocasa se encuentran graficados en las figuras 11 a la 18.

Figura 11. **¿Considera que Hidrocasa cuenta con el suficiente inventario en equipos y accesorios actualmente?**



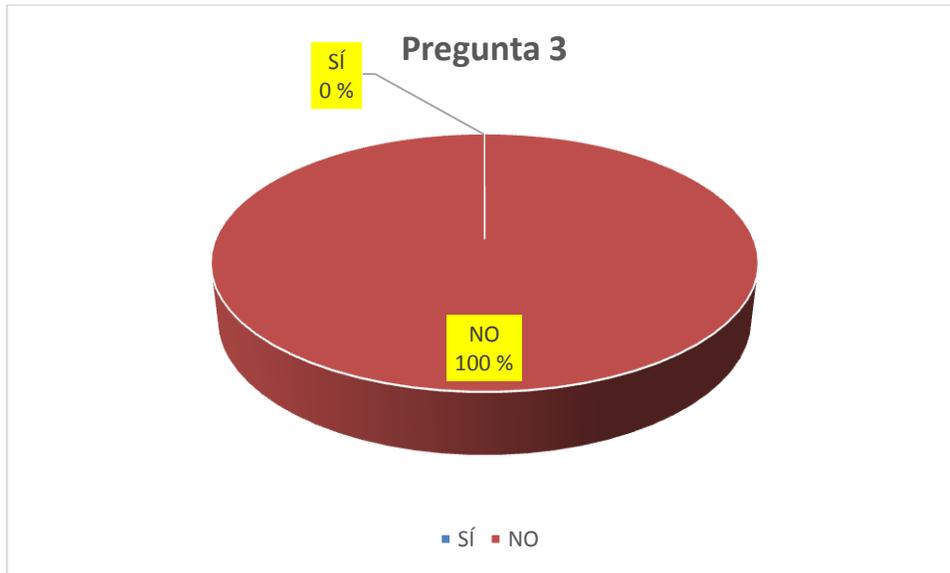
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **¿Qué aspectos negativos ocasiona el no contar con un inventario de accesorios y equipos?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **¿Cuenta actualmente con una orden en bodega de accesorios y equipos?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **¿Hidrocasa cuenta, actualmente, con una base de datos en Excelu otro programa que registre los accesorios y equipos?**



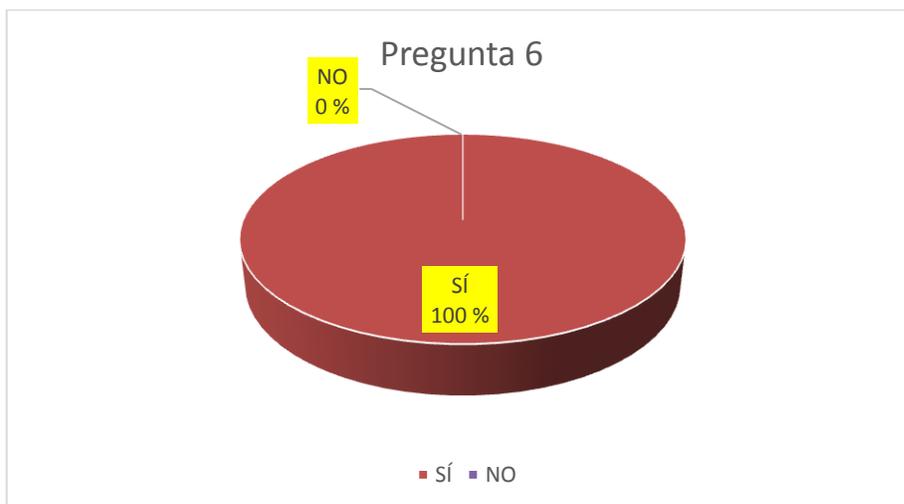
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **¿Hidrocasa realiza algún tipo de pronóstico para determinar ventas futuras?**



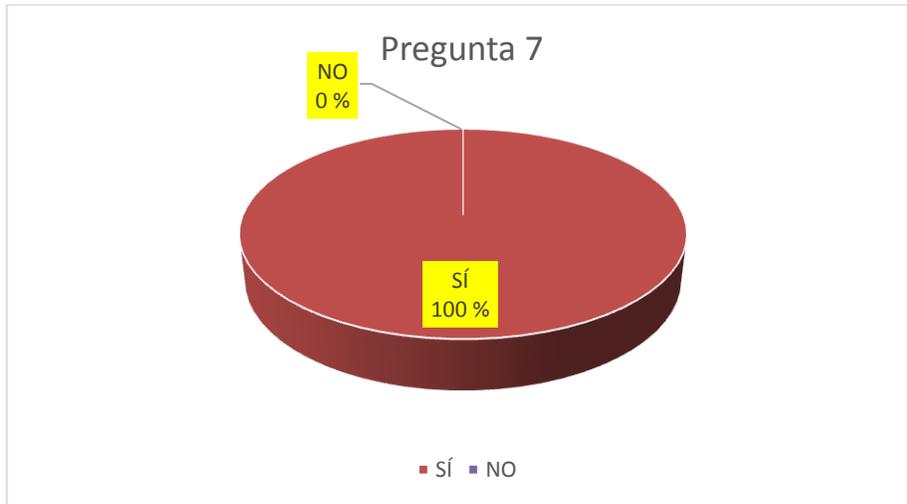
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **¿Cree que el realizar pronósticos de demanda ayudará a tener inventario de accesorios y equipos?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **¿Cuenta con el espacio suficiente para realizar una distribución de accesorios y equipos?**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **¿Cuando realizan mantenimientos preventivos o correctivos, cuentan con los accesorios y equipos necesarios?**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII se muestra el cuadro resumen de las encuestas realizadas a los técnicos encargados de las instalaciones de los diferentes equipos y accesorios de Hidrocasa. El total de encuestas realizadas fue de 20 según el total de técnicos con los que se puede llegar a contar para realizar una instalación.

Tabla XIII. **Resumen de datos obtenidos de las encuestas**

Núm.	Pregunta	Sí	No
Pregunta 1.	¿Considera que Hidrocasa cuenta con el suficiente inventario en equipos y accesorios actualmente?	0	20
Pregunta 3.	¿Cuenta actualmente con un orden en bodega de accesorios y equipos?	0	20
Pregunta 4.	¿Hidrocasa cuenta, actualmente, con una base de datos en Excel y otro programa que registre los accesorios y equipos?	10	10
Pregunta 5.	¿Hidrocasa realiza algún tipo de pronóstico para determinar de ventas futuras?	0	20
Pregunta 6.	¿Cree que el realizar pronósticos de demanda ayudará a tener inventario de accesorios y equipos?	20	0
Pregunta 7.	¿Cuenta con el espacio suficiente para realizar una distribución de accesorios y equipos?	20	0
Pregunta 8.	¿Cuándo realizan mantenimiento preventivo o correctivo, cuentan con los accesorios y equipos necesarios?	10	10

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIV se muestra el cuadro resumen de la pregunta número 2 de la encuesta realizada a los técnicos encargados de las instalaciones de los diferentes equipos y accesorios de Hidrocasa. El total de encuestas realizadas fue de 20 según el total de técnicos con los que se puede llegar a contar para realizar una instalación.

Tabla XIV. **Resumen de datos obtenidos de las encuestas**

Núm.	Pregunta	R1	R2
Pregunta 2.	¿Qué aspectos negativos ocasiona el no contar con un inventario de accesorios y equipos?	Respuesta tardía en cuanto a mantenimientos correctivos y preventivos	Costos más elevados al comprar por unidad

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Inventario de accesorios

En la actualidad, Hidrocasa no posee un sistema de control de inventarios en bodega, por lo cual se generó una clasificación de todos los accesorios y materiales almacenados en donde se menciona los siguientes:

- Accesorios PVC
- Accesorios CPVC
- Accesorios para piscinas
- Repuestos de bombas
- Accesorios sanitarios y duchas
- Accesorios sanitarios y duchas
- Accesorios reciclados
- Tubería PVC y CPVC
- Registro de accesorios en bodega

Al realizar el inventario en Hidrocasa se registra el periodo comprendido entre comienzos de julio y finales de junio de 2016 que se enumeran en la tabla XV, lo que corresponde a los accesorios.

Tabla XV. **Inventario de accesorios en bodega**

Código de inventario	Accesorios	Medida	Cantidad
HC00001	Adaptador hembra	1/2"	7
HC00002	Adaptador hembra	3/4"	1
HC00003	Adaptador hembra	1"	3
HC00004	Adaptador hembra	1 1/4"	3
HC00005	Adaptador macho	1/2"	2
HC00006	Adaptador macho	3/4"	5
HC00007	Adaptador macho	1"	2
HC00008	Adaptador macho	1 1/4"	1
HC00009	Copla	1/2"	7
HC00010	Copla	3/4"	2
HC00011	Copla	1"	2
HC00012	Copla	1 1/4"	4
HC00013	Reducidor	3/4" – 1/2"	5
HC00014	Reducidor	1" – 1/2"	2
HC00015	Reducidor	1" – 3/4"	5
HC00016	Reducidor	1 1/4" – 3/4"	2
HC00017	Reducidor	1 1/4" - 1"	2
HC00018	Codo	1/2"	10
HC00019	Codo	3/4"	7
HC00020	Codo	1"	14
HC00021	Tees	1/2"	6
HC00022	Tees	3/4"	1
HC00023	Tees	1"	3
HC00024	Tubo PVC	1/2"	10
HC00025	Tubo PVC	3/4"	2
HC00026	Tubo PVC	1"	10
HC00027	Tubo PVC	1 1/4"	12
HC00028	Tapón hembra liso	1/2"	2
HC00029	Tapón hembra liso	3/4"	3
HC00030	Tapón hembra liso	1"	6
HC00031	Tapón hembra liso	1 1/4"	5
HC00032	Tapón macho con rosca	1/2"	3
HC00033	Tapón macho con rosca	3/4"	6
HC00034	Tapón macho con rosca	1"	3
HC00035	Tapón macho con rosca	1 1/4"	2

Fuente: elaboración propia.

Al realizar el inventario en Hidrocasa se registra el periodo comprendido entre comienzos de julio a finales de junio de 2016 que se enumeran en la tabla XVI, lo que corresponde a los materiales.

Tabla XVI. **Inventario de materiales**

Código de inventario	Accesorio	Medida	Cantidad
HC00035	Pegamento	1/16 gal	5
HC00036	Cinta de aislar	1/2" rollos	5
HC00037	Teflon	1/2" rollos	20
HC00038	Ducto eléctrico	1/2"	3
HC00039	Ducto eléctrico	3/4"	2

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. **Análisis de historial de ventas registradas**

En la figura 19 se observa la tendencia de ventas registradas en el periodo de julio 2015 a junio 2016

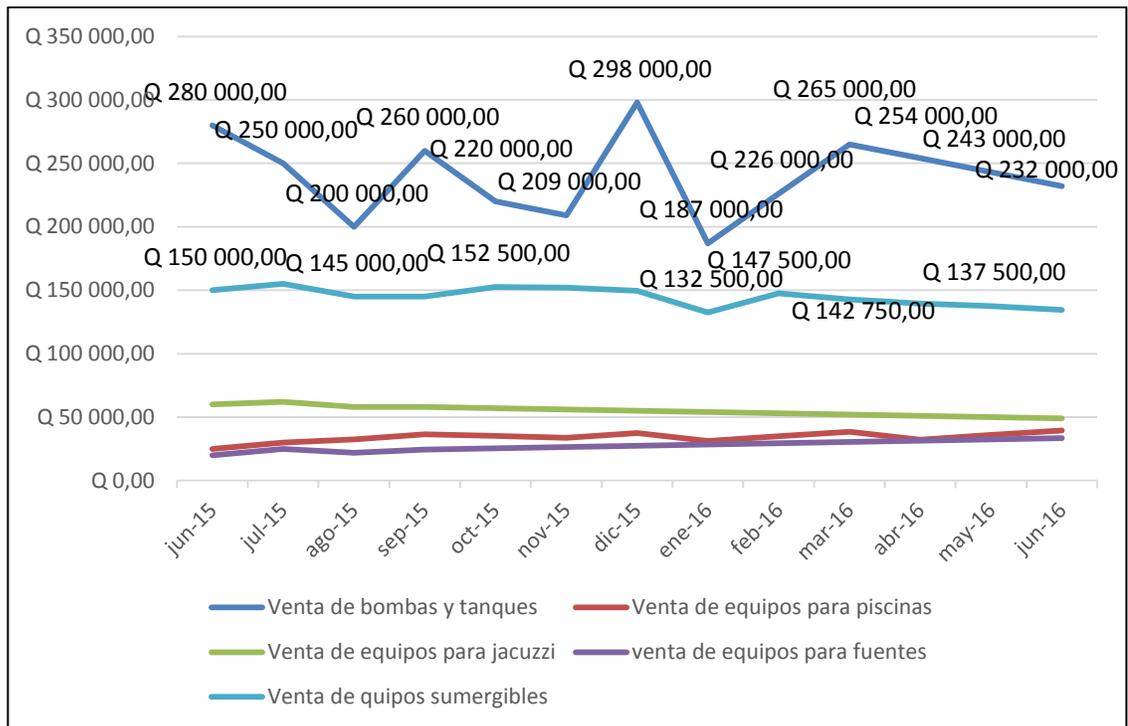
Tabla XVII. **Ventas registradas de julio 2016 a junio 2017**

Descripción	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15
Venta de bombas y tanques	Q 280000,00	Q 250000,00	Q 200000,00	Q 260000,00
Venta de equipos para piscinas	Q 25000,00	Q 30000,00	Q 32350,00	Q 36466,67
Venta de equipos para jacuzzi	Q 60000,00	Q 62000,00	Q 58000,00	Q 58000,00
venta de equipos para fuentes	Q 20000,00	Q 25000,00	Q 22000,00	Q 24333,33
Venta de quipos sumergibles	Q 150000,00	Q 155000,00	Q 145000,00	Q 145000,00
oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16
Q 220000,00	Q 209000,00	Q 298000,00	Q 187000,00	Q 226000,00
Q 35141,67	Q 33816,67	Q 37491,67	Q 31166,67	Q 34841,67
Q 57000,00	Q 56000,00	Q 55000,00	Q 54000,00	Q 53000,00
Q 25333,33	Q 26333,33	Q 27333,33	Q 28333,33	Q 29333,33
Q 152500,00	Q 152000,00	Q 149500,00	Q 132500,00	Q 147500,00
mar-16	abr-16	may-16	jun-16	
Q 265000,00	Q 254000,00	Q 243000,00	Q 232000,00	
Q 38516,67	Q 32191,67	Q 35866,67	Q 39541,67	
Q 52000,00	Q 51000,00	Q 50000,00	Q 49000,00	
Q 30333,33	Q 31333,33	Q 32333,33	Q 33333,33	
Q 142750,00	Q 139500,00	Q 137500,00	Q 134500,00	

Fuente: elaboración propia.

En la figura 19 se observa la tendencia de ventas registradas en el periodo de julio 2015 a junio 2016 es irregular que puede ser ocasionado por distintos factores: época del año e inflación

Figura 19. Registro de ventas, julio 2015 a junio 2016



Fuente: elaboración propia.

Se identifica que donde se genera mayor ingreso monetario es en ventas de bombas y tanques: Q 298 000,00; así como, equipo sumergible, con ingreso monetario de Q 152 500,00, respectivamente. Esto ocurre en la mayoría de casas residenciales que utilizan estos equipos para realizar tareas cotidianas para abastecer de agua a los sanitarios, regaderas, lavatrastos, lavadora, riego de jardín entre otros.

La venta de equipos para jacuzzi genera un ingreso promedio de Q 63 381,00 debido a aquellas residencias o edificios que quieren contar con un lujo extra.

2.1.6. Recopilación de archivos de ventas

Actualmente, la recopilación de archivos de ventas se observa que la base de datos se usa únicamente papel, innecesario y una manera difícil e ineficiente de llevar un orden; por eso, se propone utilizar herramientas, como hojas de Excel para almacenar todos los movimientos de salidas y entradas de equipo y accesorios.

Esto traerá un mejor control para analizar y tomar esto de referencia para el historial de ventas. Se propone que al realizar cualquier venta se proceda inmediatamente a tabular las facturas y trasladar estos datos a las hojas de Excel.

2.2. Mantenimiento

Actualmente, en la empresa se presta el servicio de dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo, los cuales se describen a continuación:

2.2.1. Mantenimiento preventivo

Este tipo de servicio cuenta con la revisión de voltaje, corriente, temperatura, amperaje, calibración y limpieza del equipo de bombeo; en algunas ocasiones, se proceden al cambio de las piezas antiguas. Los componentes que se deben tener son: bomba, tanque, hidroneumático y guarda nivel que servirá como base para elaborar el diagrama de proceso de

mantenimiento preventivo que se utiliza actualmente. El fin de regular este tipo de mantenimiento es prever que el equipo falle súbitamente. En la figura 20 se muestran los accesorios utilizados en mantenimiento preventivo.

Figura 20. **Accesorios utilizados en mantenimiento preventivo**

Descripción	Cantidad
Manómetro	1
Capacitador	1
Guarda nivel	1
Multitester	1
Destornilladores	2
Interruptor de presión	1

Fuente: elaboración propia.

Con el estudio realizado se pudo determinar que los principales accesorios utilizados son:

- Manómetro con el cual se manejan las distintas presiones del agua, lo cual deja de ser exacto en cierto tiempo, o están en mal estado, se procede al cambio, ya que estos indican el ciclo de trabajo que debe tener la bomba de agua. El manómetro mide la presión que la autoclave debe mantener del abastecimiento del agua en el sistema de distribución del circuito.
- El capacitor de arranque es un dispositivo eléctrico que almacena energía reduciendo el consumo de corriente eléctrica cada vez que se encienda la bomba; este accesorio se reemplaza por que se encuentra defectuoso ya que sufre sobrecalentamiento por el constante encendido del motor causado por fallas del sistema de bombeo e interruptor de presión que es una terminal eléctrica donde se calibra el ciclo de trabajo

de la bomba para el encendido y apagado luego de establecer el intervalo de presiones que genera la bomba; se verificó y se observó que sus terminales eléctricas tenían sarro por falta de limpieza. Mide la capacitancia en microfaradios.

- El guarda nivel es un dispositivo eléctrico que tiene un control sobre la bomba que este la apaga cuando la cisterna está vacía, así como cuando se va la luz; es de vital importancia cambiarla cuando su vida útil se acaba ya que los electrodos almacenados se pegan al estar en contacto con el agua. Este controla el nivel del tanque de agua para emitir la señal de encendido o apagado de la bomba, cuando se le quiere elevar su nivel.
- El interruptor de presión es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido; el fluido ejerce una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos. Cuando la presión baja, un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan. Un tornillo permite ajustar la sensibilidad de disparo del presostato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte. Usualmente, tienen dos ajustes independientes: la presión de encendido y la presión de apagado.

En la tabla XVIII se muestran las herramientas utilizadas para el mantenimiento preventivo y su descripción.

Tabla XVIII. **Herramientas que se utilizan para mantenimiento**

Herramienta	Descripción
Alicate	Para apretar tuercas o doblar alambres; consiste en una especie de tenaza metálica con dos brazos cruzados y articulados por un eje y con puntas fuertes, planas o cónicas.
Martillo	Herramienta utilizada para golpear.
Lima	Herramienta de corte consistente en una barra de acero al carbono con ranuras.
Multitester	Mide directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes, potencia, voltaje, resistencias, amperajes y capacitancia.
Destornilladores	Herramienta utilizada para apretar y aflojar tornillos.
Llaves de diferentes medidas en milímetros	Herramienta utilizada para el apriete de tornillos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 milímetros.
Escuadra	La escuadra que se utiliza en los talleres es totalmente de acero, puede ser de aleta o plana.

Fuente: elaboración propia.

- Historial de mantenimiento preventivo

La tabla XIX muestra la cantidad de mantenimiento preventivo realizado a diferentes clientes.

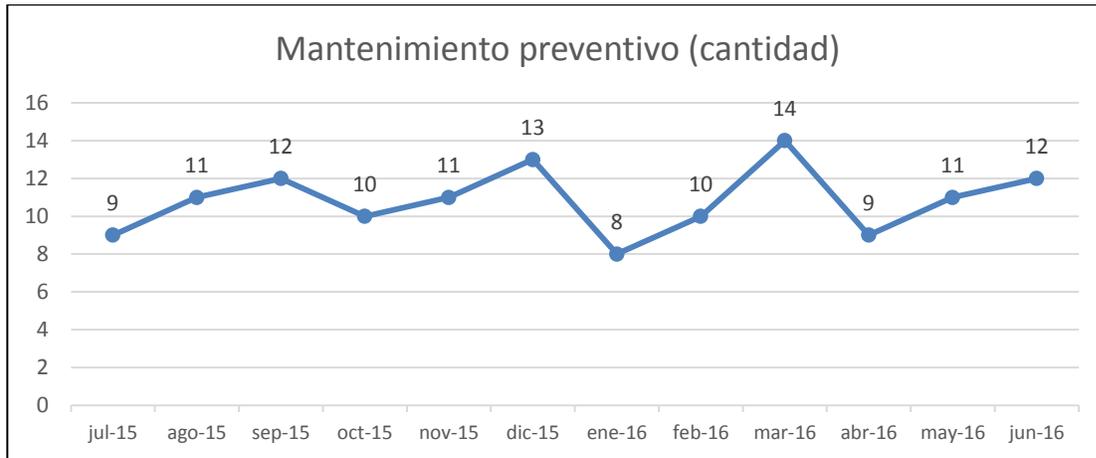
Tabla XIX. **Cantidad de mantenimientos preventivos, julio 2015 a junio 2016**

Mes	Mantenimiento preventivo (cantidad)
jul-15	9
ago-15	11
sep-15	12
oct-15	10
nov-15	11
dic-15	13
ene-16	8
feb-16	10
mar-16	14
abr-16	9
may-16	11
jun-16	12

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla XIX se elabora la gráfica de la cantidad de mantenimientos preventivos, la cual se muestra a continuación.

Figura 21. **Cantidad de mantenimientos preventivos, julio 2015 a junio 2016**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XX muestra los costos totales mensuales incurridos en el mantenimiento preventivo.

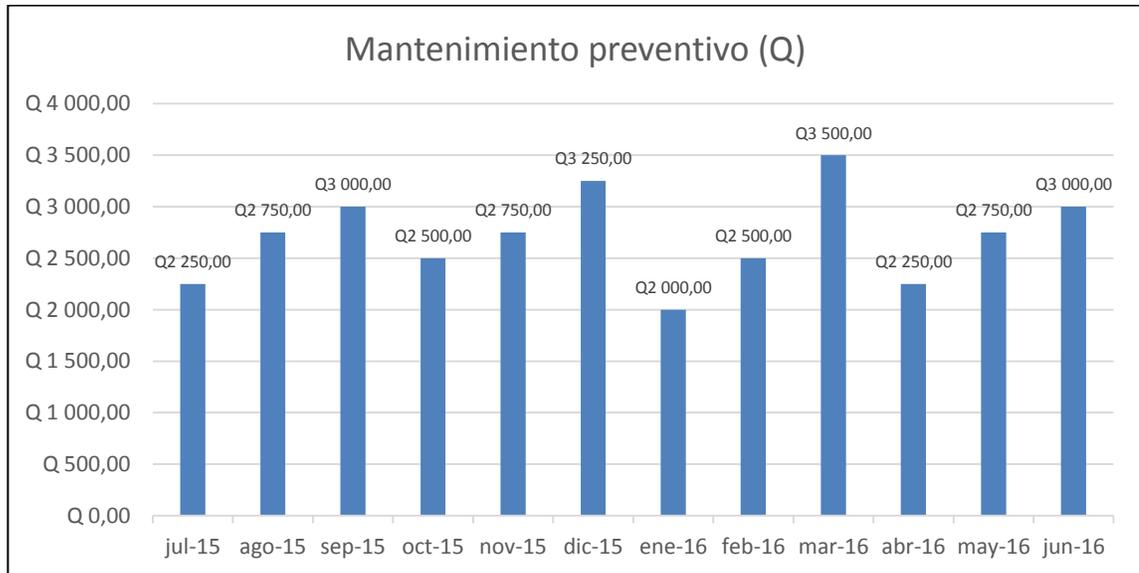
Tabla XX. **Costo del mantenimiento preventivo, julio 2015 a junio 2016**

Mes	Mantenimiento preventivo (Q)
jul-15	2250,00
ago-15	2750,00
sep-15	3000,00
oct-15	2500,00
nov-15	2750,00
dic-15	3250,00
ene-16	2000,00
feb-16	2500,00
mar-16	3500,00
abr-16	2250,00
may-16	2750,00
jun-16	3000,00

Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla XX se construye la gráfica de los costo del mantenimiento preventivo.

Figura 22. **Costo del mantenimiento preventivo, julio 2015 a junio 2016**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 21 se observa que los mantenimientos preventivos siguen una tendencia cíclica; se asume que se realizan con un promedio de 9 a 13 mantenimientos por mes, estos con un valor desde Q 2 500,00 correspondientemente como se muestra en la figura 21.

En la figura 22 se puede observar que el mantenimiento preventivo oscila desde Q 2 000,00 hasta Q 3 500,00 por mes.

En la tabla XXI se detalla el costo de mantenimiento preventivo el cual tiene un promedio total de Q 2 650,00; las variaciones de costo se pueden dar por cambios de diferentes componentes con mayor valor.

Tabla XXI. **Detalle del costo del mantenimiento preventivo**

Descripción	Costo
Inspección	Q 400,00
Limpieza de todas las piezas	Q 250,00
Ajuste de juntas y arandelas de sellado	Q 500,00
Engrase de todos los muelles, tornillos y juntas	Q 300,00
Limpieza y ajuste de sensores de nivel u otros equipos de detección	Q 1 000,00
Revisión de tubos, válvulas y otros	Q 600,00
Total	Q 2 650,00

Fuente: elaboración propia.

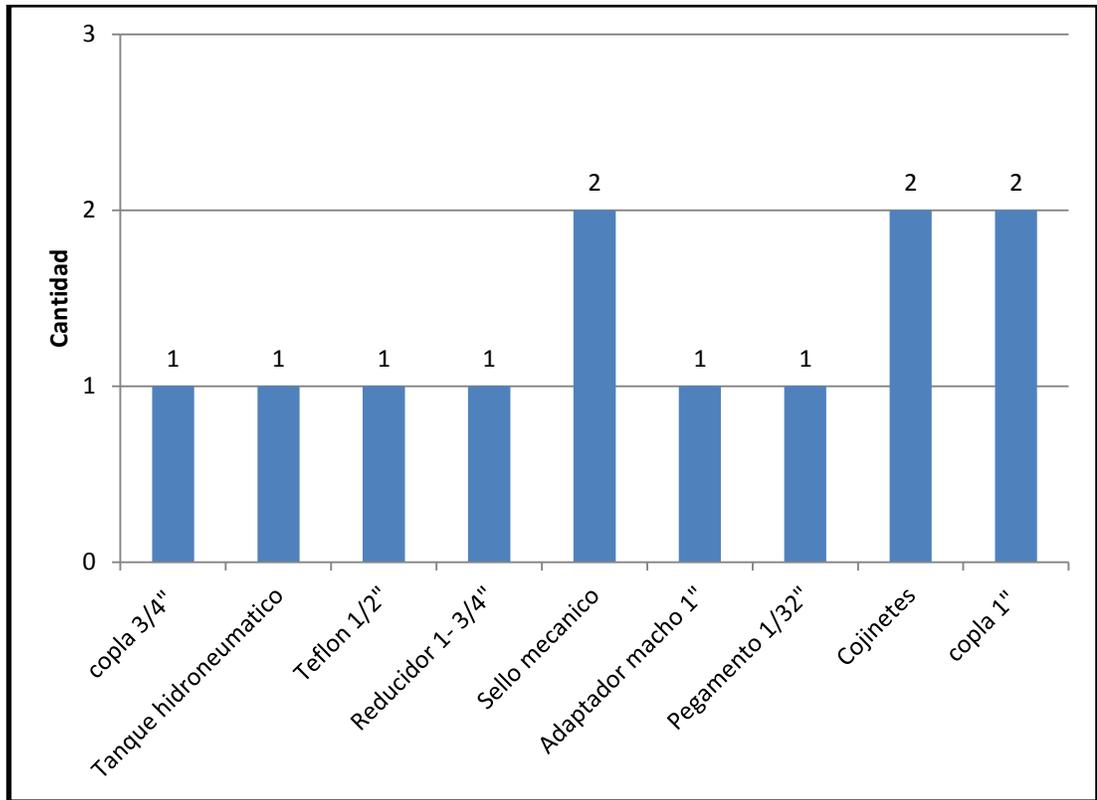
2.2.2. Mantenimiento correctivo

Este servicio se caracteriza por reparar alguna avería de las piezas de la bomba o del tanque hidroneumático lo que implica extraer el equipo de bombeo para su análisis, respectiva reparación y reemplazo de estas partes, repuestos, dispositivos, válvulas, entre otros.

El mantenimiento correctivo representa para los clientes un mayor costo, ya que los componentes que tienden a dañarse son la bomba y el tanque hidroneumático y en la mayoría de ocasiones se dañan cojinetes y sellos o muchas veces se reemplaza teniendo un costo más alto.

Como paso siguiente, se recomienda realizar el mantenimiento preventivo para evitar que ocurran este tipo de fallas. En la figura 23 se muestran los accesorios que se emplean en el mantenimiento correctivo.

Figura 23. **Accesorios utilizados en el mantenimiento correctivo**



Fuente: elaboración propia.

Se deduce que los accesorios necesarios para dicho mantenimiento, algunos muestran una cantidad más alta: los cojinetes y el sello mecánico el cual sufre fallas debido a ciertos contaminantes que contiene el agua que ocasiona pérdida de presión en la bomba. Así como, el cambio inmediato del tanque hidroneumático ya sea porque cumplió su tiempo de vida o por un mantenimiento preventivo deficiente.

En la tabla XXII se muestran las herramientas utilizadas para el mantenimiento correctivo y su descripción.

Tabla XXII. **Herramienta para mantenimiento correctivo**

Herramienta	Descripción
Alicate	Sirve para apretar tuercas o doblar alambres que consiste en una especie de tenaza metálica con dos brazos cruzados y articulados por un eje y con puntas fuertes, planas o cónicas.
Martillo	Es una herramienta que se utiliza para golpear.
Lima	Es una herramienta de corte consistente en una barra de acero al carbono con ranuras.
Multitester	Mide directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes, potencia, voltaje, resistencias y amperajes.
Destornilladores	Es una herramienta que se utiliza para apretar y aflojar tornillos.
Llaves de diferentes medidas en milímetros	Es una herramienta que se utiliza para el apriete de tornillos, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 milímetros.
Escuadra	La escuadra que se utiliza en los talleres es totalmente de acero, puede ser de aleta o plana.
Juego de mantenimiento de roscas	Compuesto por machos, terrajas y extracción de tornillos.
Corta tubos	Para cortar tubos de PVC, aluminio y cobre.
Rollo de estaño soldadura fontanera	Para realizar empalmes que se (solden) encuentren abajo del agua.
Discos de corte	Para realizar cortes a piezas metálicas.
Extractores de cojinetes internos y externos	Para realizar extracciones de cojinetes dañados.
Llaves Allen y Torx	Con agarre en T para aflojar y apretar tornillos.

Fuente: elaboración propia.

- Historial del mantenimiento correctivo

En la tabla XXIII se muestra la cantidad de mantenimientos correctivos realizar a diferentes clientes.

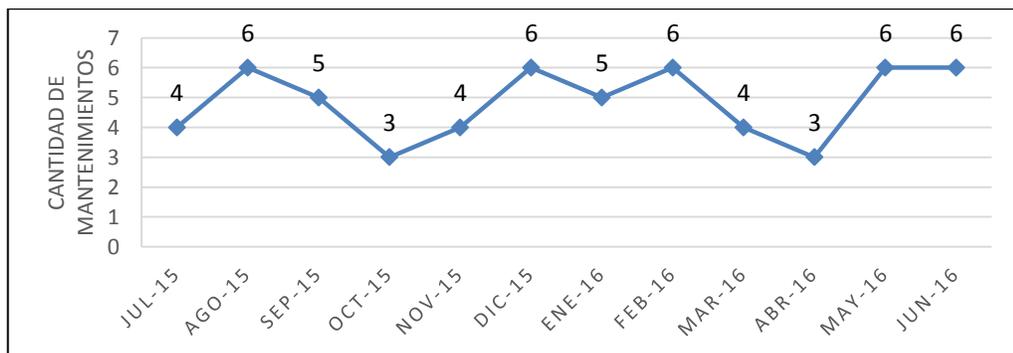
Tabla XXIII. **Cantidad de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016**

Mes	Mantenimiento correctivo (cantidad)
jul-15	4
ago-15	6
sep-15	5
oct-15	3
nov-15	4
dic-15	6
ene-16	5
feb-16	6
mar-16	4
abr-16	3
may-16	6
jun-16	6

Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla XXIII, se elaboró la figura 24: cantidad de mantenimientos correctivos de julio 2015 a junio 2016.

Figura 24. **Cantidad de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XXIV muestra los costos totales mensuales incurridos en el mantenimiento correctivo.

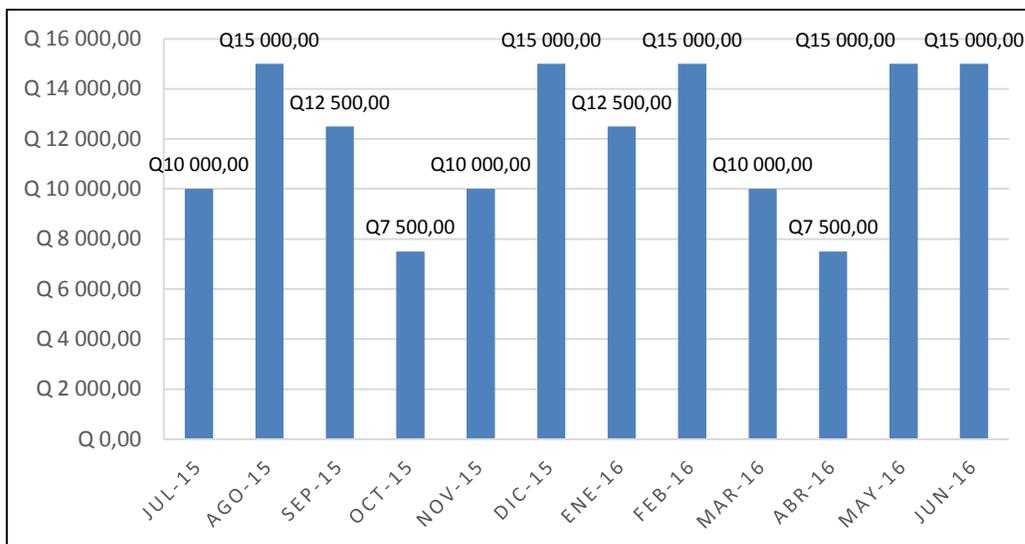
Tabla XXIV. **Costo de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016**

Mes	Mantenimiento correctivo (Q)
jul-15	Q 10000,00
ago-15	Q 15000,00
sep-15	Q 12500,00
oct-15	Q 7500,00
nov-15	Q 10000,00
dic-15	Q 15000,00
ene-16	Q 12500,00
feb-16	Q 15000,00
mar-16	Q 10000,00
abr-16	Q 7500,00
may-16	Q 15000,00
jun-16	Q 15000,00

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla XXIV se elaboró la figura 25: costo del mantenimiento correctivo.

Figura 25. **Costo de mantenimientos correctivos, julio 2015 a junio 2016**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 24 se observa que el mantenimiento correctivo se realiza en promedio de 3 a 6 veces al mes, según el mes; los precios oscilan entre Q 500,00 hasta Q 5 000,00 según la gravedad del asunto.

En la figura 25 se observa que los resultados que oscilan entre Q 7 500,00 hasta Q 15 000,00 respectivamente. Estos son los ingresos que genera el mantenimiento correctivo mensualmente.

En la tabla XXV se detalla el costo del mantenimiento correctivo el cual tiene un promedio total de Q 10 000,00 las variaciones de costo se pueden dar por cambios de diferentes componentes con mayor valor.

Tabla XXV. **Detalle del costo del mantenimiento correctivo**

Descripción	Costo
Inspección	Q 400,00
Cambio de piezas visibles dañadas en la bomba e instalación	Q 1 000,00
Cambio de impulsor	Q 1 500,00
Cambio de aceite	Q 500,00
Revisión, limpieza y cambio de sistema eléctricos	Q 2 000,00
Cambio de juntas y arandelas de sellado	Q 1 000,00
Engrase de todos los muelles, tornillos y juntas	Q 500,00
Cambio de sensores de nivel u otros equipos de detección	Q 2 500,00
Cambio de tubos, válvulas y otros	Q 1 000,00
Total	Q 10 000,00

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Mantenimiento predictivo

Es un tipo de mantenimiento que ayuda a pronosticar el futuro fallo del componente o pieza de una máquina, de tal manera que pueda ser sustituido o

reparado antes de que este falle. Esto permitirá minimizar el tiempo muerto de la máquina y aumentar su vida útil.

Para realizar este tipo de mantenimiento es necesario disponer de la medición de los diversos parámetros que guardan una relación predecible con el ciclo de vida de la pieza o componente de la máquina. Algunos ejemplos son: la temperatura de las conexiones eléctricas o la resistencia del aislamiento de la bobina de un motor.

Para el uso del mantenimiento predictivo se debe establecer una perspectiva histórica, que se logrará mediante la toma de lecturas en intervalos periódicos hasta que falle la pieza, de la relación de la variable y la vida del componente. Esto es prácticamente innecesario, ya que los fabricantes del software pueden recomendar valores para reemplazar los componentes en la mayoría de los casos.

Cuando se sepa con certeza la posibilidad de realizar dicho mantenimiento, se pasará a controlar las variables físicas que puedan ser indicativas del estado de la máquina. El objetivo de este proceso es revisar en detalle las técnicas usadas, para así utilizarlas de guía, con la finalidad de conocer el estado de vida en el que se encuentra la máquina y operar de manera más segura y económica.

En la actualidad, la empresa Hidrocasa no cuenta con ningún parámetro o registro histórico para realizar el mantenimiento predictivo por lo cual la empresa no lo ofrece como parte de sus servicios al cliente.

2.2.4. Mantenimiento selectivo

Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.

Entre los componentes con los cuales se cuenta están las recomendaciones del fabricante para los diferentes cojinetes de las bombas:

- **Cojinetes**

La frecuencia de la lubricación depende de las condiciones y el ambiente en que se encuentra funcionando el equipo; por lo tanto, los intervalos de lubricación deberán determinarse por experiencia. Se puede usar la tabla del apéndice 5 como guía general para la relubricación con grasa. Los lubricantes deben cambiarse únicamente cuando están contaminados con tierra o polvo, partículas metálicas, descomposición, humedad o alta temperatura.

Se debe añadir una cantidad pequeña de grasa cada 400 horas de funcionamiento, aproximadamente. La caja de cojinetes debe estar 1/3 llena de grasa. Los componentes lubricados por aceite tienen lubricadores o aceiteras de nivel constante. Todos los lubricantes tienen tendencia a deteriorarse con tiempo; por lo tanto, tarde o temprano será necesario cambiar el lubricante viejo con uno nuevo.

- **Inspección de cojinetes**

Antes de realizar la lubricación de los cojinetes se deberá realizar la inspección de los diámetros interiores de los rodamientos internos. Si alguno de

los diámetros está fuera de las medidas que se encuentran en la tabla de tolerancias y ajustes de los rodamientos, la cual se muestra en el apéndice 6, se deberá de reemplazar los cojinetes dañados.

Actualmente, la empresa Hidrocasa no realiza mantenimientos selectivos debido a que los clientes ven como un gasto innecesario realizar dicho mantenimiento ya que el equipo se encuentra funcionando y sin aparentes problemas. Por tal motivo, Hidrocasa solamente se limita a realizar mantenimientos preventivos y correctivos.

2.3. Rutinas del mantenimiento

En las rutinas de mantenimiento se pueden mencionar los mantenimientos preventivo y correctivo; en los siguientes datos se comparan las ventas contra mantenimientos realizados tanto preventivo como correctivo.

Esto ayudara a reconocer cuál de estos tres representa mayor utilidad dentro de la empresa Hidrocasa.

La tabla XXVI muestra los ingresos promedios de ventas anuales y los mantenimientos correctivo y preventivo.

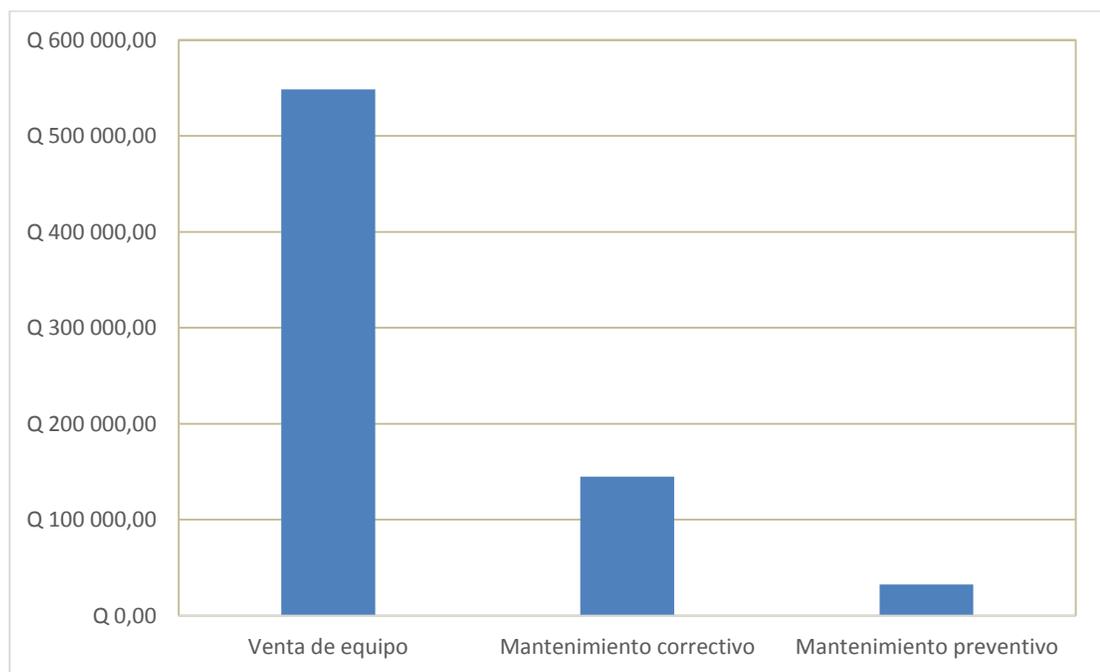
Tabla XXVI. Ingresos por ventas, mantenimiento correctivo y preventivo

Descripción	Costo
Ventas de equipos	Q 548 635,40
Mantenimiento correctivos	Q 145 000,00
Mantenimiento preventivo	Q 32 500,00

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla XXVI se construye la figura 26 en la cual se observa que el mantenimiento correctivo juega un rol muy importante debido a que representa un alto grado de ingresos lo que ocasiona que la empresa siga a flote para cumplir con la demanda de clientes. Además, son las ventas las que representan el mayor ingreso.

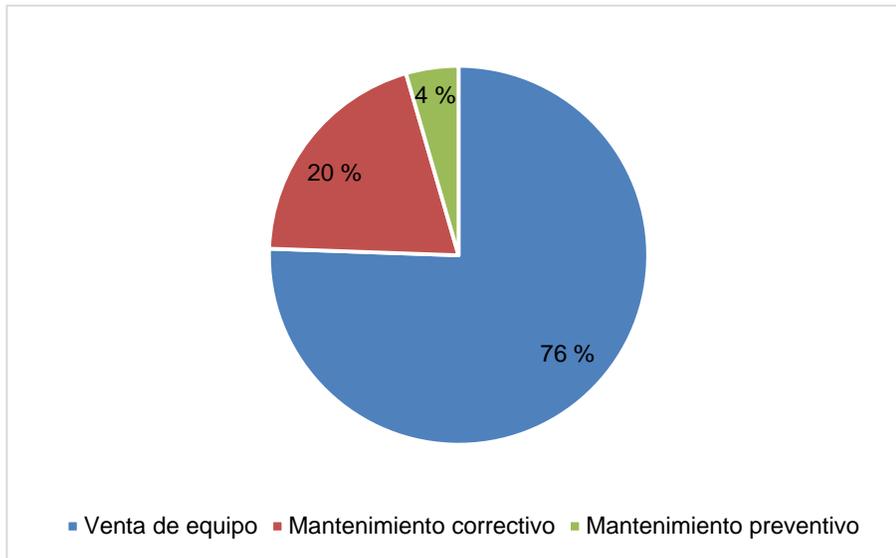
Figura 26. **Comparación de ventas de equipos versus mantenimientos preventivo y correctivo**



Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla XXVI se elabora la figura 27 en la cual se observa que el porcentaje más alto mensual es el mantenimiento correctivo con un 43 %, seguido del mantenimiento preventivo con 32 %, finalmente, ventas con un 25 %.

Figura 27. **Porcentaje de ventas de equipo versus mantenimientos**



Fuente: elaboración propia.

2.4. Análisis FODA

“Por medio del análisis FODA se estudiará la situación actual de la empresa, analizando sus características internas (debilidades y fortalezas) y su situación externa (amenazas y oportunidades) en una matriz cuadrada”¹¹.

- Análisis de capacidades

Al estudiar diferentes aspectos dentro Hidrocasa, se concluye que sus capacidades son:

- Financiamiento en la compra de productos o servicios interno.

¹¹ MARTIN, Christopher. *Logística aspectos estratégicos*. p. 80.

- El contar con la ayuda de técnicos con experiencia en el ámbito de la instalación de equipos de bombeo.
- Asesoría de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Cotizaciones en lapso de tiempos cortos.

2.4.1. Fortalezas

Son las capacidades especiales con que cuenta la empresa y que le permiten tener una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, entre otros.

2.4.2. Debilidades

Son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, entre otros.

2.4.3. Oportunidades

Son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa y que permiten obtener ventajas competitivas.

2.4.4. Amenazas

Son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.

En la tabla XXVII se muestra el análisis FODA realizado a la empresa Hidrocasa.

Tabla XXVII. Análisis FODA

1. Fortalezas	2. Debilidades	3. Oportunidades	4. Amenazas
Amplia experiencia en el mercado por más de 20 años.	No se tiene posicionamiento en el mercado.	Existencia de mercado potencial por su crecimiento.	Disminuir su producción.
La variedad de productos y servicios en el mercado.	No cuenta con un nivel adecuado de inventario de productos y accesorios.	Establecer niveles de pronósticos de demanda para sus productos y servicios	Pérdida de clientes al no contar con repuestos en tiempo.
Personal con experiencia en la industria	No cuenta con un reconocimiento adecuado para el personal y la autorrealización.	Aumentar la capacidad del personal a través de capacitaciones y reconocimientos.	Alta rotación de personal al no sentirse valorados por parte de la empresa y que los técnicos sean contratados por empresas que les ofrezcan mejores oportunidades y remuneraciones.
Adaptabilidad a realizar cambios para mejorar el control en la bodega de equipos y materiales	Capacidad limitada en bodega para almacenar suministros de materiales, equipos y control de inventario	Aumentar sus ingresos por ventas y servicios proporcionados a los clientes y llevar un control de inventario mejorado.	Entrega de equipos y repuestos de parte de proveedores en forma tardía y demora en entregas.

Fuente: elaboración propia.

2.4.5. Estrategias

- **Fortalezas**

Implementar servicio al cliente con un control de llamadas hacia los clientes donde se pueda verificar su satisfacción. Esto se aplica a periodos semanales, quincenales o mensuales. Esto representará una mayor eficiencia porque aumentará al realizar mayores servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, promover y divulgar la experiencia que posee en el mercado y la variedad de productos disponibles en dicha especialización.

- **Oportunidades**

Proponer un manejo de inventarios de materiales para optimizar las compras reduciendo costos y tiempos; emplear canales de distribución, realizar campañas de mercadotecnia.

- **Debilidades**

Implementar pronósticos de demanda y aplicación de sistemas de inventarios en Hidrocasa para la obtención de una mayor utilidad al reducir costos.

Ampliar espacio para almacenar equipo y accesorios dentro de Hidrocasa para tener una mayor variedad de productos a disposición del mercado metatiempo y cuando los recursos invertidos sean mínimos.

- Amenazas

Determinar un inventario para tener un control interno de materiales y accesorios requeridos en los diferentes diseños para evitar pérdidas de clientes y ventas por no contar con los equipos y repuestos en inventario. Además, capacitar a los técnicos menos calificados para proveer un mejor servicio.

3. PROPUESTA DE IMPLEMENTAR PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INVENTARIOS PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR UTILIDAD AL REDUCIR COSTOS

3.1. Definición del problema

Hidrocasa no cuenta con la suficiente cantidad de equipos y accesorios, inexistentes pronósticos de demanda para la realización de un adecuado control y manejo de inventarios.

3.1.1. Planteamiento del problema

La falta de disponibilidad de materiales y equipo se debe a que por falta de conocimiento no se ha podido determinar si es factible el tener inventario en *stock*. Otra razón importante es por desconocer la previsión efectiva de demanda de los productos o servicios que provee la empresa.

Para que los productos y servicios sean dados al cliente lo más rápido posible y que satisfagan en el mayor grado sus exigencias y urgencias para asegurar la subsistencia de la empresa al prestar un buen servicio de entrega de productos que representa una parte fundamental en el servicio que se presta en Hidrocasa.

3.1.2. Causas y efecto del problema principal

En la tabla XXVIII se observan las causas y el efecto del problema principal.

Tabla XXVIII. Causas y efecto del problema principal

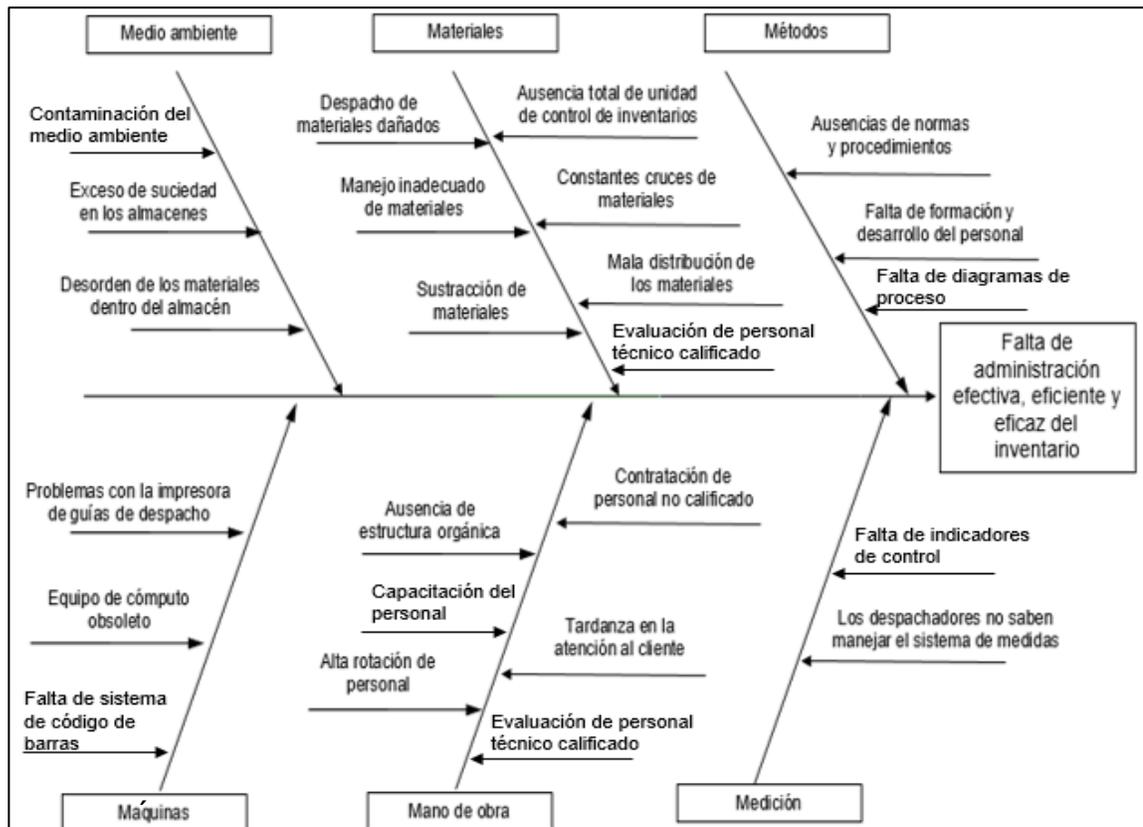
Categoría	Causas	Efecto
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none">Excesos de suciedad en los almacenes y contaminación	Falta de administración efectiva, eficiente y eficaz del inventario
Materiales	<ul style="list-style-type: none">Ausencia total de unidad de control de inventariosDespacho de materiales dañadosManejo inadecuado de materialesConstantes cruces de materialesSustracción de materialesMala distribución de los materiales	
Métodos	<ul style="list-style-type: none">Ausencia de normas y procedimientosFalta de formación y desarrollo del personal	
Máquinas	<ul style="list-style-type: none">Problemas con la impresora de guías de despacho	
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none">Ausencia de estructura organizativaContratación de personal no calificadoTardanza en la atención al clienteAlta rotación de personal	
Medición	<ul style="list-style-type: none">Los despachadores no saben manejar el sistema de medias	

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Diagrama de espina de pescado

Con base en los datos obtenidos de la tabla XXVIII se construye el diagrama de espina de pescado de la figura 28.

Figura 28. Diagrama de Ishikawa: causas y efecto del problema principal



Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Análisis FODA para el análisis de la propuesta

En la tabla XXIX se muestra el análisis FODA de la propuesta de aplicación de pronósticos de demanda y aplicación de sistemas de inventarios.

Tabla XXIX. **Matriz FODA de la propuesta**

1. Fortalezas	2. Debilidades	3. Oportunidades	4. Amenazas
Pronosticar demanda para programar el reabastecimiento del equipo y los accesorios.	Incapacidad de procesar el volumen de información, equipo y accesorios.	Incrementar rentabilidad y reducir costos.	Incumplimiento de la meta de venta de equipo y accesorios.
Mejorar el sistema de control del inventario.	No se cuenta con todos los recursos para implementar el sistema de control de inventario.	Controlar los niveles de inventarios y tener un dato exacto del mismo.	Resistencia al cambio de parte del personal
Compromiso de la gerencia para el desarrollo de la mejora del control de inventarios	Capacidad de reacción lenta ante los cambios del entorno y no invertir recursos en el control de inventario.	Desarrollo de nuevas herramientas de control de inventarios.	Datos poco confiables
Usar la herramienta de control de inventario para alcanzar los objetivos de la organización.	Requiere de un conocimiento estadístico e interpretación de datos.	Desarrollo de capacitaciones al personal de la organización. Hacer el sistema productivo y efectivo.	No funciona el sistema debido a la falta de capacidad del personal al.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Descripción general

El uso de inventarios dentro de la empresa es de vital importancia, ya que en este se encuentran los productos de venta y uso para la comercialización de los distintos equipos con lo relacionado a equipos de bombeo, así como los pronósticos que ayudan a determinar cómo serán las ventas a futuro tomando en cuenta periodos anteriores de ventas para determinar el nivel adecuado de *stock* o inventarios de seguridad en productos y que tan frecuente necesitarán los clientes determinados servicios.

3.2.1. Manejo de inventarios

El manejo de inventarios dentro de la empresa beneficiará al contar con un control dentro de la empresa más eficiente en el manejo de accesorios y equipos; en el caso de la empresa Hidrocasca los inventarios son de demanda probabilística ya que el movimiento de inventarios varía respecto del tiempo. Una herramienta fundamental es la clasificación de inventarios de tipo ABC con la cual se establece una segmentación de la empresa en cuanto a equipos, materiales y accesorios a los cuales se le da una mayor importancia; también manejar cuando se debe realizar un pedido, además, de qué tamaño será el pedido.

- Métodos propuestos de inventarios PEPS, UEPS y promedio ponderado
 - Método promedio ponderado

Este método se base en el costo promedio del inventario durante un periodo, utiliza valoraciones razonables de aproximación; se divide el saldo en unidades monetarias entre unidades en existencia.

Este método ayuda a determinar:

- El costo del inventario inicial multiplicando la cantidad de unidades al inicio por su costo.
- El costo de todas las compras multiplicando la cantidad de unidades compradas por su precio.

- El costo total de las mercancías disponibles para la venta mediante la suma de los resultados.
 - La cantidad total de unidades disponibles para venta.
 - El costo promedio de las mercancías dividiendo el costo total entre cantidad total de unidades de ventas disponibles.
 - El costo de las mercancías vendidas multiplicando el costo promedio de las mercancías por el inventario final.
- Método PEPS: primero en entrar, primero en salir

Este método presenta el inventario final a su costo más actual y se basa en la interpretación lógica del movimiento de las unidades en el sistema de inventario.

Cuando aumentan los costos de inventario (aumento de precios) este método da como resultado una utilidad más alta y, por tanto, un impuesto sobre la venta mayor. Los primeros costos que entraron al inventario son los primeros costos que salen al costo de las mercancías vendidas.

Este método ayuda a determinar:

- El costo del inventario inicial multiplicando la cantidad de unidades al inicio por su costo.
- El costo de las compras multiplicando la cantidad de unidades compradas por su precio

- El costo total de las mercancías disponibles para la venta mediante la suma de los resultados anteriores.
 - El costo del inventario final, como la suma de los costos por las cantidades que componen el inventario final.
 - El costo de las mercancías vendidas, calcular la diferencia entre el costo total y el del inventario final.
- Método UEPS: último en entrar, primero en salir

Este método de valoración se basa en que los últimos artículos que entraron a formar parte del inventario son los primeros en venderse a un costo más actual.

Cuando aumentan los costos de los inventarios, este método produce el costo de mercancías vendidas más alto y la utilidad más baja que minimiza el impuesto sobre la venta. Los últimos costos que entran al inventario son los primeros costos que salen al costo de las mercancías vendidas.

Este método ayuda a determinar:

- El costo del inventario inicial multiplicando la cantidad de unidades al inicio por su costo.
- El costo de todas las compras multiplicando la cantidad de unidades compradas por su precio.

- El costo total de las mercancías disponibles para la venta mediante la suma de los resultados anteriores.
- El costo del inventario final, como la suma de los costos por las cantidades que componen el inventario final.
- El costo de las mercancías, calcular la diferencia entre el costo total y del inventario final.

3.2.1.1. Implementar la distribución de accesorios, repuestos, partes, materiales, dispositivos y equipos en bodega

Distribuir los accesorios en bodega ayudará a establecer el área específica de cada accesorio, el número de estante, la fila y la columna para determinar con mayor rapidez el conteo de accesorios que ayudarán a realizar inventarios periódicos.

En la tabla XXX se muestran los formatos a utilizar por medio de Microsoft Excel. Con los cuales obtendrá un control exacto de los equipos y repuestos que la bodega cuenta, se facilita de esa manera la realización de la auditoría de inventario para la comprobación de su cuadre.

Tabla XXX. Ubicación de accesorios

Empresa: Hidrocasa			Ubicación		
Accesorios PVC	Existencia física	Precio*Unidad	Estante	Fila	Columna
Tubo PVC 1 1/4	12	Q 28,50	2	3	2
No necesita reabastecer		Total costo por unidad	Tubo PVC 1 1/4		
		Q 342,00			

Fuente: elaboración propia.

- Ubicación de accesorios según estante, fila y columna

En la tabla XXXI se observa que según el accesorio seleccionado se extrae información de la base de datos 'accesorios'sobre la ubicación:estante, fila y columna para obtener con mayor facilidad lo que se busca.

Tabla XXXI. **Ubicación de materiales**

Empresa: Hidrocasa			Ubicación		
Accesorios PVC	Existencia física	Precio*Unidad	Estante	Fila	Columna
Cinta de aislar 1/2" rollos	5	Q 9,50	4	1	1
No necesita reabastecer		Total costo por unidad	Cinta de aislar 1/2"		
		Q 47,50			

Fuente: elaboración propia.

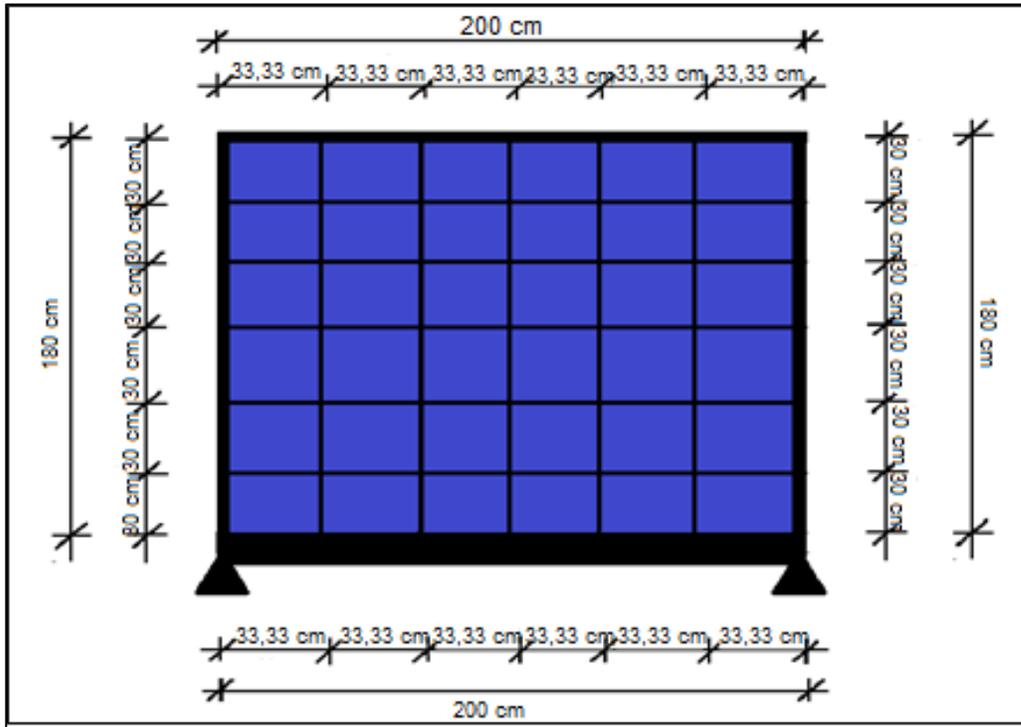
- Ubicación de materiales según estante, fila y columna

En la tabla anterior se observa que según el accesorio seleccionado se extrae información de la base de datos 'materiales'sobre la ubicación:estante, fila y columna para obtener con mayor facilidad lo que se busca.

Distribuir equipo en bodega ayudará a tener un orden y control más adecuado debido a que se contará con número de estante, fila y columna para determinar con mayor rapidez el conteo de accesorios que ayudará a realizar inventarios periódicos.

En la figura 29 se observa el modelo de estantería propuesto.

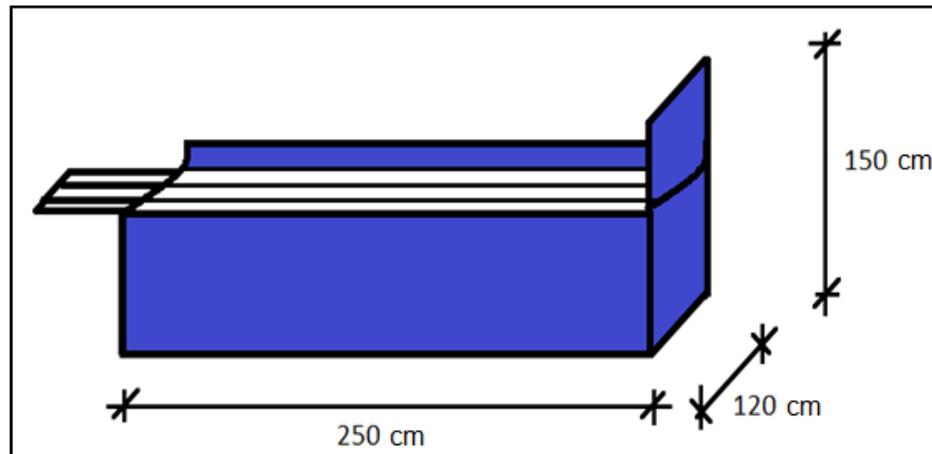
Figura 29. **Modelo de estantería 1**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 30 se observa la segunda propuesta del modelo de estantería.

Figura 30. **Modelo de estantería 2**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.2. **Creación de una base de datos en Excel u otro paquete**

Crear una base de datos en Excel es de vital importancia para llevar un control estricto, adecuado y para establecer un sistema de todo lo necesario para desarrollar todas aquellas actividades internas y externas de la empresa, como se menciona a continuación.

- Accesorios y equipos para mantenimientos preventivos.
- Accesorios y equipos para mantenimientos correctivos.
- Materiales para construcción de las distintas actividades (construcción de piscinas, pozos, jacuzzi).

Esta base de datos de Excel también controlara cuando se necesite reabastecer accesorios o materiales en escasez según el estudio previo de pronóstico de demanda.

En la tabla XXXII se muestra la base de datos del inventario físico de materiales el cual muestra la lista de accesorios que contiene: cantidad, ubicación (estante, fila, y columna), precio por unidad y total de costo por unidades. Del mismo modo, se crean alertas para tener un control adecuado en cuanto a la escasez de los materiales. Una celda de color verde significará que el abastecimiento es óptimo, una de color amarilla es alerta para que se realice el pedido y una roja significará que no existe repuesto en inventario.

Tabla XXXII. **Base de datos, inventario físico de materiales**

Materiales	Cantidad	Estante	fila	columna	Precio * unidad	Total costo por unidades
Cinta de aislar 1/2" rollos	5	4	1	1	Q 9,50	Q 47,50
Teflon 1/2" rollos	20	4	1	1	Q 6,00	Q 120,00
Ducto eléctrico 1/2"	3	4	1	2	Q 40,00	Q 120,00
Ducto eléctrico 3/4"	2	4	1	2	Q 60,00	Q 120,00
Pegamento para PVC	5	4	2	2	Q 37,50	Q 187,50
Cable de corriente (metros)	4	4	2	2	Q 12,50	Q 50,00
Manometro	2	4	2	3	Q 75,00	Q 150,00
Switch de encendido	4	4	3	3	Q 150,00	Q 600,00
Llave de paso	2	4	3	3	Q 125,00	Q 250,00
Cinta de vulcanizar	4	4	3	3	Q 40,00	Q 160,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIII se muestra la base de datos del inventario físico de accesorios el cual muestra la lista de accesorios que contiene: cantidad, ubicación (estante, fila, y columna), precio por unidad y total de costo por unidades. Del mismo modo, se crean alertas para tener un control adecuado en cuanto a la escasez de los materiales. Una celda de color verde significará que el abastecimiento es óptimo una de color amarilla es alerta para que se realice el pedido y una roja significará que no existe repuesto en inventario.

Tabla XXXIII. Base de datos, inventario físico de accesorios

Inventario						
Accesorios	Existencias	Estante	fila	columna	Precio* unidad	Total costo por unidades
Adaptador hembra 1/2"	7	1	1	1	Q 8,50	59,50
Adaptador hembra 3/4"	2	1	1	1	Q 7,95	15,90
Adaptador hembra 1"	3	1	1	1	Q 12,75	38,25
Adaptador hembra 1 1/4"	3	1	1	1	Q 16,50	49,50
Adaptador macho 1/2"	2	1	1	1	Q 8,50	17,00
Adaptador macho 3/4"	5	1	2	1	Q 8,75	43,75
Adaptador macho 1"	2	1	2	1	Q 9,60	19,20
Adaptador macho 1 1/4"	1	1	2	1	Q 18,90	18,90
Copla 1/2"	7	1	2	1	Q 7,80	54,60
Copla 3/4"	2	1	3	1	Q 9,50	19,00
Copla 1"	2	1	3	1	Q 8,50	17,00
Copla 1 1/4"	4	1	3	1	Q 12,75	51,00
Reducidor 3/4" – 1/2"	5	1	3	1	Q 18,90	94,50
Reducidor 1" – 1/2"	2	1	3	1	Q 9,50	19,00
Reducidor 1" – 3/4"	5	1	3	1	Q 10,50	52,50
Reducidor 1 1/4" – 3/4"	2	1	3	1	Q 15,80	31,60
Reducidor 1 1/4" - 1"	2	1	3	1	Q 18,60	37,20
Codo 1/2"	10	2	1	2	Q 5,50	55,00
Codo 3/4"	7	2	1	2	Q 6,60	46,20
Codo 1"	14	2	1	2	Q 7,50	105,00
Tees 1/2"	6	2	1	2	Q 3,50	21,00
Tees 3/4"	1	2	1	2	Q 3,90	3,90
Tees 1"	3	2	1	2	Q 6,50	19,50
Tapón hembra liso 1/2"	2	2	2	2	Q 3,50	7,00
Tapón hembra liso 3/4"	3	2	2	2	Q 5,50	16,50
Tapón hembra liso 1"	6	2	3	2	Q 8,50	51,00
Tapón hembra liso 1 1/4"	5	2	3	2	Q 15,80	79,00
Tapón macho con rosca 1/2"	3	2	3	2	Q 4,50	13,50
Tapón macho con rosca 3/4"	6	2	3	2	Q 6,50	39,00
Tapón macho con rosca 1"	3	2	3	2	Q 8,50	25,50
Tapón macho con rosca 1 1/4"	2	2	3	2	Q 10,50	21,00
Tubo PVC 1/2"	10	3	2	2	Q 15,80	158,00
Tubo PVC 3/4"	2	3	2	2	Q 18,50	37,00
Tubo PVC 1"	10	3	2	2	Q 20,50	205,00
Tubo PVC 1 1/4"	12	3	2	2	Q 28,50	342,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIV se observa que la casilla de existencia física está en color verde debido a que en este caso el material, accesorio o equipo se encuentra con nivel óptimo de *stock* el cual no se necesita reabastecer. Una celda de color verde significará que el abastecimiento es óptimo, una de color amarilla es alerta para que se realice el pedido y una roja significará que no existe repuesto en inventario.

Tabla XXXIV. **Plantilla de Excel de búsqueda de materiales, accesorios y equipos, 1**

Empresa: Hidrocasa			Ubicación		
Materiales	Existencia física	Precio * unidad	Estante	Fila	Columna
Cinta de aislar 1/2" rollos	5	Q 9,50	1	1	1
No necesita reabastecer		Total costo por unidad	Cinta de aislar 1/2" rollos se encuentra en estante 4 fila 1 columna 1		
		Q 47,50			

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXV se observa que la casilla de existencia física está en color amarillo debido a que en este caso el material, accesorio o equipo está con el nivel inadecuado en *stock* el cual necesita reabastecer para no tener escasez. Una celda de color verde significará que el abastecimiento es óptimo, una de color amarilla es alerta para que se realice el pedido y una roja significará que no existe repuesto en inventario.

Tabla XXXV. **Plantilla de Excel de búsqueda de materiales, accesorios y equipos, 2**

Empresa: Hidrocasa			Ubicación		
Materiales	Existencia física	Precio * unidad	Estante	Fila	Columna
Ducto eléctrico 3/4"	2	Q 60,00	4	2	2
Necesita reabastecer		Total costo por unidad	Ducto eléctrico 3/4" se encuentra en estante 4 fila 2 columna 2		
		Q 120,00			

Fuente: elaboración propia.

3.2.1.3. Creación de un modelo de registros de accesorios, repuestos, partes y dispositivos

Un modelo de registro de accesorios tendrá una inicial la cual ayudará a identificar más rápido para buscar accesorios y materiales. En la tabla XXXVI se muestran las plantillas creadas en Microsoft Excel, los cuales permitirán contar con el registro de accesorios y crear de esa manera una base de datos adecuada.

Tabla XXXVI. Base de datos, inventario físico de accesorios, plantillas creadas en Microsoft Excel

Inventario						
Accesorios	Existencias	Estante	fila	columna	Precio* unidad	Total costo por unidades
Adaptador hembra 1/2"	7	1	1	1	Q 8,50	59,50
Adaptador hembra 3/4"	2	1	1	1	Q 7,95	15,90
Adaptador hembra 1"	3	1	1	1	Q 12,75	38,25
Adaptador hembra 1 1/4"	3	1	1	1	Q 16,50	49,50
Adaptador macho 1/2"	2	1	1	1	Q 8,50	17,00
Adaptador macho 3/4"	5	1	2	1	Q 8,75	43,75
Adaptador macho 1"	2	1	2	1	Q 9,60	19,20
Adaptador macho 1 1/4"	1	1	2	1	Q 18,90	18,90
Copla 1/2"	7	1	2	1	Q 7,80	54,60
Copla 3/4"	2	1	3	1	Q 9,50	19,00
Copla 1"	2	1	3	1	Q 8,50	17,00
Copla 1 1/4"	4	1	3	1	Q 12,75	51,00
Reducidor 3/4" – 1/2"	5	1	3	1	Q 18,90	94,50
Reducidor 1" – 1/2"	2	1	3	1	Q 9,50	19,00
Reducidor 1" – 3/4"	5	1	3	1	Q 10,50	52,50
Reducidor 1 1/4" – 3/4"	2	1	3	1	Q 15,80	31,60
Reducidor 1 1/4" - 1"	2	1	3	1	Q 18,60	37,20
Codo 1/2"	10	2	1	2	Q 5,50	55,00
Codo 3/4"	7	2	1	2	Q 6,60	46,20
Codo 1"	14	2	1	2	Q 7,50	105,00
Tees 1/2"	6	2	1	2	Q 3,50	21,00
Tees 3/4"	1	2	1	2	Q 3,90	3,90
Tees 1"	3	2	1	2	Q 6,50	19,50
Tapón hembra liso 1/2"	2	2	2	2	Q 3,50	7,00
Tapón hembra liso 3/4"	3	2	2	2	Q 5,50	16,50
Tapón hembra liso 1"	6	2	3	2	Q 8,50	51,00
Tapón hembra liso 1 1/4"	5	2	3	2	Q 15,80	79,00
Tapón macho con rosca 1/2"	3	2	3	2	Q 4,50	13,50
Tapón macho con rosca 3/4"	6	2	3	2	Q 6,50	39,00
Tapón macho con rosca 1"	3	2	3	2	Q 8,50	25,50
Tapón macho con rosca 1 1/4"	2	2	3	2	Q 10,50	21,00
Tubo PVC 1/2"	10	3	2	2	Q 15,80	158,00
Tubo PVC 3/4"	2	3	2	2	Q 18,50	37,00
Tubo PVC 1"	10	3	2	2	Q 20,50	205,00
Tubo PVC 1 1/4"	12	3	2	2	Q 28,50	342,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXVII se muestra la plantilla de Excel de búsqueda de materiales, accesorios y equipos, la celda de color verde significa que el abastecimiento es óptimo la de color amarilla es alerta para que se realice el pedido y una roja significará que no existe repuesto en inventario.

Tabla XXXVII. **Plantilla de Excel de búsqueda de materiales, accesorios y equipos, 3**

Empresa: Hidrocasa			Ubicación		
Materiales	Existencia física	Precio * unidad	Estante	Fila	Columna
Cinta de aislar 1/2" rollos	5	Q 9,50	1	1	1
No necesita reabastecer		Total costo por unidad	Cinta de aislar 1/2" rollos se encuentra en estante 4 fila 1 columna 1		
		Q 47,50			

Fuente: elaboración propia.

Una celda de color verde significará que el abastecimiento es óptimo, una de color amarilla es alerta para que se realice el pedido y una roja significará que no existe repuesto en inventario.

3.3. Eficiencia y efectividad del establecimiento de inventarios

El método de inventario a establecer en Hidrocasa será el PEPS debido a que los componentes que representan mayor valor monetario o cantidad en unidades ayudará a contar con *stock* para realizar instalaciones de equipo de bombeo residencial y contar con los repuestos necesarios para realizar mantenimientos preventivos y correctivos.

Para contar con eficiencia en el establecimiento de inventarios se utilizará la herramienta de inventario ABC; se tomaron las principales actividades de la

empresa; también se desglosan los materiales, accesorios y equipos de mayor movimiento y valor.

Cada actividad de la empresa cuenta con equipos principales; los equipos, accesorios y materiales que representen mayor valor monetario son clasificados con categoría A, los que están dentro del 20 % del total de todos los equipos, accesorios y materiales que se utilizan; se les debe tener un mayor control dentro del inventario ya que requieren de una inversión mayor.

Los que son clasificados con la letra B son aquellos que representan el 30% total de todos los equipos, accesorios y materiales, en los cuales se establecen máximos y mínimos, con un control menos riguroso que el A.

Los clasificados con la letra C representan el 50 % del total de todos los equipos, accesorios y materiales, estos son de baja inversión, de control bajo, pero utilizan inventario de seguridad para supervisar las cantidades correctas.

Para realizar el inventario ABC se tomaron como referencia ventas del periodo enero 2015 a diciembre 2016, respectivamente; el costo total de los accesorios fue establecido de parte de la empresa en dicho periodo.

En la tabla XXXVIII se observa el inventario ABC para el equipo de bombeo residencial.

Tabla XXXVIII. **Inventario ABC del equipo de bombeo residencial**

1. Equipo de bombeo residencial								
Componentes	Cantidad	Precio * unidad	Costo	Valor acumulado	FR%	FA%	% Articulo	% Articulo acumulado
Bomba hidroneumatica 3/4"	19,00	Q 2 875,00	Q 54 625,00	Q 54 625,00	19,74 %	19,74 %	7,69 %	7,69 %
Bomba hidroneumatica 1/2"	25,00	Q 2 150,00	Q 53 750,00	Q 108 375,00	19,42 %	39,16 %	7,69 %	15,38 %
Bomba hidroneumatica 1"	14,00	Q 3 600,00	Q 50 400,00	Q 158 775,00	18,21 %	57,37 %	7,69 %	23,07 %
Tanque hidroneumatico 19gal	23,00	Q 2 100,00	Q 48 300,00	Q 207 075,00	17,45 %	74,83 %	7,69 %	30,76 %
Tanque hidroneumatico 35gal	12,00	Q 2 835,50	Q 34 026,00	Q 241 101,00	12,30 %	87,12 %	7,69 %	38,45 %
Tanque hidroneumatico 6gal	16,00	Q 750,00	Q 12 000,00	Q 253 101,00	4,34 %	91,46 %	7,69 %	46,14 %
Switch de encendido	36,00	Q 175,00	Q 6 300,00	Q 259 401,00	2,28 %	93,74 %	7,69 %	53,83 %
Valvula de pie	45,00	Q 125,00	Q 5 625,00	Q 265 026,00	2,03 %	95,77 %	7,69 %	61,52 %
Switch de presión	28,00	Q 140,00	Q 3 920,00	Q 268 946,00	1,42 %	97,18 %	7,69 %	69,21 %
Uniones	56,00	Q 65,00	Q 3 640,00	Q 272 586,00	1,32 %	98,50 %	7,69 %	76,90 %
Guarda nivel de mercurio	19,00	Q 140,00	Q 2 660,00	Q 275 246,00	0,96 %	99,46 %	7,69 %	84,59 %
Tee	70,00	Q 15,00	Q 1 050,00	Q 276 296,00	0,38 %	99,84 %	7,69 %	92,28 %
Codos	68,00	Q 6,50	Q 442,00	Q 276 738,00	0,16 %	100,00 %	7,69 %	99,97 %
TOTAL	13		Q 276 738,00				7,692308	Q 158 775,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIX se observa la clasificación de inventario tipo A para el equipo de bombeo residencial.

Tabla XXXIX. **Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de bombeo residencial**

Clasificación A			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
19	Bomba hidroneumática 3/4"	Q 2875,00	Q 54625,00
25	Bomba hidroneumática 1/2"	Q 2150,00	Q 53750,00
14	Bomba hidroneumática 1"	Q 3600,00	Q 50400,00
Total			Q 158 775,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XL se observa la clasificación de inventario tipo B para el equipo de bombeo residencial.

Tabla XL. **Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de bombeo residencial**

Clasificación B			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
23	Tanque hidroneumático 19 gal	Q 2100,00	Q 48300,00
12	Tanque hidroneumático 35 gal	Q 2835,50	Q 34026,00
16	Tanque hidroneumático 6 gal	Q 750,00	Q 12000,00
Total			Q 94 326,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLI se observa la clasificación de inventario tipo C para el equipo de bombeo residencial.

Tabla XLI. **Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de bombeo residencial**

Clasificación C			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
36	Switch de encendido	Q 175,00	Q 6300,00
45	Válvula de pie	Q 125,00	Q 5625,00
28	Switch de presión	Q 140,00	Q 3920,00
56	Uniones	Q 65,00	Q 3640,00
19	Guarda nivel de mercurio	Q 140,00	Q 2660,00
70	Tee	Q 15,00	Q 1050,00
68	Codos	Q 6,50	Q 442,00
Total			Q 23 637,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLII se observa el inventario ABC para equipo para piscina.

Tabla XLII. **Inventario ABC del equipo para piscina**

2. Equipo para piscinas									
Componentes	Cantidad	Precio * unidad	Costo	Valor acumulado	FR%	FA%	% Articulo	% Articulo acumulado	
Bomba de agua	3,00	Q 5 875,00	Q 17 625,00	Q 17 625,00	59,94 %	59,94 %	16,66 %	16,66 %	Q 17 625,00
Filtro	7,00	Q 628,00	Q 4 396,00	Q 22 021,00	14,95 %	74,89 %	16,66 %	33,32 %	
Retornos	4,00	Q 790,00	Q 3 160,00	Q 25 181,00	10,75 %	85,63 %	16,66 %	49,98 %	
Skimmers	5,00	Q 350,00	Q 1 750,00	Q 26 931,00	5,95 %	91,58 %	16,66 %	66,64 %	Q 9 306,00
Rejillas de fondos	6,00	Q 250,00	Q 1 500,00	Q 28 431,00	5,10 %	96,68 %	16,66 %	83,30 %	
Rejillas	3,00	Q 325,00	Q 975,00	Q 29 406,00	3,32 %	100,00 %	16,66 %	99,96 %	Q 2 475,00
TOTAL	6		Q 29 406,00						

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLIII se observa la clasificación de inventario tipo A para el equipo de piscina.

Tabla XLIII. **Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de piscina**

Clasificación A			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
3	bomba de agua	Q 5 875,00	Q 17 625,00
Total			Q 17 625,00

Fuente: elaboración propia

En la tabla XLIII se observa la clasificación de inventario tipo B para el equipo de piscina.

Tabla XLIV. **Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de piscina**

Clasificación B			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
7	Filtro	Q 628,00	Q 4 396,00
4	Retornos	Q 790,00	Q 3 160,00
5	Skimmers	Q 350,00	Q 1 750,00
Total			Q 9 306,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLIII se observa la clasificación de inventario tipo C para el equipo de piscina.

Tabla XLV. **Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de piscina**

Clasificación C			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
6	Rejillas de fondos	Q 250,00	Q 1 500,00
3	Rejillas	Q 325,00	Q 975,00
Total			Q 2 475,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLII se observa el inventario ABC para el equipo de jacuzzi.

Tabla XLVI. **Inventario ABC, para el equipo de jacuzzi**

3. Equipo para jacuzzi								
Componentes	Cantidad	Precio * unidad	Costo	Valor acumulado	FR%	FA%	% Articulo	% Articulo acumulado
Bomba de agua	6,00	Q 5 678,00	Q 34 068,00	Q 34 068,00	53,75 %	53,75 %	20,00 %	20,00 %
Tubos	37,00	Q 360,00	Q 13 320,00	Q 47 388,00	21,02 %	74,77 %	20,00 %	40,00 %
Polyet	46,00	Q 175,50	Q 8 073,00	Q 55 461,00	12,74 %	87,50 %	20,00 %	60,00 %
Blower	8,00	Q 750,00	Q 6 000,00	Q 61 461,00	9,47 %	96,97 %	20,00 %	80,00 %
Mangueras	16,00	Q 120,00	Q 1 920,00	Q 63 381,00	3,03 %	100,00 %	20,00 %	100,00 %
TOTAL	5		Q 63 381,00					

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLVII se observa la clasificación de inventario tipo A para el equipo de jacuzzi.

Tabla XLVII. **Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de jacuzzi**

Clasificación A			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
3	Bomba de agua	Q 5 875,00	Q 17 625,00
Total			Q 17 625,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLVIII se observa la clasificación de inventario tipo B para el equipo de jacuzzi.

Tabla XLVIII. **Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de jacuzzi**

Clasificación B			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
37	Tubos	Q 360,00	Q 13 320,00
47	Polyet	Q 175,50	Q 8 248,50
Total			Q 21 568,50

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XLIX se presenta la clasificación de inventario tipo C para el equipo de jacuzzi.

Tabla XLIX. **Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de jacuzzi**

Clasificación C			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
8	Blower	Q 750,00	Q 6 000,00
16	Mangueras	Q 120,00	Q 1 920,00
Total			Q 7 920,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla L se observa el inventario ABC para el equipo para fuentes.

Tabla L. **Inventario ABC, para elequipo para fuentes**

4. Equipo para fuentes									
Componentes	Cantidad	Precio * unidad	Costo	Valor acumulado	FR%	FA%	% Articulo	% Articulo acumulado	
Bomba de agua	15	Q 890,00	Q 13 350,00	Q 13 350,00	71,97 %	71,97 %	14,28 %	14,28 %	
Boquillas	32	Q 47,00	Q 1 504,00	Q 14 854,00	8,11 %	80,07 %	14,28 %	28,56 %	Q 14 854,00
Tubos	78	Q 12,50	Q 975,00	Q 15 829,00	5,26 %	85,33 %	14,28 %	42,84 %	
Reducciones	56	Q 15,90	Q 890,40	Q 16 719,40	4,80 %	90,13 %	14,28 %	57,12 %	
Uniones	19	Q 37,50	Q 712,50	Q 17 431,90	3,84 %	93,97 %	14,28 %	71,40 %	Q 2 577,90
Tee	34	Q 19,00	Q 646,00	Q 18 077,90	3,48 %	97,45 %	14,28 %	85,68 %	
Codos	27	Q 17,50	Q 472,50	Q 18 550,40	2,55 %	100,00 %	14,28 %	99,96 %	Q 1 118,50
TOTAL	7		Q 18 550,40						

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LI se presenta la clasificación del inventario tipo A para equipo el de fuentes.

Tabla LI. **Clasificación de inventario tipo A, para el equipo de fuentes**

Clasificación A			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
15	Bomba de agua	Q 890,00	Q 13 350,00
32	Boquillas	Q 47,00	Q 1 504,00
Total			Q 14 854,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LII se aprecia la clasificación del inventario tipo B para el equipo de fuentes.

Tabla LII. **Clasificación de inventario tipo B, para el equipo de fuentes**

Clasificación B			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
78	Tubos	Q 12,50	Q 975,00
56	Reducciones	Q 15,90	Q 890,40
19	Uniones	Q 37,50	Q 712,50
Total			Q 2 577,90

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LIII se observa la clasificación del inventario tipo C para el equipo de fuentes.

Tabla LIII. **Clasificación de inventario tipo C, para el equipo de fuentes**

Clasificación C			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
34	Tee	Q 19,00	Q 646,00
27	Codos	Q 17,50	Q 472,50
			Q -
Total			Q 1 118,50

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LIV se aprecia el inventario ABC para el equipo sumergible.

Tabla LIV. **Inventario ABC equipo sumergible**

5. Equipo sumergible								
Componentes	Cantidad	Precio * unidad	Costo	Valor acumulado	FR%	FA%	% Articulo	% Articulo acumulado
Bomba	14	Q 5 738,00	80332,00	80332,00	50,03 %	50,03 %	33,33 %	33,33 %
Motor	14	Q 3 650,00	51100,00	131432,00	31,83 %	81,86 %	33,33 %	66,66 %
Panel de control	11	Q 2 648,00	29128,00	160560,00	18,14 %	100,00 %	33,33 %	99,99 %
TOTAL	3		160560					

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LV se presenta la clasificación del inventario tipo A para el equipo sumergible.

Tabla LV. **Clasificación de inventario tipo A, para el equipo sumergible**

Clasificación A			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
14	Bomba	Q 5 738,00	Q 80 332,00
Total			Q 80 332,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LVI se observa la clasificación del inventario tipo B para el equipo sumergible.

Tabla LVI. **Clasificación de inventario tipo B, para el equipo sumergible**

Clasificación B			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
14	Motor 1 hp	Q 3 650,00	Q 51 100,00
Total			Q 51 100,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LV se aprecia la clasificación del inventario tipo C para el equipo sumergible.

Tabla LVII. **Clasificación de inventario tipo C, para el equipo sumergible**

Clasificación C			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total
11	Panel de control	Q 2 648,00	Q 29 128,00
	Total		Q 29 128,00

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. Control de inventarios

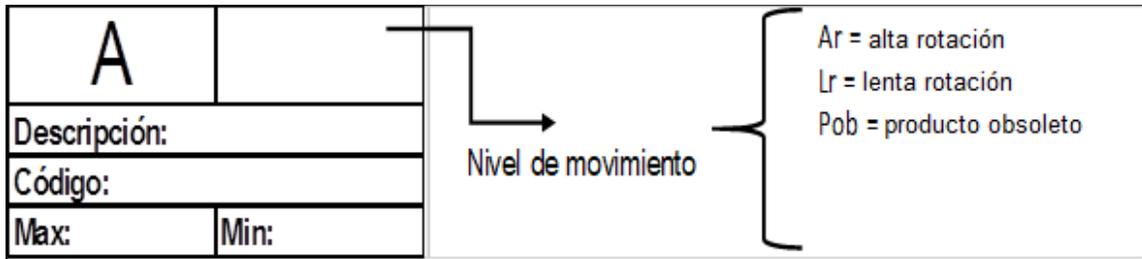
Para el control de inventarios basado en el análisis de inventarios ABC, se utilizará una etiqueta de acuerdo a cada componente y su movimiento durante un periodo de tiempo.

Para utilizar etiquetas en el control de inventarios se requiere cierta información:

- Nivel de movimiento
- Descripción
- Código
- Máximo y mínimo de unidades

En la figura 31 se observa la etiqueta para el control de inventario.

Figura 31. **Etiqueta para el control de inventario**

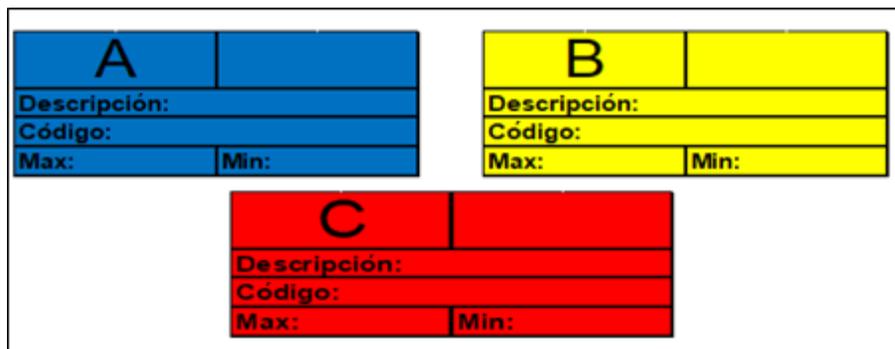


Fuente: elaboración propia.

Para cada etiqueta se utilizará un color para ser más efectivo en cuanto el tipo de componente que se utiliza en cuanto a ventas, mantenimientos preventivos y correctivos.

En la figura 32 se aprecian los colores de las etiquetas de control de inventario: el color azul hace referencia a todo el inventario de mayor valor, 20 % del inventario; el color amarillo hace referencia al inventario con 30 % del valor del inventario; y el color rojo hace referencia al 50 % del valor del inventario; todos los accesorios de menor costo.

Figura 32. **Color de Etiquetas ABC**



Fuente: elaboración propia.

La tabla LVIII presenta la descripción del inventario tipo ABC.

Tabla LVIII. **Clasificación de inventario, tipo ABC**

Clasificación A
Control total al 100 %
Alto nivel de adquisición
Material crítico o por su aportación a las utilidades
Inventario perpetuo
Vigilancia permanente al proceso de compra
Clasificación B
Artículos de menor costo, valor e importancia que los A
Requieren menor dedicación
Se establecen máximos y mínimos en cantidades
Compras menos frecuentes que en la A pero mas que en una clasificación C
Clasificación C
Artículos de bajo costo
Escasa inversión y poca importancia
Se requiere una limitada supervisión sobre el nivel de inventarios
Control mínimo
Control adecuado utilizando inventario de seguridad

Fuente: elaboración propia.

- Nivel de movimiento

El nivel de movimiento varía respecto el tipo de producto que se utiliza en las distintas actividades de la empresa: instalación de equipo de bombeo residencial, equipo de piscina, equipo de jacuzzi, equipo para jacuzzi y equipo sumergible. Esto ayudará a la empresa a determinar qué productos cuentan con una mayor rotación de inventario, así como los de baja rotación y los no vendidos u obsoletos.

- Descripción

La descripción es de vital importancia para reconocer de inmediato los productos y para tener un mejor control dentro de los inventarios y la ubicación dentro de los estantes donde serán almacenados.

- Código

El código es necesario para ingresar al sistema cada producto para saber las cantidades exactas dentro del sistema al momento de hacer inventarios.

- Máximo y mínimo de unidades

Control de unidades en cuanto a cantidad máxima y mínima de cada tipo de producto con la que se cuente en la empresa.

3.3.2. Control del historial de los camiones de transporte

EL control en cuanto al transporte es tener los registros de todas las actividades que realiza para deducir costos y si es rentable contratar o tener medio de transporte para realizar mantenimientos preventivos, correctivos, instalación de equipo de bombeo residencial, instalación de equipo de piscina, instalación de equipo para jacuzzi, instalación de equipo para fuentes e instalación de equipo de bombeo sumergible.

3.3.3. Programación de actividades para la implementación

La programación de actividades es de vital importancia porque se calendarizan específicamente las actividades que se realizarán para

implementar mejoras dentro de la empresa para reducir costos y maximizar utilidades.

Como primer paso se enumeran las actividades principales:

- Implementar pronósticos
- Implementar sistema de inventarios
- Distribución de accesorios
- Creación de base de Excel para los accesorios, materiales y equipos
- Creación de registros
- Realizar inventarios ABC periódicamente
- Creación de etiquetas según clasificación

3.3.4. Creación de registros y nomenclatura

En la creación de registros se debe tomar en cuenta todo lo referente a tener un control adecuado para que esta información sea correcta al momento de requerirla y realizar estudios previos a todas las actividades de la empresa a nivel de ventas e inventarios.

Estos registros deben ser tomados y guardados en periodos de 6 meses a un año respectivamente guardados con su respectivo identificador.

3.3.5. Manejo de registro y nomenclaturas

El manejo de registros se basa en el tipo de actividad para realizar la clasificación correspondiente.

Los registros deben redactarse de manera que:

- Se ordenen de forma sencilla y sean de fácil acceso y comprensión.
- Se actualicen en forma permanente.
- Se redacten con un lenguaje accesible, claro y preciso; estén disponibles para todos los que participan en el proceso productivo.
- Las planillas contengan suficiente espacio para anotar los datos.

3.4. Análisis de la demanda

Tiene como objetivo principal medir las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado, con respecto a un bien o servicio y como este puede participar para lograr la satisfacción de dicha demanda.

3.4.1. Técnicas estadísticas

Las técnicas estadísticas utilizadas serán las que más se apeguen a los datos recopilados ya que el objetivo es predecir las ventas de Hidrocasa de los productos existentes.

A continuación, se aplicará el pronóstico promedio móvil ponderado el cual es óptimo para el tipo de datos recopilados; Hidrocasa cuenta con patrones de demanda aleatorios o nivelados sin elementos estacionales o de tendencia.

Este pronóstico pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos mediante un enfoque en periodos de demanda reciente, dicho enfoque es superior al del promedio móvil simple.

En la tabla LIX se observan las fórmulas utilizadas para desarrollar el pronóstico promedio móvil ponderado.

Tabla LIX. **Fórmulas del pronóstico promedio móvil ponderado**

Descripción	Fórmulas
Modelo de promedio móvil ponderado	$\hat{X}_t = \sum_{i=1}^n C_i * X_{t-1}$
Promedio de ventas en unidades en el periodo t	\hat{X}_t
Factor de ponderación	C_i
Sumatoria de datos	Σ
Ventas reales en unidades de los periodos anteriores a t	X_{t-1}
Número de datos	n

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LX se aprecian las unidades vendidas de los meses de enero de 2015 a diciembre 2016, cuyos datos fueron proporcionados por la empresa Hidrocasa.

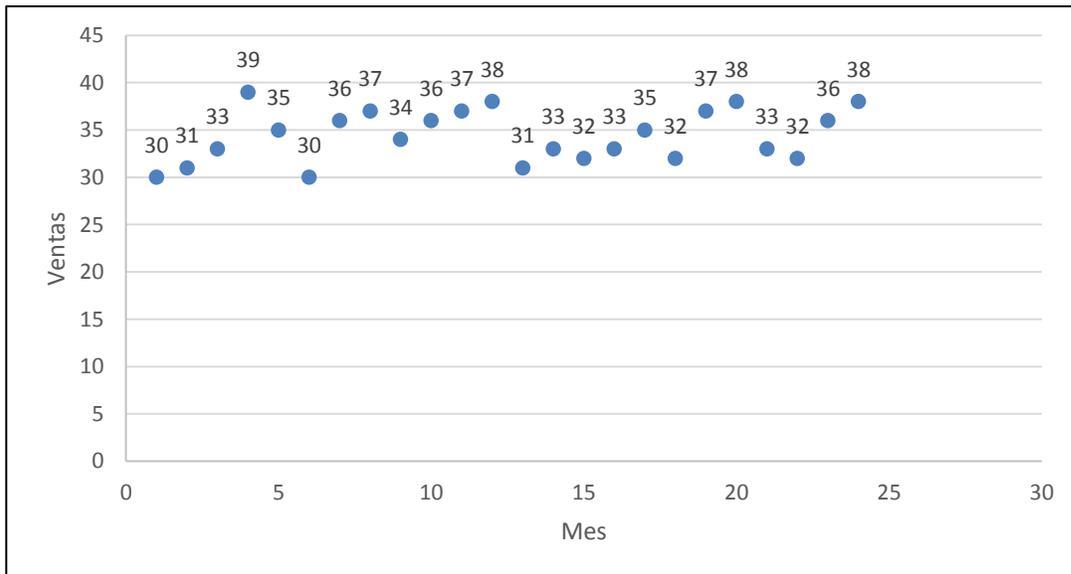
Tabla LX. **Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo de bombeo residencial**

	Ventas 2015 (unidades)	Ventas 2016 (unidades)
Período	1	2
Enero	30	31
Febrero	31	33
Marzo	33	32
Abril	39	33
Mayo	35	35
Junio	30	32
Julio	36	37
Agosto	37	38
Septiembre	34	33
Octubre	36	32
Noviembre	37	36
Diciembre	38	38

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LX se construye la figura 33: gráfico de ventas de enero 2015 a diciembre 2016. La gráfica muestra que Hidrocasa cuenta con patrones de demanda aleatorios o nivelados sin elementos estacionales o de tendencia.

Figura 33. **Gráfico de datos de ventas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo de bombeo residencial**



Fuente: elaboración propia.

Aplicación del pronóstico promedio móvil ponderado tomando datos de ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo de bombeo residencial.

No existe una regla general que diga qué ponderación elegir. La experiencia y el análisis de la demanda suelen ser decisivos para determinar la importancia en la ponderación.

Sin embargo, se suele considerar que en el cálculo de pronósticos es más importante la demanda reciente, pues ante la ausencia de datos, es el indicador más fiel para el próximo periodo.

Pero esto depende del tiempo. Un ejemplo de promedio móvil ponderado es una empresa que sabe que en verano la demanda aumenta y, por ende, es un periodo en el que se debe asignar un mayor peso ponderado en el pronóstico.

La tabla LXI presenta los factores ponderados escogidos para realizar el cálculo.

Tabla LXI. **Factores de promedio móvil ponderado**

Factores	
m ¹	0,5
m ²	0,8
m ³	1,2
m ⁴	1,5
Σ	4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LXII muestra las proyecciones de venta para los años 2017 y 2018.

Tabla LXII. **Proyecciones para años 2017 y 2018**

Año 2017	Proyección	Error	 Error
Ene	36	-2	2
Feb	35	1	3
Mar	36	1	4
Abr	37	1	5
Año 2018	Proyección	Error	 Error
Ene	37	-4	4
Feb	36	-4	8
Mar	35	1	9
Abr	35	3	12

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LXIII se observan las unidades vendidas de los meses de enero de 2015 a diciembre 2016, cuyos datos fueron proporcionados por la empresa Hidrocasa.

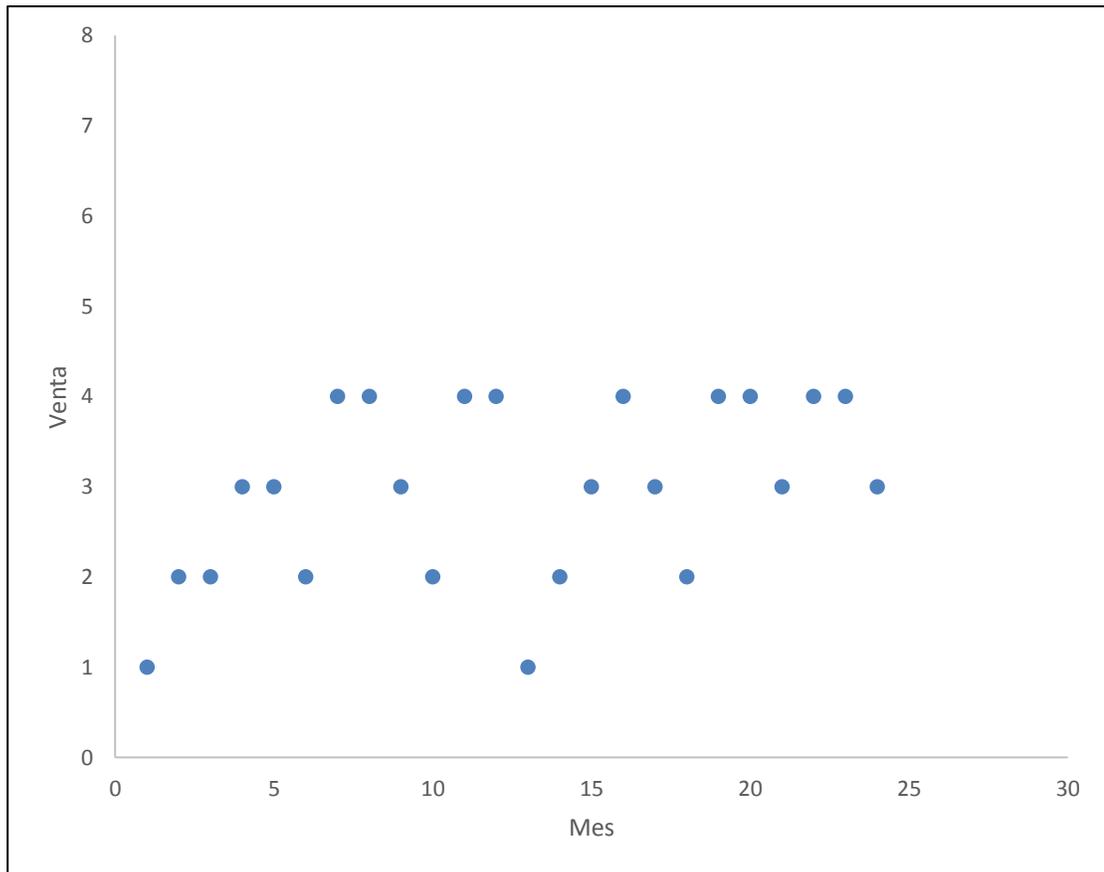
Tabla LXIII. **Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo para piscina**

	Ventas 2015 (unidades)	Ventas 2016 (unidades)
Periodo	1	2
Enero	1	1
Febrero	2	2
Marzo	2	3
Abril	3	4
Mayo	3	3
Junio	2	2
Julio	4	4
Agosto	4	4
Septiembre	3	3
Octubre	2	4
Noviembre	4	4
Diciembre	4	3

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LXIII se construye la figura 34: gráfico de ventas de enero 2015 a diciembre 2016. La gráfica muestra que Hidrocasa cuenta con patrones de demanda aleatorios o nivelados sin elementos estacionales o de tendencia.

Figura 34. **Gráfico de datos de ventas de enero de 2015 a diciembre 2016 de equipo para piscina**



Fuente: elaboración propia.

Aplicación del pronóstico promedio móvil ponderado tomando datos de ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo para piscina. Se utilizarán los mismos factores ponderados para el cálculo de pronósticos. La tabla LXIV muestra los factores a ser utilizados.

Tabla LXIV. **Factores de promedio móvil ponderado**

Factores	
m^1	0,5
m^2	0,8
m^3	1,2
m^4	1,5
Σ	4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LXV se presentan las proyecciones de venta para los años 2017 y 2018.

Tabla LXV. **Proyecciones para años 2017 y 2018**

Año 2017	Proyección	Error	Error
Ene	4	-1	1
Feb	4	-2	3
Mar	3	1	4
Abr	4	0	4
Año 2018	Proyección	Error	Error
Ene	4	-1	1
Feb	4	0	1
Mar	4	0	1
Abr	4	-1	2

Fuente: elaboración propia..

En la tabla LXVI se aprecian las unidades vendidas de los meses de enero de 2015 a diciembre 2016, cuyos datos fueron proporcionados por la empresa Hidrocasa.

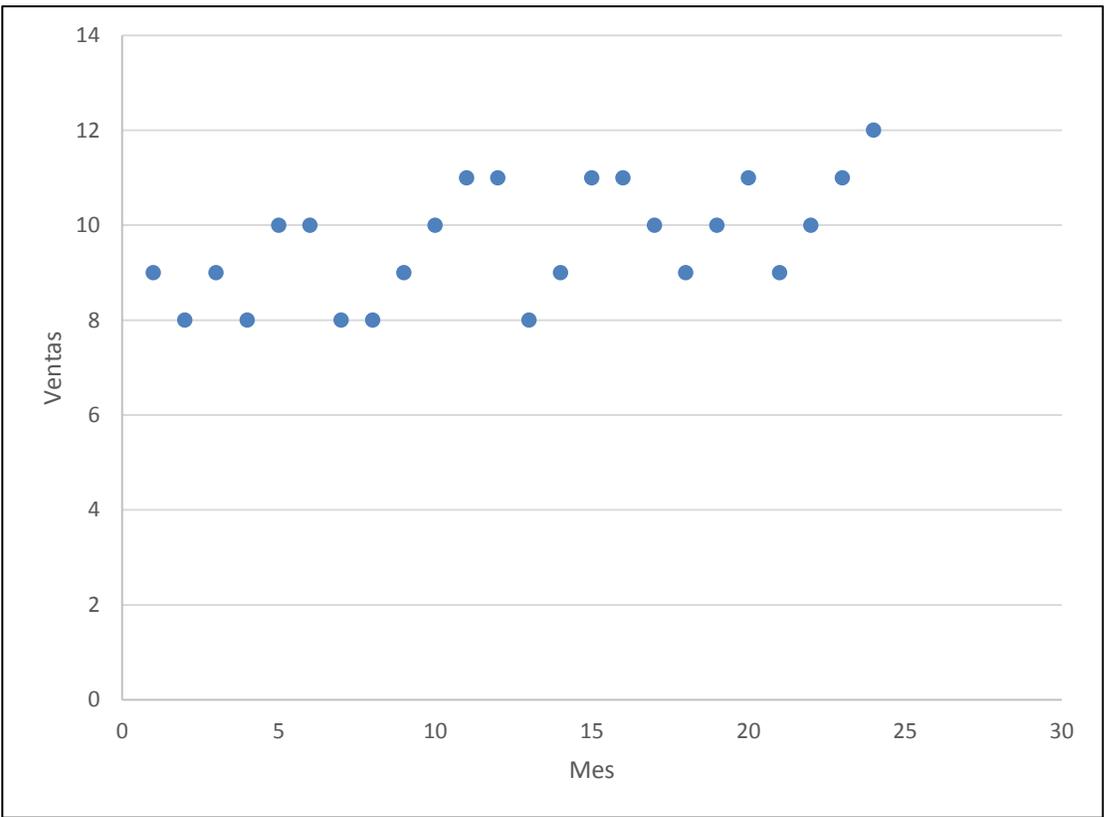
Tabla LXVI. **Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo para jacuzzi**

	Ventas 2015 (unidades)	Ventas 2016 (unidades)
Período	1	2
Enero	9	8
Febrero	8	9
Marzo	9	11
Abril	8	11
Mayo	10	10
Junio	10	9
Julio	8	10
Agosto	8	11
Septiembre	9	9
Octubre	10	10
Noviembre	11	11
Diciembre	11	12

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LXVI se construye la figura 35: gráfico de ventas de enero 2015 a diciembre 2016. La gráfica muestra que Hidrocasa cuenta con patrones de demanda aleatorios o nivelados sin elementos estacionales o de tendencia.

Figura 35. **Gráfico de datos de ventas de enero de 2015 a diciembre 2017 de equipo para jacuzzi**



Fuente: elaboración propia.

Aplicación del pronóstico promedio móvil ponderado tomando datos de ventas registradas de enero de 2015 a diciembre 2016 de equipo para jacuzzi. Se utilizarán los mismos factores ponderados para el cálculo de pronósticos. La tabla LXVII muestra los factores a ser utilizados.

Tabla LXVII. **Factores de promedio móvil ponderado**

Factores	
m^1	0,5
m^2	0,8
m^3	1,2
m^4	1,5
Σ	4

Fuente: elaboración propia.

La tabla LXVIII presenta las proyecciones de venta para los años 2017 y 2018.

Tabla LXVIII. **Proyecciones para años 2017 y 2018**

Año 2017	Proyección	Error	Error
Ene	9	0	0
Feb	9	1	1
Mar	10	1	2
Abr	10	1	3
Año 2018	Proyección	Error	Error
Ene	11	-2	2
Feb	10	0	2
Mar	10	1	3
Abr	11	1	4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LXIV se observan las unidades vendidas de los meses de enero de 2015 a diciembre 2016, cuyos datos fueron proporcionados por la empresa Hidrocasa.

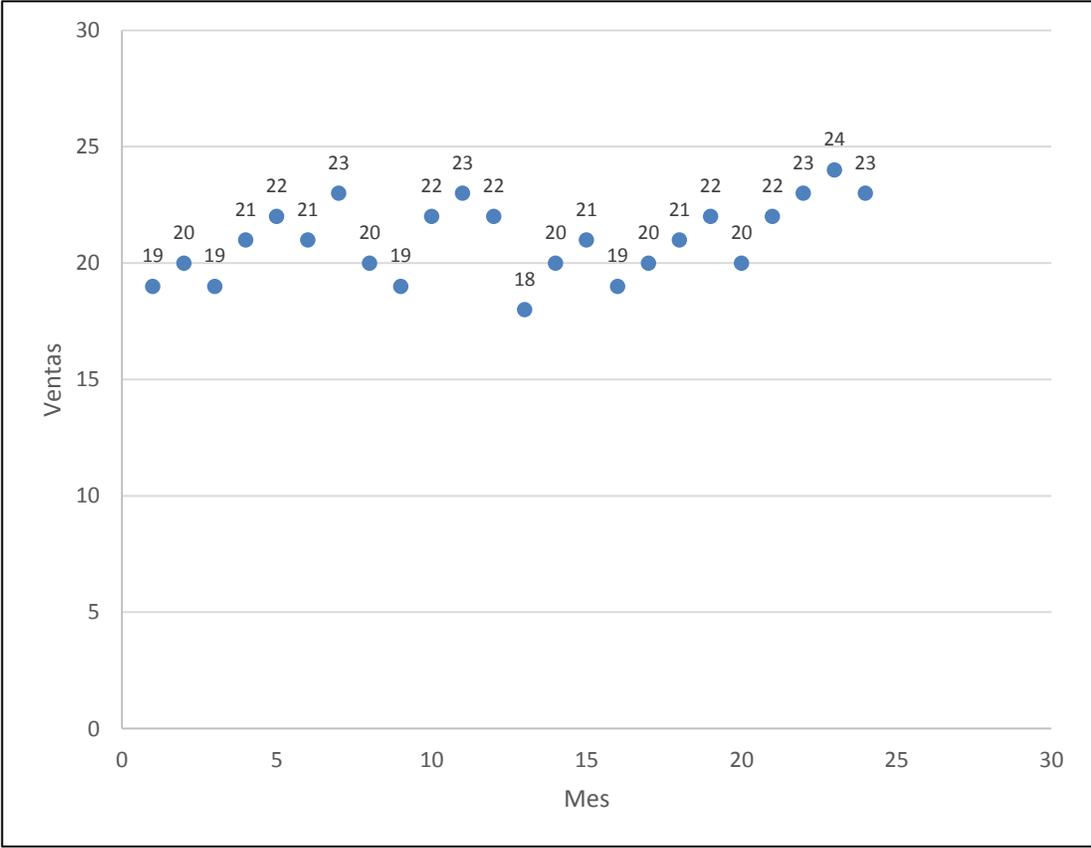
Tabla LXIX. **Ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 del equipo para fuentes**

	Ventas 2015 (unidades)	Ventas 2016 (unidades)
Período	1	2
Enero	19	18
Febrero	20	20
Marzo	19	21
Abril	21	19
Mayo	22	20
Junio	21	21
Julio	23	22
Agosto	20	20
Septiembre	19	22
Octubre	22	23
Noviembre	23	24
Diciembre	22	23

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LXIX se construye la figura 36: gráfico de ventas de enero 2015 a diciembre 2016. La gráfica muestra que Hidrocasa cuenta con patrones de demanda aleatorios o nivelados sin elementos estacionales o de tendencia.

Figura 36. **Gráfico de datos de ventasde enero de 2015 a diciembre de 2016 de equipo para fuentes**



Fuente: elaboración propia.

Aplicación del pronóstico promedio móvil ponderado empleandodatos de ventas registradas de enero de 2015 a diciembre 2016 equipo para fuentes. Se utilizarán los mismos factores ponderados para el cálculo de pronósticos. La tabla LXX muestra los factores a ser utilizados.

Tabla LXX. **Factores de promedio móvil ponderado**

Factores	
m^1	0,5
m^2	0,8
m^3	1,2
m^4	1,5
Σ	4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LXXI presenta las proyecciones de venta para los años 2017 y 2018.

Tabla LXXI. **Proyecciones para los años 2017 y 2018**

Año 2017	Proyección	Error	 Error
Ene	22	-3	3
Feb	21	1	4
Mar	21	2	6
Abr	22	0	6
Año 2018	Proyección	Error	 Error
Ene	21	1	1
Feb	22	1	2
Mar	22	2	4
Abr	23	0	4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LXXII se aprecian las unidades vendidas de los meses de enero de 2015 a diciembre 2016, cuyos datos fueron proporcionados por la empresa Hidrocasa.

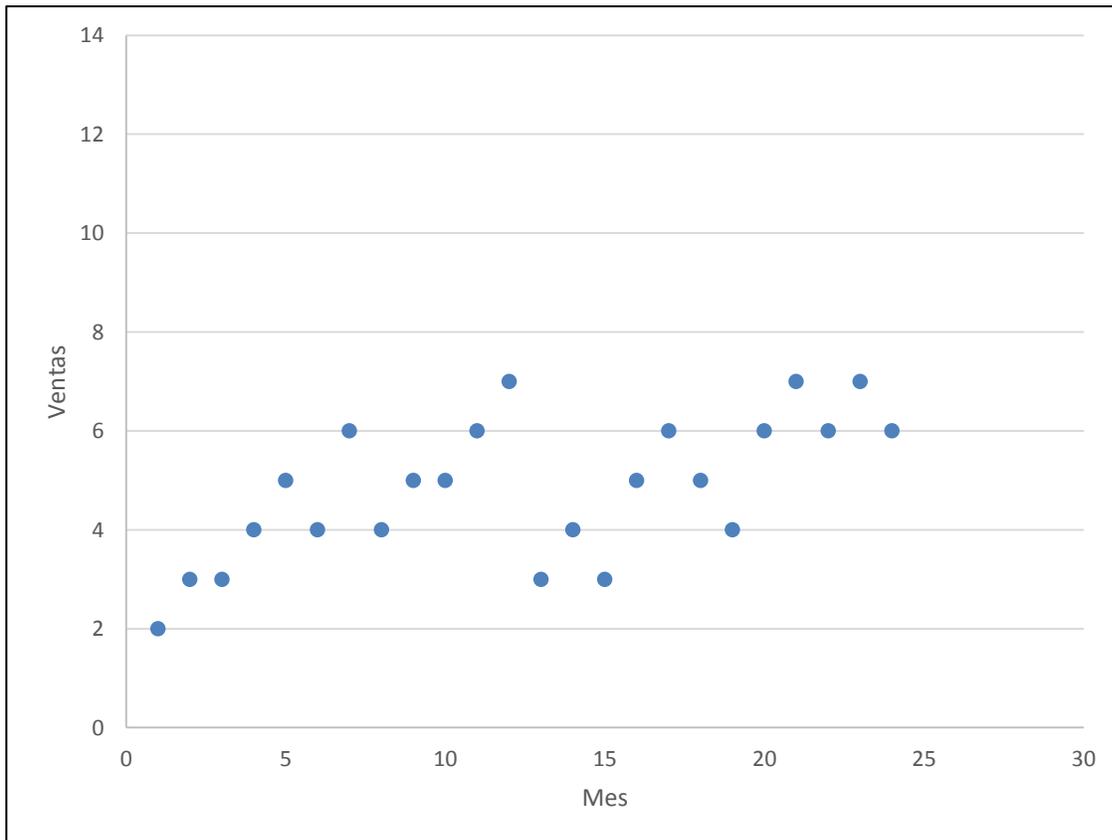
Tabla LXXII. **Ventas registradas de enero 2016 a diciembre 2017 del equipo sumergible**

	Ventas 2015 (unidades)	Ventas 2016 (unidades)
Período	1	2
Enero	2	3
Febrero	3	4
Marzo	3	3
Abril	4	5
Mayo	5	6
Junio	4	5
Julio	6	4
Agosto	4	6
Septiembre	5	7
Octubre	5	6
Noviembre	6	7
Diciembre	7	6

Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LXXII se construye la figura 37: gráfico de ventas de enero 2015 a diciembre 2016. La gráfica muestra que Hidrocasa cuenta con patrones de demanda aleatorios o nivelados sin elementos estacionales o de tendencia.

Figura 37. **Gráfico de datos de ventas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo sumergible**



Fuente: elaboración propia.

Aplicación del pronóstico promedio móvil ponderado tomando datos de las ventas registradas de enero 2015 a diciembre 2016 de equipo sumergible. Se utilizarán los mismos factores ponderados para el cálculo de pronósticos. La tabla LXXIII presenta los factores a ser utilizados.

Tabla LXXIII. **Factores de promedio móvil ponderado**

Factores	
m ¹	0,5
m ²	0,8
m ³	1,2
m ⁴	1,5
Σ	4

Fuente: elaboración propia.

En la tabla LXXIV se muestran las proyecciones de venta para los años 2017 y 2018.

Tabla LXXIV. **Proyecciones para año 2017 y 2018**

Año 2017	Proyección	Error	Error
Ene	5	0	0
Feb	5	0	0
Mar	5	1	1
Abr	6	1	2
Año 2018	Proyección	Error	Error
Ene	6	1	1
Feb	6	0	1
Mar	7	0	1
Abr	7	-1	2

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Coste de accesorios

El coste de accesorios se basa mediante un costo actual del mercado y la competencia tomando en cuenta el IVA a pagar para obtener una utilidad. Gerencia analizará el costo total de cada accesorio y pondrá un valor total de precio de venta basado en las utilidades que este desee obtener.

En los accesorios se tomará el tipo de cliente ya que se clasificarán en cliente tipo A, B y C, respectivamente, y a estos aplicándoles su % de

descuento para los cliente tipo A se aplicará un descuento del 15 %; para el cliente tipo B se aplicará un descuento del 10 % y para el cliente tipo C un descuento del 5 %.

3.5. Pronóstico de ventas global de la empresa Hidrocasa

Hidrocasa para elaborar sus planes de mercadeo y su planeación requiere la elaboración inicial de un pronóstico de ventas, el cual le permitirá proyectar las posibles ventas futuras basándose en datos históricos de la misma empresa, con el fin de planear, administrar y controlar los presupuestos.

3.5.1. Familia de curvas

Las familias de curvas son útiles para pronósticos a largo plazo los sucesos importantes, es utilizada para interpretar situaciones reales, es necesario realizar una selección adecuada de las variables que construirán las ecuaciones de la familia de curvas.

Según sea la dispersión de los datos en el plano cartesiano, puede darse alguna de las siguientes relaciones: lineal, logarítmica, exponencial y cuadrática. Las ecuaciones de cada relación se presentan en la tabla LXXV.

Tabla LXXV. **Ecuaciones de familias de curvas**

Curva	Ecuación
Lineal	$Y = A + BX$
Logarítmica	$Y = A * X^B$
Exponencial	$Y = Ae(Bx)$
Potencial	$Y = A * X^B$

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.1. Lineal

El objetivo del análisis de regresión lineal como método causal es pronosticar la demanda a partir de una o más causas (variables independientes), las cuales pueden ser por ejemplo el tiempo, los precios del producto o servicio, los precios de la competencia, la economía del país, las acciones del gobierno o los fomentos publicitarios.

Al construir la curva lineal hay que tomar en consideración lo siguiente:

- Pueden calcularse series de tiempo y relaciones causales. En el primer caso, se ubica la demanda histórica del bien o servicio para que cambie en función del tiempo. El segundo caso es cuando la variable que pronostica cambia en función de otra (variable causal).
- Lineal significa que los datos del periodo anterior y la proyección para el periodo futuro que se obtendrá caen sobre una recta.
- Si se habla de una sola variable independiente, es una regresión lineal simple, contrario a si son dos o más variables independientes, donde se hablaría de regresión lineal múltiple.

Para construir la ecuación lo primero es estimar los parámetros. Se puede lograr con el método de mínimos cuadrados, que permite encontrar la recta que mejor se ajusta a un conjunto de datos dados. En este caso, este conjunto está dado por las ventas trimestrales (variable dependiente). La variable independiente es el tiempo. Para determinar a y b se utilizarán las siguientes ecuaciones:

Figura 38. Ecuaciones para determinar variables independientes a y b

The diagram consists of two parts. The top part shows the equation $a = \bar{y} - b \bar{x}$. The variable a is circled and labeled 'Secante Y' with a downward arrow. \bar{y} is circled and labeled 'Promedio de las y' with an upward arrow. b is circled and labeled 'Pendiente de la recta' with a downward arrow. \bar{x} is circled and labeled 'Promedio de todas las x' with an upward arrow. The bottom part shows the formula for b : $b = \frac{\sum xy - n \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x^2 - n \bar{x}^2}$. The variable b is circled. The variable n in the numerator is circled and labeled 'Número de punto de datos' with an upward arrow.

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.2. Logarítmica

Este modelo de regresión es una alternativa cuando el modelo lineal no logra un coeficiente de determinación apropiado, o cuando el fenómeno en estudio tiene un comportamiento que puede considerarse logarítmico. La forma más simple de tratar de establecer la tendencia es a través de un diagrama de dispersión o nube de puntos.

La ecuación que define el modelo es la siguiente:

$$Y = A * X^B$$

Donde:

- Y: variable dependiente, *i*ésima observación
- A, B: parámetros de la ecuación, que generalmente son desconocidos
- E: error asociado al modelo
- X: valor de la *i*ésima observación de la variable independiente

Al sustituir los parámetros por estimadores, el modelo adopta la siguiente forma:

$$Y = a * X^B$$

La ecuación se transforma aplicando logaritmos de ambos lados, con lo cual se convierte a una forma lineal.

$$\ln y = \ln a + b * \ln * X$$

Para el ajuste de un conjunto de datos al modelo se construye la tabla de datos del apéndice 7.

En la figura 39 se muestran los estimadores de la ecuación para a y b.

Figura 39. Estimadores de la ecuación a y b

$$b = \frac{\sum \ln x * \ln y - \frac{\sum \ln x * \sum \ln y}{n}}{\sum (\ln x)^2 - \frac{(\sum \ln x)^2}{n}}$$

$$\ln a = \frac{\sum \ln y - b * \sum \ln x}{n}$$

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.3. Exponencial

Una curva exponencial es común en productos con un crecimiento explosivo. La tendencia exponencial sugiere que las ventas seguirán aumentando, una suposición que quizá no sea seguro hacer. La ecuación exponencial se define por la siguiente ecuación

Exponencial $Y = A * e^{(Bx)}$

La regresión exponencial es un método que permite encontrar la ecuación de la función exponencial que mejor se ajuste a un grupo de datos y de esta manera estimar valores futuros de su variable dependiente (Y).

- Características
 - Los datos deben tener un patrón de crecimiento exponencial, además, la ecuación que rige este tipo de curva es $Y = A * e^{(Bx)}$; donde X es el valor de la variable independiente y Y el de la

variable dependiente; e es el número de Euler (2,7182), aproximadamente; a es la pendiente y b es el punto donde corta la recta el eje vertical.

- Para valorar una empresa o negocio se puede fijar la atención en cómo serán sus futuros resultados, si bien es cierto que el futuro no siempre es igual que el pasado, analizar los ingresos del pasado reciente ayudará a darse una idea de lo que puede ocurrir en el corto plazo.

Para calcular (a) y (b) se convierte una curva exponencial a una recta por medio de logaritmos, como sigue:

- Se empieza con la función exponencial

$$Y = A * e^{BX}$$

- Aplicar logaritmo a ambos lados

$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(A * e^{BX})$$

- Las propiedades de logaritmos se definen

$$\text{Log}(Y) * \text{Log}(Y) = \text{Log}(A) + X\text{Log}(e)$$

Esto expresa Log (Y) como una función lineal de x, con:

- Pendiente =m= Log (e)
- Intersección =b= Log (A)

Por lo tanto, si se calcula la recta de mejor ajuste usando $\log (y)$ como una función de X , entonces la pendiente y la intersección en Y serían dados.

3.5.1.4. Potencial

Teniendo datos históricos observados sobre la demanda, oferta o la variable que se quiera proyectar, se puede graficar la nube de puntos y observar su distribución, así como apreciar si los puntos se aproximan a alguna función; en el caso de la función potencial, se puede recurrir a la siguiente relación:

$$Y = A * X^B$$

Para linealizar esta función se aplican logaritmos a ambos miembros; mediante este procedimiento se obtiene una ecuación logarítmica lineal:

$$\log Y = \log A + B \log X$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$Y = \log Y \quad A = \log A \quad X = \log X$$

Una vez realizada la sustitución, los resultados se escriben en la forma lineal:

$$Y = A + B (X)$$

3.5.2. Histórico de ventas

Hidrocasa para elaborar sus planes de mercadeo y su planeación requiere la elaboración inicial de un pronóstico global de ventas, el cual permitirá proyectar las posibles ventas futuras basándose en datos históricos de la misma empresa, con el fin de planear, administrar y controlar los presupuestos.

En la tabla LXXVII se pueden observar los datos históricos globales de la empresa Hidrocasa.

Tabla LXXVI. **Histórico de ventas de enero 2015 a diciembre 2016**

Mes	Ventas (2015) unidades	Ventas (2016) unidades
Enero	52	53
Febrero	56	59
Marzo	57	59
Abril	67	61
Mayo	65	64
Junio	57	60
Julio	69	67
Agosto	65	68
Septiembre	61	65
Octubre	65	65
Noviembre	70	71
Diciembre	71	70

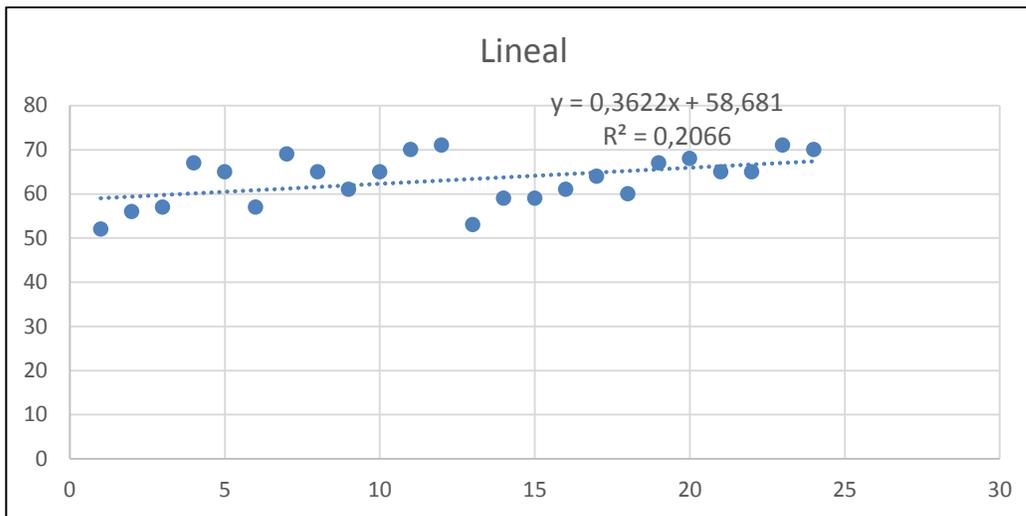
Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Gráfica de resultado

Para empezar con el análisis se inserta un gráfico de dispersión con la variable dependiente en el eje Y (ventas en unidades) y la variable Independiente en el eje X (año), con el fin de calcular a qué familia de curva se adapta mejor y cual tiene el coeficiente de determinación más cercano a 1.

Con datos de la tabla LXXVII se construye la figura 40: un gráfico de dispersión lineal. Excel calcula la línea de tendencia encontrando la ecuación y el coeficiente de determinación, valor (R2).

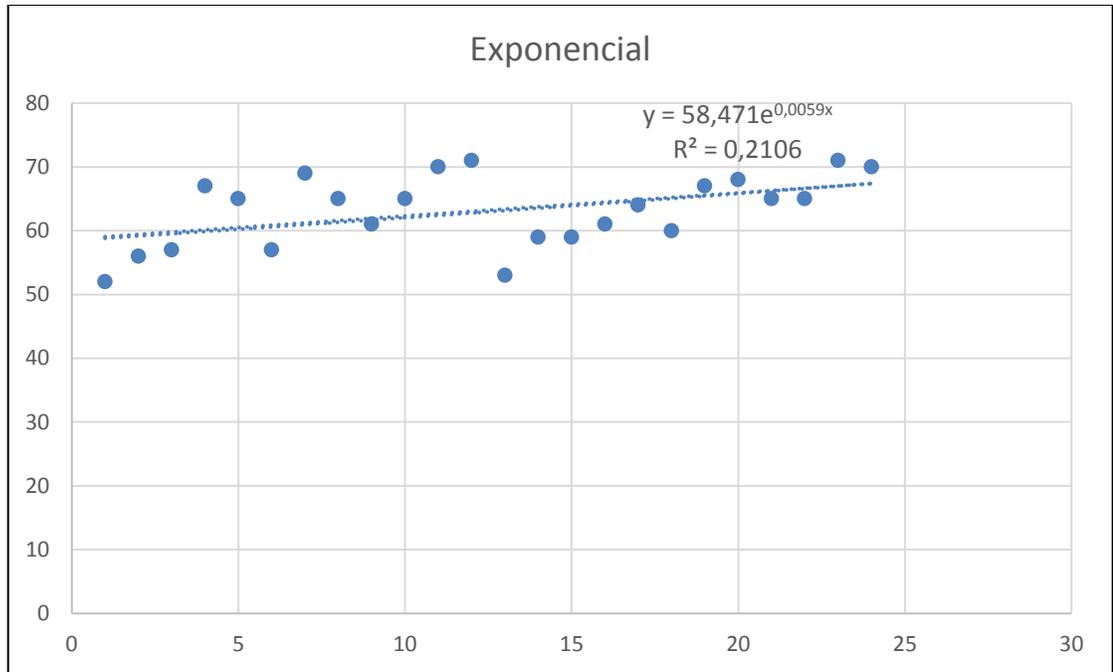
Figura 40. **Familia de curva lineal**



Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LXXVII se elabora la figura 41: un gráfico de dispersión exponencial. Excel calcula la línea de tendencia encontrando la ecuación y el coeficiente de determinación, valor (R2).

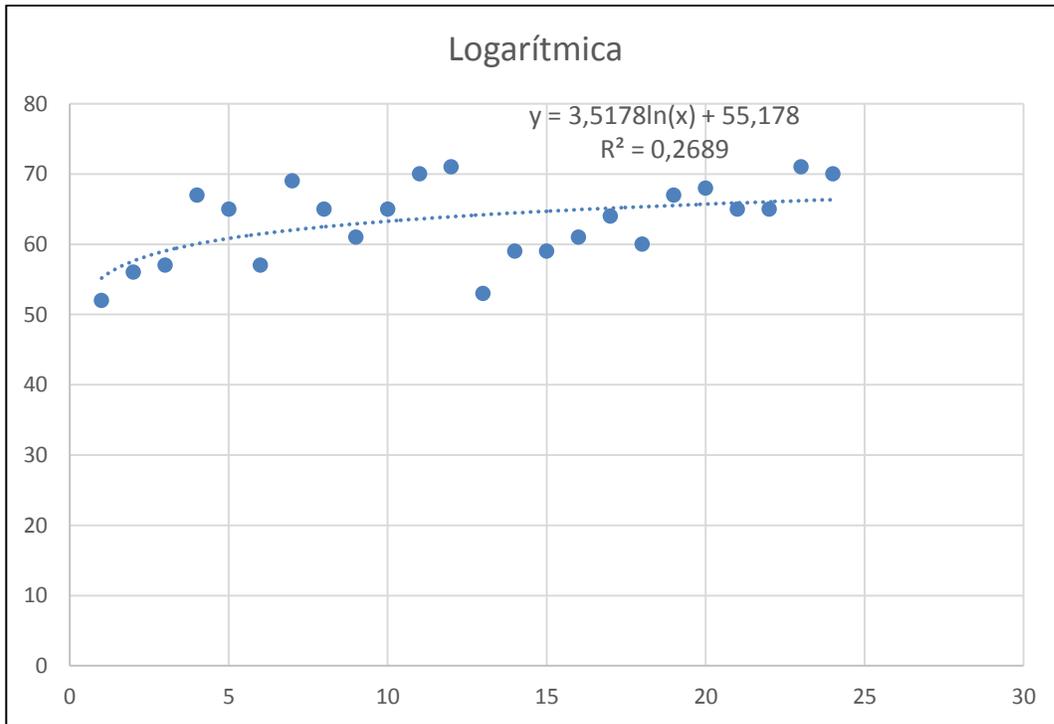
Figura 41. Familia de curva exponencial



Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LXXVII se elabora la figura 42: un gráfico de dispersión logarítmica. Excel calcula la línea de tendencia encontrando la ecuación y el coeficiente de determinación, valor (R2)

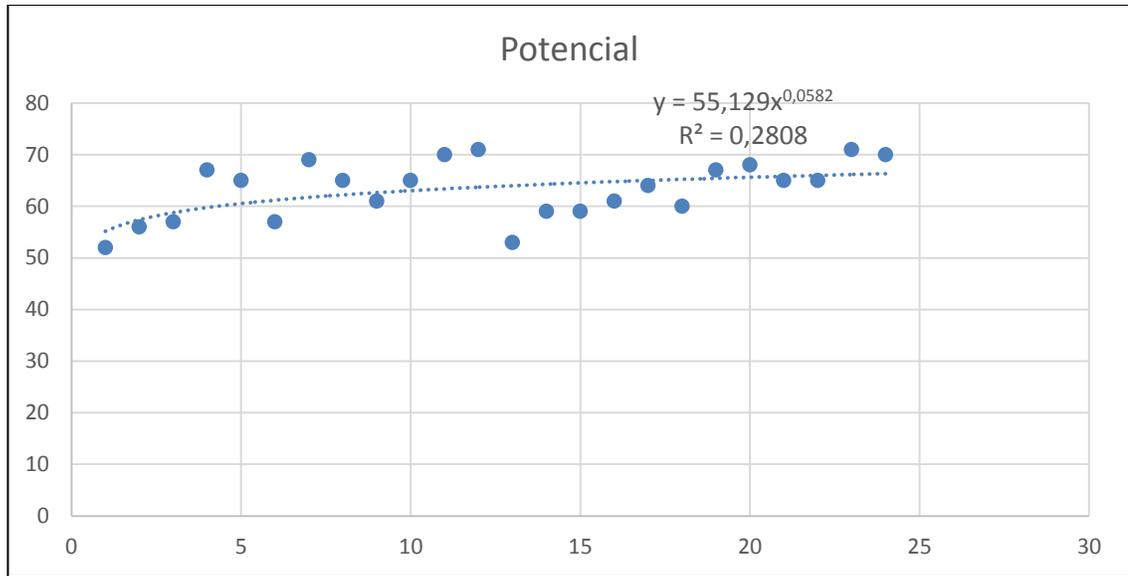
Figura 42. Familia de curva logarítmica



Fuente: elaboración propia.

Con datos de la tabla LXXVII se elabora la figura 43: un gráfico de dispersión potencial. Excel calcula la línea de tendencia encontrando la ecuación y el coeficiente de determinación, valor (R2).

Figura 43. Familia de curva potencial



Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Análisis de resultados

En la tabla se muestra el coeficiente de determinación de cada una de las familias de curva:

Tabla LXXVII. Coeficiente de determinación (R2)

Familia de curva	Ecuación
Lineal	0,2066 menor
Logarítmica	0,2689
Exponencial	0,2106
Potencial	0,2808 mayor

Fuente: elaboración propia.

Obsérvese que el coeficiente de determinación de la familia de curva potencial es de $R^2 = 0,2808$, lo cual da un parámetro de comparación para saber que regresión representa mejor los datos y, por ende, que pronóstico resulta más apropiado aplicar; en conclusión, la línea potencial es más apropiada para este caso debido que es la que más se aproxima a 1.

3.5.5. Pronóstico del primer trimestre de 2017 y 2018

Para realizar el pronóstico del primer trimestre de 2017 y 2018 se utilizará la ecuación potencial la cual se define a continuación:

$$Y = 55,129X^{0,0582}$$

La tabla LXXIX presenta los pronósticos obtenidos para el primer trimestre 2017, se toman 25,26,27 y 28 como valores de X(tiempo) debido a que es la correlación de 1 a 24 meses de datos obtenidos del histórico de ventas.

Tabla LXXVIII. **Pronóstico del primer trimestre de 2017**

Pronóstico del primer trimestre de 2017		
Valor X	Mes	$Y = 55,129 X^{0,0582}$
25	Enero	66
26	Febrero	67
27	Marzo	67
28	Abril	67

Fuente: elaboración propia.

La tabla LXXX se aprecian los pronósticos obtenidos para el primer trimestre 2018, se toman 37, 38, 39 y 40 como valores de X (tiempo) debido a que es la correlación de 1 a 36 meses de datos obtenidos del histórico de ventas.

Tabla LXXIX. **Pronóstico del primer trimestre de 2018**

Pronostico del primer trimestre de 2018		
Valor X	Mes	$Y = 55,129 X^{0,0582}$
37	Enero	68
38	Febrero	68
39	Marzo	68
40	Abril	68

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Planificación

La planificación de Hidrocasa consistirá en cómo optimizar de una manera efectiva y eficaz los recursos; esta planificación se lleva a cabo a corto plazo y a mediano plazo, ya que la planificación a corto plazo o más bien la táctica es donde se realizan cambios o modificaciones de acuerdo a lo que se presenta en la propuesta.

4.1.1. Plan de implementación

- Objetivo del plan de trabajo

Establecer todos los procesos necesarios para completar la ejecución de pronósticos propuestos dentro de la empresa Hidrocasa dentro de los plazos acordados.

4.1.2. Normas generales

Las normas generales se referirán a las políticas de pedido de inventarios, las normas a considerar al momento de mantener un inventario óptimo. Los parámetros generales en los que se basaron las políticas son:

- Se deben mantener los niveles mínimos de inventario posibles, con un límite mínimo de *stock* de 1 unidad de cada producto para exhibición y demostración al cliente.

- Mantener el nivel de servicio lo más alto posible, en este caso del 50 %.
- *Lead time* inmediato. Entrega prácticamente inmediata del producto, con un tiempo de espera de 1 día. Se manejan proveedores locales que mantienen un alto nivel de inventario para cumplir con el nivel de servicio deseado.
- Se trabaja con un sistema de inventario de cantidad de pedido constante y tiempo de pedido variable.
- Los procesos de mantenimiento e inspección del inventario se realizan mediante el seguimiento de los procesos estándar de operación, definidos con los encargados de manejar el inventario en la empresa mediante el modelo de auditorías.
- Costos: el cálculo de los costos referentes a los inventarios se realizan mediante la deducción de los costos de cada artículo por la cantidad de los mismos.

4.1.3. Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución de la implementación de pronósticos de la demanda dentro de la empresa Hidrocasa será de 6 meses para realizar los cambios respectivos tanto en sistemas como físicos dentro de la bodega.

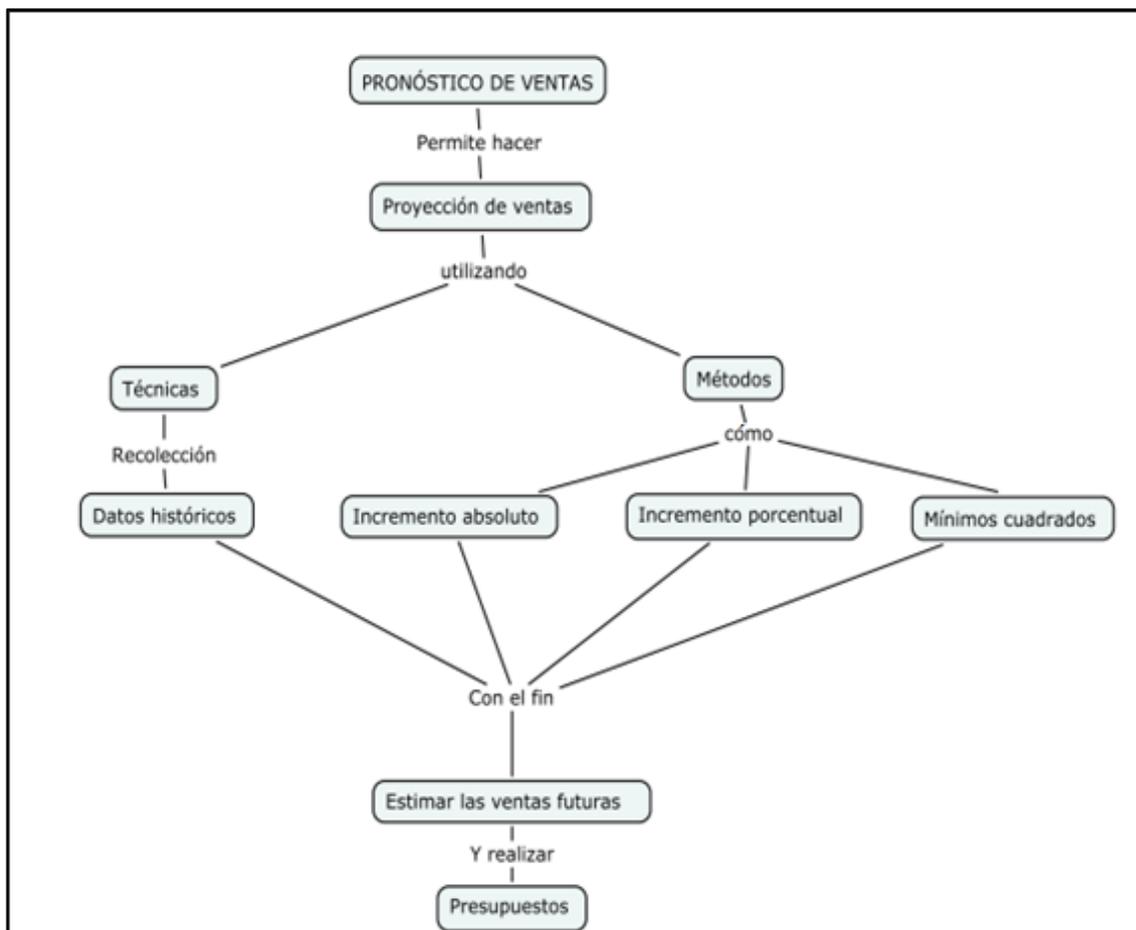
4.1.4. Plan de trabajo normal

El plan de trabajo normal para el desarrollo del proyecto constará de las siguientes fases:

- Creación de proyección de ventas
- Establecimiento de técnica a emplear
- Recopilación de datos históricos dentro de la empresa
- Estimación de ventas futuras
- Realización de presupuesto del desarrollo del proyecto

En la figura 44 se observa el diagrama del plan de trabajo normal.

Figura 44. **Plan de trabajo normal**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Programación

La programación del proyecto pretenderá establecer un calendario de ejecución del proyecto. Por tanto, una buena programación debe tener en cuenta tiempos, recursos y costes.

4.2.1. Metodología

La metodología de trabajo no solamente es importante para que se pueda organizar, trabajar mejor y seguir un ritmo de trabajo sin imprevistos; además, ayuda a entregar mejores resultados; los pasos utilizados para la realización del trabajo de graduación es el siguiente:

- Definir el trabajo: es definir en detalle las tareas, acotar los temas, los pasos y los resultados.
- Crear un cronograma de trabajo: crear un cronograma o calendario de trabajo no solamente es útil para definir y fijar qué se hará cada día y cuánto tiempo se destina a cada tarea hasta completar el proyecto; además, permitirá prever posibles retrasos y ajustar las fechas para que no haya problemas.
- Trabajar por etapas: cualquier proyecto, no importa cuál sea su tamaño, debería ser dividido en pequeñas etapas.

4.2.1.1. Calendarización de actividades

La duración depende del esfuerzo de la organización y la calidad del acompañamiento o asesoría brindada; por tal motivo, la gerencia está

comprometida y se ha desarrollado un cronograma de las tareas a grandes rasgos y determinar un tiempo prudencial para la implementación.

La figura 45 muestra el cronograma de actividades para la implementación del proyecto.

Figura 45. **Calendarización de actividades**

Planificador de proyectos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel Project.

4.3. Control

El control en los inventarios es una herramienta que ayuda en los problemas que afectan el almacenamiento del producto, ya que al no llevar dicho control se dan problemas por su falta o posibles robos de piezas.

Como parte de la mejora continua se propone el desarrollo de KPI los cuales evaluarán el desempeño del área de la bodega; además, de ser los controles adecuados para darle seguimiento a los problemas del área. Los KPI propuestos serán los siguientes:

- KPI de días de inventario: controlará la duración de los productos en el área de la bodega.
- KPI faltante de inventarios: controla la confiabilidad de los repuestos que se encuentran en el área de bodega.
- KPI de porcentaje de existencias no usables debido a daños: controla el rendimiento para el área de bodega debido a un mal manejo de los insumos de la bodega.
- KPI índice de productividad en la bodega: controla la capacidad de carga por persona dentro del área de bodega.

Los cuatro indicadores propuestos con anterioridad serán desarrollados como parte de la mejora continua los cuales se exponen en el capítulo 5 con más detalle.

4.3.1. Documentación técnica

Esta consiste en toda la información que explica cómo funciona un sistema al ser diseñado y con qué fin. Un documento de este tipo suele contener las características técnicas y la forma de operar del sistema; esta información sirve para darle a entender a las personas que trabajarán con este; la documentación para el control de inventarios será la siguiente:

- Verificación de existencias en el sistema de inventario

Todas las empresas deben llevar un control de sus inventarios, ya sea en libros o en algún sistema de cómputo que maneje los inventarios. Por lo tanto,

se debe llevar un control de las existencias de los productos en el sistema que maneja la empresa.

- Comparación del inventario físico con relación al inventario teórico

Cuando se tengan los resultados de la existencia del inventario físico y del inventario en el sistema; entonces, se procederá a realizar la comparación entre los datos obtenidos.

Se toma la tabla de existencia de productos en el sistema y se le agregan dos columnas más: primero, se agregará la columna de existencia física, en donde se colocarán los datos obtenidos del inventario físico que se realizará; después, se colocará la columna de diferencia, en donde se realizará la resta entre los resultados del inventario físico con los del sistema.

4.3.2. Formatos de control

Los formatos son muy importantes para llevar a cabo un buen manejo y control, ya que facilitan la interpretación de la información y sirven para tener un conocimiento de los materiales existentes solicitados; tener una mejor contabilidad del equipo en la realización de inventarios o una orden (formato) de compra a proveedores, también, informar al encargado de almacén por medio de un reporte de bajas el deterioro o pérdida de uno o más equipos.

Los formatos de control son los siguientes:

- Existencia de productos en el sistema, el cual se puede observar en el apéndice 2.

- Comparación de inventario de productos físicos versus sistema, el cual se puede observar en el apéndice 3.

4.3.2.1. Gráficos de control

Lo representan el diagrama que mostrará los valores producto de la medición de una característica en este caso, los repuestos despachados, ubicados en una serie cronológica. En este se establece una línea central o valor nominal, que suele ser el objetivo del proceso o el promedio histórico de cada repuesto, junto a uno o más límites de control, tanto superior (requerimientos máximos de repuesto) como inferior (requerimiento mínimo de repuesto), usados para determinar cuándo es necesario analizar una eventualidad.

La gráfica de control muestra el esquema desarrollado para cada artículo perteneciente al área de bodega de la empresa la cual deberá de ser alimentada por personal de la bodega (auxiliares de bodega).

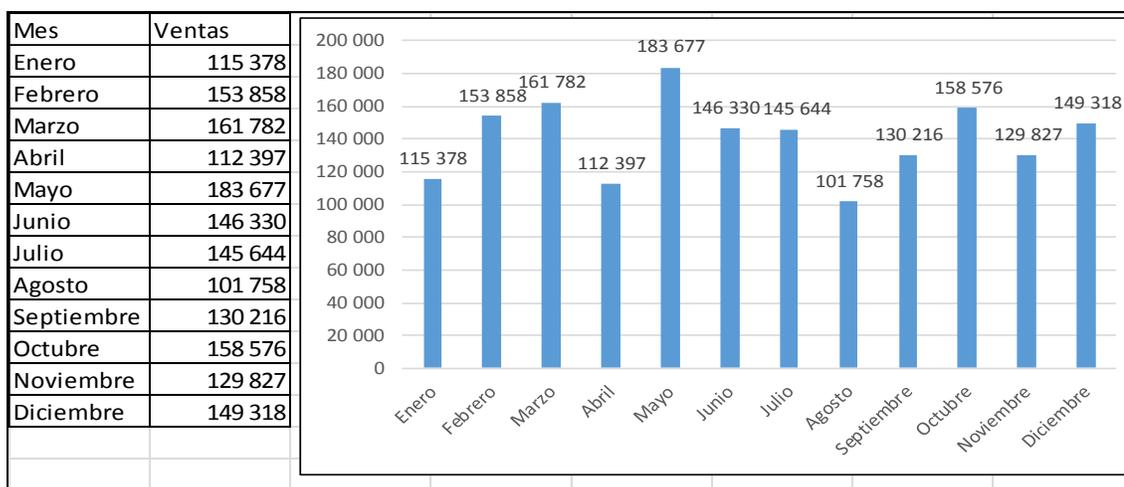
La gráfica de control propuesta para el manejo dentro de la empresa HidroCasa se puede observar en el apéndice 4.

4.3.2.2. Gráficos de ventas

El gráfico de ventas será el recordatorio visual de la empresa del progreso de ventas a la fecha en comparación con un objetivo de ventas definido previamente por parte del departamento de ventas. Los gráficos de venta tienen múltiples usos, al igual que múltiples maneras en las que puede darse formato a la información que se incluye. Un gráfico de ventas puede ser una ilustración pequeña e inocua en un documento de presentación de ventas más grande,

enorme para que la vea un salón completo de gente o montado en una pizarra borrrable durante un concurso del personal de ventas. Sin importar cómo se use, el gráfico de ventas es un panorama general de las ventas hechas durante un momento particular.

Figura 46. Gráficos de ventas



Fuente: elaboración propia con programa Microsoft Excel.

La figura 46 muestra la gráfica de ventas de enero a diciembre de la empresa Hidrocasa, a partir de que se establezca el proyecto.

4.3.3. Costos de plan

- Recurso a utilizar

Es importante tomar en cuenta el factor humano y los recursos materiales, ya que ayudarán para llevar a la realidad el sistema de control propuesto.

- Humano

Es necesario contar con una persona que supervise el control de ingreso, la ubicación y el egreso de producto de la bodega.

Se debe capacitar al personal que se encarga de realizar los movimientos de almacenaje para que el sistema sea lo más eficiente posible. Se debe priorizar a los auxiliares de bodega, dado que son las personas que realizan las actividades operativas; un error al colocar el producto en el lugar que no le corresponde o trasladar al área de carga producto que no está en las solicitudes de pedido pone en riesgo la operación de la bodega, debido a que se cometería un error que demoraría los tiempos de entrega.

- Materiales

Se utilizarán hojas para la impresión de los cuadros de control en donde el personal deberá dejar constancia de los movimientos de producto realizados en la bodega.

- Financiero

Son los recursos, propios y ajenos, de carácter económico y monetario que la empresa requiere para el desarrollo de sus actividades. Para el desarrollo del proyecto se evaluará de parte de contabilidad y gerencia su desarrollo el cual será pagado por la empresa Hidrocasa.

- Técnico de ingeniería

Sirve como herramienta e instrumento auxiliar en la coordinación del proyecto como formularios o adquisición de tecnología.

- Infraestructura

Uno de los principales requisitos para lograr y mantener buenos resultados es la disponibilidad de la infraestructura y el equipamiento adecuado y suficiente para cumplir con los objetivos planteados.

La inversión inicial del proyecto se presenta en la tabla LXXX y en la figura 47 se puede apreciar el cronograma de actividades de la fase final del proyecto.

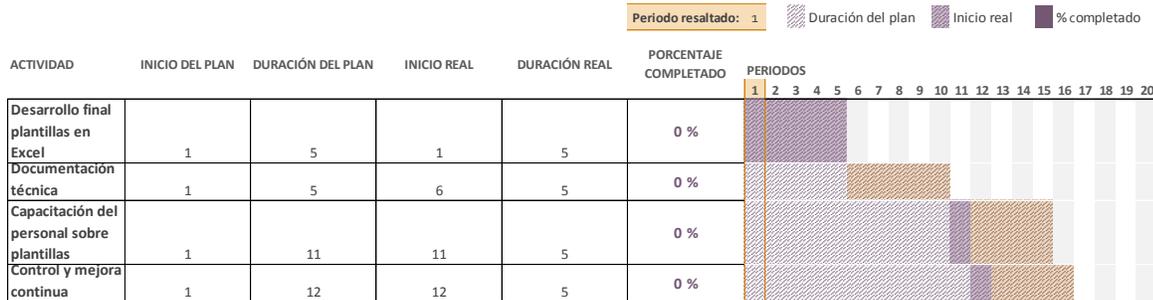
Tabla LXXX. **Inversión inicial del proyecto**

Propuesta	Costo
Mobiliario y equipo	
1 computadora	Q 3583,33
1 escritorio	Q 750,00
Papelería de oficina	Q 600,00
1 archivero	Q 520,83
Personal	
Administrador del proyecto	Q 3500,00
Preparación de capacitaciones	Q 3000,00
Proyecto	
Hojas de control	Q 4000,00
Total	Q 11854,16

Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Cronograma de actividades fase final del proyecto

Planificador de proyectos



Fuente: elaboración propia.

El desarrollo de las plantillas finales de Excel será la última revisión de parte de gerencia, dichas plantillas son las presentadas con anterioridad. La revisión tendrá una duración de 5 días.

La documentación técnica dependerá de la autorización de gerencia, una vez aprobadas las plantillas, se procederá a realizar dicha documentación. Realizar la documentación técnica no deberá ser mayor a 5 días.

La capacitación del personal será un punto importante para conseguir el éxito del proyecto, el tiempo de ejecución de la capacitación hacia el personal no deberá ser mayor a 11 días. Los temas se detallan en el capítulo 5.

Control y mejora: una vez implementado el proyecto se deberá empezar a llevar los indicadores propuestos y demás formatos de control propuestos en el capítulo 5, de seguimiento y control para la mejora continua. Dichos resultados no deberán ser mayor de 12 días para su evaluación y empezar a realizar puntos de mejora.

4.4. Indicadores de control

Los indicadores de eficiencia de almacén son medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión logística que permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y flujos de información entre las partes de la cadena logística. Es indispensable que toda empresa desarrolle habilidades alrededor del manejo de los indicadores de gestión de almacenamiento, con el fin de utilizar la información resultante de manera oportuna (tomar decisiones).

4.4.1. Tipos de indicadores

En el contexto de orientación hacia los procesos, un medidor o indicador puede ser de proceso o de resultados. En el primer caso, se pretende medir que está sucediendo con las actividades; en el segundo, se quiere medir las salidas del proceso.

También, se pueden clasificar los indicadores en indicadores de eficacia o de eficiencia. El indicador de eficacia mide el logro de los resultados propuestos; indica si se hicieron las cosas que se debían hacer, los aspectos correctos del proceso; los indicadores de eficacia se enfocan en el qué se debe hacer, por tal motivo, en el establecimiento de un indicador de eficacia es fundamental conocer y definir operacionalmente los requerimientos del cliente del proceso para comparar lo que entrega el proceso contra lo que él espera. De lo contrario, se puede estar logrando una gran eficiencia en aspectos no relevantes para el cliente.

Los indicadores de eficiencia miden el nivel de ejecución del proceso, se concentran en el cómo se hicieron las cosas y miden el rendimiento de los recursos utilizados por un proceso. Tienen que ver con la productividad.

Los indicadores propuestos para la empresa Hidrocasa son:

- Días de inventario
- Faltantes de inventario
- Porcentajes de existencias no usables debido a daños
- Índice de productividad en la bodega
- Rotación de inventario

4.4.2. Análisis de resultados de indicador

Los resultados de los indicadores involucrarán los procesos operativos y los administrativos de la organización.

Entre los diversos resultados obtenidos de los indicadores se tienen:

- Satisfacción del cliente

La satisfacción de los clientes aumentará con las entregas a tiempo, la eficiencia de los pedidos y que los lotes no presenten daños ni faltantes. Los indicadores planteados anteriormente son enfocados a buscar la satisfacción de los clientes.

- Monitoreo del proceso

La mejora continua solo es posible si se hace un seguimiento ya que áreas como la del almacén tienen áreas débiles, trabajar en estos puntos genera un valor en los procesos; también, estos puntos de mejora en el proceso podrán ser medidos con los indicadores.

- Gerencia del cambio

Un adecuado sistema de medición les permite a las personas conocer su aporte en las metas organizacionales y cuáles son los resultados que soportan la afirmación de que lo está realizando bien.

4.4.3. Interpretación y gráficas

La modalidad de presentación de los indicadores puede ser numérica o gráfica mediante diagramas, colores, símbolos, dibujos, etc. Utilizando el criterio de que las mejoras estén representadas por indicadores positivos o gráficas ascendentes y viceversa.

Los límites y las tolerancias de los indicadores pueden estar representados por máximos o mínimos del parámetro a conseguir, su valor nominal o la consecución sucesiva de valores en el tiempo. Para los indicadores propuestos se especifica su forma de representación.

- Días de inventario: en número que representa los días.
- Faltantes de inventario: en forma de porcentaje.
- Porcentajes de existencias no usables debido a daños: en forma de porcentaje.

- Índice de productividad en la bodega: en número que representa la cantidad de pedidos por hora despachados.

4.5. Capacitación y adiestramiento del personal técnico

La capacitación se refiere a los métodos usados para proporcionar al personal de una empresa las habilidades para realizar su trabajo. Esta abarca desde cursos sencillos sobre terminología hasta cursos complejos, que permiten entender el funcionamiento de un nuevo sistema; tales cursos pueden ser teóricos o prácticos o combinados.

El proceso de adiestramiento es un proceso educacional a corto plazo, mediante el cual las personas aprenden conocimientos, actitudes y habilidades en función de objetivos definidos. El adiestramiento es, en primer lugar, la educación profesional que adapta al individuo para un cargo o función dentro de una organización. Este implica la transmisión de conocimientos, sea información de los productos, de los servicios, de la organización, de la política organizacional.

En segundo término, implica el desarrollo de habilidades entendido este como un entrenamiento orientado a las tareas y operaciones que el personal ejecutará.

4.5.1. Tipo de capacitación

Los tipos de capacitación del personal son:

- La formación técnica: es aquella formación para el puesto de trabajo. Se divide en programas, talleres o formación en el puesto. Es la formación

que se necesita para el desempeño: desde aprender a dominar un programa informático, procesos internos, el funcionamiento de una máquina u otra formación requerida para el puesto.

- La formación conductual: es aquella formación necesaria para liderar equipos o también llamada formación en valores. Esta formación está destinada a mandos medios (jefes y gerentes) formación en valores corporativos, habilidades para la comunicación, pensamiento estratégico, inteligencia emocional, gestión del conocimiento, manejo de equipos, etc. Son temas más abstractos que aquellos que forman la capacitación técnica, pero que impactan mucho en la función. Para no crear brechas entre poblaciones de empresa, cada vez más empresas dictan formación en valores a todos los empleados sin importar el rango o el puesto que ocupen.

4.5.2. Tipo de adiestramiento

Los tipos de adiestramiento del personal son:

- Inducción: es la orientación general que se le da al empleado para adecuarlo al puesto, al grupo y a la institución. Este tipo de formación tiene por meta crear una actitud favorable del empleado y facilitar su proceso de integración.
- Adiestramiento a través de la experiencia: consiste en reunir un grupo de personas con base en tareas o áreas similares para intercambiar experiencias, métodos, recursos y otros. En tales espacios se debe establecer un flujo informativo con objetivos, expectativas, dinámicas, metodología, aspectos organizativos y código para el análisis. Este tipo

de formación podría ser muy útil, ya que de la experiencia de los individuos o grupos se enriquece el trabajo y se comparten vivencias muy significativas.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Plan de seguimiento y mejora continua

El programa de seguimiento que se pretende elaborar tiene por finalidad evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos en la propuesta, así como la detección de desviaciones y problemas que impidan la consecución de los objetivos propuestos. Este programa deberá permitir la oportuna aplicación de medidas y actuaciones tendentes a eliminar o disminuir las desviaciones detectadas en las diferentes actuaciones que se realizarán.

La metodología que se propone consiste en la identificación de una serie de indicadores que aporten la información necesaria para determinar el grado de cumplimiento de las diferentes actuaciones.

Una vez identificados los indicadores, se establecerá un sistema de seguimiento que permita controlarlos de una manera simple y casi inmediata. Para ello, se identificará perfectamente la metodología de control para cada uno de los distintos indicadores seleccionados. Para realizar el seguimiento se intentará que la mayoría de los indicadores se puedan cuantificar.

El seguimiento y la evaluación del plan será un proceso casi continuo en el que se irán introduciendo los datos relacionados con los indicadores medioambientales y se irán comparando los resultados obtenidos de la evaluación del plan con las metas establecidas para determinar de esta manera las desviaciones que se van produciendo.

5.1.1. Actividades de control

- Capacitaciones

Esta es la mejor forma de garantizar que se cumplirán con las funciones del puesto, y garantizar que se realizarán de una manera efectiva, cumpliendo con los estándares que se establecen dentro de la organización.

- Desarrollo de indicadores para el control y la evaluación de las estrategias.
- Análisis causa efecto
 - Análisis causa efecto

Pueden permitir mejor uso de datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones, por consiguiente, mejorar la calidad de los servicios y los procesos para lograr la satisfacción del cliente.

Es una representación gráfica en forma de espina de pescado que permite identificar las causas que afectan un determinado problema en una forma cualitativa. El diagrama de causa efecto también es conocido como diagrama espina de pescado.

Se utiliza para descubrir de manera sistemática la relación de causas y efectos que afectan a un determinado problema.

Adicionalmente, permite separar las causas en diferentes ramas o causas principales conocidas como las 5 M:

- Métodos
- Mano de obra
- Maquinaria
- Materiales
- Medio ambiente

Entre los beneficios que presenta esta técnica se puede mencionar que permite de una manera sistemática concentrarse en las causas que están afectando un problema y de una forma clara establecer las interrelaciones entre esas causas y el problema en estudio; así como, subdividir las causas principales en causas primarias, secundarias y terciarias.

Una vez obtenidos los datos de los indicadores de parte de la empresa Hidrocasa conjuntamente con el jefe del área deberá realizar un estudio de diagrama causa y efecto para la realización de mejoras y de esa manera ir mejorando continuamente los indicadores de desempeño propuestos.

En el apéndice 8 se muestra el formato de diagrama causa y efecto a implementarse para mejora continua.

- Auditorías

“Un examen completo y constructivo de la estructura organizativa de la empresa, institución o departamento gubernamental; o de cualquier otra entidad y de sus métodos de control, medios de operación y empleo que dé a sus recursos humanos y materiales.”¹²

¹² JIMENEZ, Yolanda. *Auditoría administrativa*. <http://www.gerencie.com/auditoria-administrativa.html>. Consulta: 25 de mayo de 2016.

Estas se clasifican según la perspectiva de quien evalúa: internas, para autorregular los procedimientos, normativas y corregir las fallas sin representar un costo alto para la institución; o externas, que regularmente se realizan por parte de instituciones subcontratadas o bien por unidades de gobierno que por lo regular, se enfocan en la fiscalización; por lo tanto no considera el recurso humano, con la relevancia que este tiene para el funcionamiento de cualquier área.

Las auditorías forman parte de las acciones de mejora; con este se logra el conocimiento del problema, de sus causas y del objetivo fijado (las causas serán detectadas por el análisis de causas/efecto anteriormente propuesto).

- Priorización de causas y no conformidades

Ahora se está en condiciones de elegir, de priorizar las actuaciones y de establecer el resto de elementos necesarios para conseguir el objetivo prefijado.

Para priorizar las acciones de mejora se seguirá la tabla LXXXII que se presenta a continuación; la tabla muestra la priorización de causas detectadas para la empresa Hidrocasá.

Tabla LXXXI. **Priorización de causas detectadas**

Núm.	Causas (acciones de mejora)	Dificultad	Plazo (semanas)	Impacto	Total priorización
1	Mejora de la definición de los procesos de ingreso y egreso de producto terminado a la bodega	4	4	4	12
2	Mejora de estanterías	2	3	2	7
3	Mejora de equipo	4	4	3	11

Fuente: elaboración propia.

La escala va desde 1, de menor priorización, hasta 5, mayor priorización.

- Seguimiento

Una vez elegidas por orden de prioridad, la gerencia procederá a construir el plan de mejoras incorporando también los elementos que permitirán realizar el seguimiento detallado del plan para garantizar su eficacia y eficiencia.

Estableciendo un tiempo prudencial así como recursos necesarios para resolver los problemas detectados.

En la tabla LXXXIII se muestra el resumen de actividades para el desarrollo de control.

Tabla LXXXII. **Actividades de control**

Actividad	Descripción
Capacitaciones	Se buscará impartir: curso de técnica de administración eficiente de bodega.
Desarrollo e implementación de KPI	Desarrollo de indicadores para el control y la evaluación de las estrategias planteadas.
Análisis causa y efecto	Pueden permitir el mejor uso de datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones y, por consiguiente, mejorar la calidad de los servicios y los procesos.
Desarrollo de auditorías	Evaluación por medio de auditorías internas y externas
Priorización de causas y no conformidades	Evaluación de las causas detectadas y de las no conformidades, valorar su impacto y determinar el tiempo de corrección.
Seguimiento	Evaluación de seguimiento para eliminar las causas e inconformidades.

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Diagrama de actividades

En la figura 49 se muestra el diagrama de actividades.

Figura 48. Actividades de control



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel Project.

5.2. Metodología 5S

- Clasificar (*seiri*)

Significa diferenciar entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son, procediendo a descartar estos últimos. Ello implica una clasificación de los elementos existentes en el lugar de trabajo entre necesarios e innecesarios. Para lo cual se establece un límite a los que son necesarios. Un método práctico para ello consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos treinta días. Poner en práctica el *seiri* implica otorgar poder a los empleados y obreros (*empowerment*) para que ellos determinen cuales son

aquellos elementos o componentes necesarios, siguiendo los postulados generales dictados por la dirección.

- Ordenar (*seiton*)

Implica disponer en forma ordenada todos los elementos esenciales que quedan luego de practicado el *seiri*, de manera que se tenga fácil acceso a estos. Significa también suministrar un lugar conveniente, seguro y ordenado a cada cosa y mantener cada cosa allí.

- Limpiar (*seiso*)

Significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas de lugar de trabajo. También, se le considera como una actividad fundamental a los efectos de verificar.

- Estandarización (*seiketsu*)

Significa mantener la limpieza de la persona por medio del uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes, cascos, caretas y zapatos de seguridad, así como mantener en entorno de trabajo saludable y limpio.

- Disciplina (*shitsuke*)

Implica autodisciplina. Las 5S pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en el trabajo diario. La esencia de las 5S es seguir lo que se ha acordado. En este punto entra el tema de que tan fácil resulta la implantación de las 5S en una organización. Implantarlo implica quebrar la tendencia a la acumulación de elementos innecesarios, al no realizar una

limpieza continua y a no mantener en su debido orden los elementos y componentes. También, implica cumplir con los principios de higiene y cuidados personales.

- Programa de orden y limpieza en las áreas de almacenamiento

Como objetivo principal se propone mantener el sitio de almacenamiento limpio, tanto dentro como fuera. La limpieza se debe realizar con periodicidad diaria, semanal, mensual o anual.

En la tabla LXXXIV se presentan las actividades del plan de limpieza de bodegay su frecuencia.

Tabla LXXXIII. **Actividades del plan de limpieza de bodega**

Propuesta de servicio	Período	Responsable
Actividades para la limpieza del área externa de bodega	Semanal	Personal de mantenimiento y bodega
Actividades para la limpieza interna de bodega	Diario/ semanal/ mensual	Personal de bodega
Acciones preventivas para el control de plagas	Diario	Personal de bodega
Propuesta para la ejecución y el control de fumigación en bodega	Mensual	Personal de mantenimiento interno o externo
Acciones recomendadas para el control de roedores	Mensual	Personal de mantenimiento y bodega

Fuente: elaboración propia.

- Programa de capacitaciones y adiestramiento

Capacitar es dar una preparación teórica al personal con el objeto de empoderar al personal para que cuente con los conocimientos adecuados para

cubrir el puesto con toda eficiencia. Por lo tanto, en este caso será necesario capacitar al personal de bodega sobre el procedimiento de uso de los nuevos formatos.

Si llega un trabajador nuevo al departamento, se deben incluir varias etapas en la capacitación. Se tiene que dar una inducción de lo que es la empresa, a qué se dedica y una presentación de los productos, incluyendo un recorrido por las instalaciones de la empresa. El curso de técnica de administración eficiente de bodega se presenta en la tabla LXXXIV.

Tabla LXXXIV. **Curso sobretécnica de administración eficiente de bodega**

Técnica de administración eficiente de bodega	
Objetivo	Al finalizar la capacitación los participantes están en condiciones de: emplear técnicas y herramientas diseñadas para la eficiente administración y control de inventario.
Número de horas	50 horas cronológicas (60 min.)
Temario/ plan de estudio	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo I/concepto básico de bodega e inventarios. • Módulo II/modelo de control de inventarios. • Módulo III/control de inventarios y aplicar técnicas para reducir pérdidas.
Metodología	El facilitador, utilizando medios didácticos digitalizados y de acuerdo con la modalidad formativa presencial, desarrolla el proceso de aprendizaje de los participantes en forma personalizada, exponiendo los contenidos del curso de manera interactiva, generando diálogos con los participantes, planteando ejemplos y casos de estudio, empleando fuentes de información que permitan desarrollar y potenciar el proceso de adquisición de las habilidades y conocimientos definidos para el curso y sus redes de contenidos, vinculados con la utilización de técnicas y herramientas modernas que posibiliten la eficiente administración y control de inventario en un contexto de seguridad personal y cuidado del medio ambiente. En la ejecución de las actividades prácticas, el facilitador entrega herramientas y técnicas efectivas para realizar operaciones logísticas y explica los procedimientos operativos y administrativos mediante demostraciones didácticas.

Continuación de la tabla LXXXIV.

	<p>Asesora y entrega orientaciones a los participantes para que realicen el análisis de casos de estudio de empresas con experiencias exitosas en el manejo logístico utilizando las guías de aprendizaje como material didáctico de apoyo, realizando sus experiencias desde una menor a una mayor complejidad. Al término de la unidad, los participantes estarán en condiciones de: emplear los fundamentos y la terminología aplicada en los procesos de administración de bodega; interactuar con el relator para dar respuesta a consultas efectuadas en el marco de la actividad de capacitación; efectuar experiencias prácticas utilizando técnicas y herramientas diseñadas para la eficiente administración y control de inventario; actuar de acuerdo con normas y procedimientos establecidos para el sector logístico; participar en juegos de roles asignados por el facilitador en guías de aprendizaje simulando problemáticas reales de empresas, entre otros.</p>
--	--

Fuente: elaboración propia.

La tabla LXXXV muestra la descripción de los módulos de capacitación.

Tabla LXXXV. **Descripción de los módulos de capacitación**

<p>Módulo I / concepto básico de bodega e inventarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar y explicar los conceptos básicos de bodegas e inventarios • Conceptos básicos de inventario • <i>Stock</i> • <i>Stock</i> de seguridad • SKU (<i>stock keeping unit</i>) • Punto de pedido • Rotación de inventarios • <i>Picking</i> y preparación de pedidos • Costo de inventario • PEPS (primero en entrar, primero en salir) • UEPS (último en entrar, primero en salir) • PMP (precio promedio ponderado) • Codificación de artículos
<p>Módulo II / modelo de control de inventarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo determinístico • Cálculo costo de inventario • Tamaño de lote económico • Modelo ABC
<p>Módulo III / control de inventarios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control de inventarios • Toma de inventarios

Fuente: elaboración propia.

5.3. Indicadores de la productividad

Para medir las mejoras se establece una serie de indicadores necesarios que se especifican a continuación:

- KPI de días de inventario
 - Objetivo general del indicador: controlar la duración de los productos en el área de la bodega.
 - Objetivo específico del indicador: controlar los días de inventario disponible de repuestos almacenados en el área de bodega.
 - Definición del indicador: proporcionar entre el inventario final y las ventas promedio del último periodo e indicar cuantas veces dura el inventario.
 - Fórmula del indicador:

$$DI = \frac{\text{Costo promedio del inventario}}{\text{Costo neto de la mercancía vendida en el período determinado}} * \text{días del período}$$

- Periodicidad del indicador: este indicador se calculará cada mes.
- Responsable del indicador: el responsable por el cálculo del indicador es el jefe del área de bodega.
- Fuente de la información: solicitar al departamento de contabilidad el valor total de las ventas y el inventario por mes.

- Impacto: si se cuentan con altos niveles en ese indicador mostrarán demasiados recursos empleados en inventarios que pueden no tener una materialización inmediata y que está corriendo con el riesgo de ser perdido o sufrir obsolescencia.
- KPIfaltantes de inventario
 - Objetivo general del indicador: controlar la confiabilidad de los repuestos que se encuentra en el área de bodega.
 - Objetivo específico del indicador: controlar y medir la exactitud en los inventarios en pos de mejorar la confiabilidad.
 - Definición del indicador: se determina midiendo el número de referencias que presentan descuadres con respecto al inventario del sistema versus cuando se realiza el inventario físico.
 - Fórmula del indicador:

$$Fdl = \frac{\text{Número de ITEMS disponibles en el período determinado}}{\text{Número total de ITEMS que deben estar disponibles}}$$

- Periodicidad del indicador: este indicador se calculará cada mes.
- Responsable del indicador: el responsable por el cálculo del indicador es el jefe del área de la bodega.
- Fuente de la información: solicitar al departamento de contabilidad la diferencia entre el inventario físico realizado y el inventario

teórico establecido en el sistema, y el valor total del inventario actual.

- Impacto: conocer el nivel de confiabilidad de la información de inventarios en el área de bodega con el fin de identificar los posibles desfases en los productos almacenados y tomar acciones correctivas con anticipación y que afectan la rentabilidad de las empresas.
- KPI de porcentajes de existencias no usables debido a daños
 - Objetivo general del indicador: controlar el nivel de rendimiento para el área de bodega.
 - Objetivo específico del indicador: medir la exactitud de las revisiones de las unidades almacenadas que se llevan a cabo en el área de bodega.
 - Definición del indicador: se define como el porcentaje de existencias contadas de un artículo que no pudo usarse debido a daños causados dentro de la bodega, se calcula teniendo el conteo físico de existencias no usables dividido el conteo físico total de existencias.
 - Fórmula del indicador:

$$PEnD = \frac{\text{Conteo físico de existencias no usables atribuidas a daños}}{\text{Conteo físico total de existencia usables}} * 100$$

- Periodicidad del indicador: este indicador se calculará cada mes.
 - Responsable del indicador: el responsable por el cálculo del indicador es el jefe del área de la bodega.
 - Fuente de la información: solicitar al departamento de contabilidad el inventario de existencias no usables atribuibles a daños y el valor total del inventario actual.
 - Impacto: conocer la cantidad de existencias no usables atribuibles a daños, pérdida de mercadería, costo de re empaques o cambios en las cajas por unidad.
- KPI de índice de productividad en la bodega
 - Objetivo general del indicador: controlar la capacidad de carga por persona dentro del área de bodega.
 - Objetivo específico del indicador: controlar la contribución de las unidades despachadas por persona en la bodega.
 - Definición del indicador: consistirá en conocer el número de unidades despachadas o cajas por cada empleado del total despachado.
 - Fórmula del indicador:

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{Output (salidas)}}{\text{Inputs (entradas)}}$$

- Periodicidad del indicador: este indicador se calculará cada mes.
- Responsable del indicador: el responsable por el cálculo del indicador es el jefe del área de bodega.
- Fuente de la información: consolidar la información de los pedidos despachados de los operarios de la bodega durante los periodos determinados y la totalidad de personas que intervinieron en la preparación de los pedidos.
- Impacto: sirve para comparar la participación en unidades de cada empleado, teniendo en cuenta la carga laboral así, poder comparar con otras bodegas afines.

5.4. Beneficios de la metodología

Al implementar esta mejora se mantendrá el inventario de productos en su nivel óptimo, por lo que no habrá excesos en el inventario, reduciendo de esta forma el costo de mantener el inventario.

Al programar vistas de limpieza, se mejorará el clima laboral en la bodega, ya que será un lugar más cómodo para trabajar.

Será más fácil localizar los productos dentro de la bodega, debido al nuevo orden y a la creación de un documento con la descripción, su código y el área dónde se encuentra en la bodega.

- Control de ubicación

Analizados el aprovechamiento de los espacios y de las áreas especiales del almacenamiento, se debe tener en cuenta:

- Pasillos: hasta donde sea posible deben ser rectos y conducir directamente a las salidas, deben existir el menor número de cruces posibles. Deben estar situados donde exista la mayor iluminación y visibilidad. Dejar un pasillo peatonal periférico de 70 a 100 cm entre los materiales almacenados y los muros de la bodega, lo que facilita realizar inspecciones, prevención de incendios y defensa del muro contra los derrumbes. Los pasillos interiores longitudinales y transversales deben tener dimensiones apropiadas al tipo de manipulación y al equipo a utilizar en esta maniobra. Los pasillos de circulación de marcados deben estar constantemente libres de obstáculos.
- Demarcación: pintar una franja de 10 cm con pintura amarilla en los pasillos, las zonas de almacenamiento y la ubicación de los equipos de control de incendios y primeros auxilios.

5.5. Origen del capital

Los ingresos en la empresa Hidrocasa provienen de las ventas de sus productos y los mantenimientos, por tal razón, el costo del proyecto será en su totalidad por la empresa.

5.6. Costo de implementación

El costo de implementación es la suma del costo de la fase de inversión inicial más el costo de la fase de mejora continua el cual se presenta en la tabla LXXXVI.

Tabla LXXXVI. **Inversión inicial del proyecto**

Propuesta	Costo
Fase de inversión inicial	
Mobiliario y equipo	
1 computadora	Q 3 583,33
1 escritorio	Q 750,00
Papelería de oficina	Q 600,00
1 archivero	Q 520,83
Personal	
Administrador del proyecto	Q 3 500,00
Preparación de capacitaciones	Q 3 000,00
Proyecto	
Hojas de control	Q 4 000,00
Fase de mejora continua	
Alquiler de equipo para capacitaciones	
Retroproyector	Q 300,00
Salón para capacitación	Q 500,00
Equipo de video	Q 200,00
Contratación de experto en tema de administración de bodega	Q 5 000,00
Materiales y papelería para capacitación	Q 1 000,00
Sub total	Q 22 954,16
Imprevistos 10 % del subtotal	Q 2 295,42
Total	Q 25 249,58

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se implementó un sistema de pronósticos de demanda por medio de la aplicación del pronóstico promedio móvil ponderado tomando datos de ventas registradas de enero de 2015 a diciembre de 2016 de cada equipo que la empresa Hidrocasa dispone en su bodega. Esto con el fin de obtener una mayor utilidad al contar con un adecuado abastecimiento de los equipos como de los repuestos al momento que se requiera un servicio de preventivo o correctivo.
2. Se utilizó el modelo de promedio móvil ponderado sobre el periodo de ventas de enero de 2015 a diciembre de 2016 para determinar la variabilidad de las proyecciones de las ventas y los pronósticos realizados.
3. Por medio de las políticas de la empresa Hidrocasa se establece el nivel de seguridad que será del 50 % máximo solicitado, el máximo de existencias requerido el último año.
4. Por el tipo de productos y el giro de la empresa, se definió para el control de los inventarios, emplear el sistema ABC, con el cual se clasificaron los productos por su participación en el costo total del inventario, para luego distribuirlos en la bodega de acuerdo a su rotación en inventario.

5. Se establecieron los responsables para lograr darle seguimiento a la propuesta de mejora continua: el gerente general y los jefes de área, en conjunto con los colaboradores, deben participar con dinamismo, entrega y responsabilidad en cada una de las tareas asignadas a cada puesto. Respetar las normas de la empresa, sobre todo, brindar siempre productos de calidad y mantener un control de nivel de inventario óptimo.

6. Se debe considerar que los problemas en el almacenaje existirán siempre, lo mismo que en cualquier otro aspecto de la empresa. No se trata únicamente de esto, se trata de detectar su repetición, su variedad, su continuidad y sobre todo la gravedad del conjunto. Este efecto empieza a convertirse en una bola de nieve de tal magnitud que las soluciones parciales empiezan a afectar fuertemente; se identificaron los factores que inciden negativamente en el proceso de almacenaje; a través del estudio de la situación actual se detectaron las frecuencias mayores de cada una de las causas; dichas causas sirvieron para definir los indicadores iniciales que se mencionan en el capítulo 5.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario darle mayor énfasis a las operaciones relacionadas con los inventarios, implementando un control computarizado o código de barras de (*kardex*) que permita llevar cuenta de cada uno de los artículos que ingresan y egresan del inventario con sus diferentes características y llevar a cabo el levantamiento del inventario físico por lo menos una vez al año.
2. Debe realizarse un levantamiento de inventario físico más frecuente, con el fin de comparar los inventarios físicos con las existencias en libros para determinar los faltantes y productos dañados o defectuosos.
3. Es de suma importancia continuar analizando la categorización de productos para mejorar los pronósticos de consumo y la administración de control de inventarios, de acuerdo al análisis de cambios en la demanda.
4. Buscar una plataforma tecnológica que permita llevar al día la gestión de la cadena de suministro; Microsoft Dynamics ERP es una apropiada alternativa.
5. Determinar la importancia de un KPI, es preferible priorizar aquellos que tienen un impacto en el corto plazo (objetivos cortoplacistas) y ofrecen la posibilidad de realizar cambios rápidos; frente a indicadores centrados en el rendimiento a largo plazo, por la dificultad que supone llevar a cabo cambios asociados.

6. Un KPI de forma aislada no servirá de nada. Ver la tendencia del último año, el crecimiento porcentual experimentado y el grado de cumplimiento del objetivo marcado ayudará también a entender el comportamiento del indicador. Del mismo modo que su segmentación también apoyará en la toma de decisiones. Además, se deberá implementar el ciclo de mejora de parte de gerencia en el sistema de KPI.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO SUÁREZ, José A. *Gestión de la cadena de suministro*. La Habana, Cuba: Laboratorio de Logística y Gestión de la producción, 2001. 185 p.
2. ALONSO BECERRA, Alicia. *Introducción a la Ingeniería. Materiales auxiliares compilados*. La Habana, Cuba: Felix Varela, 2001. 436 p.
3. BAILY, Peter; BURBIDGE, John L. *Aprovisionamiento, almacenaje y gestión de stocks*. Honduras: UNAH, Ediciones Deusto S.A., 1979. 531 p.
4. BALLAUD, Ronald H. *Logística empresarial*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, 1991. 560 p.
5. FALCONER, Peter; DRURY, Jolyon. *Almacenaje industrial*. Madrid, España: Ediciones Blunec, 1975. 512 p.
6. FERES, Sahidc. *Logística pura. Más allá de un proceso logístico*. Colombia: Sociedad colombiana de logística, 1998. 157 p.
7. GÓMEZ ACOSTA, Martha I.; ACEVEDO SUÁREZ, José A. *Gestión de inventarios*. La Habana, Cuba: CUJAE, 2001. 379 p.

8. _____. *La logística moderna y la competitividad empresarial*. La Habana, Cuba:ISPJAE, 2000. 288 p.
9. *Indicadores de la gestión logística*. [En línea]. <http://www.academia.edu/6180985/INDICADORES_DE_LA_GESTION_LOGISTICA_KPI_Los_indicadores_claves_del_desempe%C3%B1o_log%C3%ADstico_TABLA_DE CONTENIDO>. [Consulta: 25 de febrero de 2018].
10. MARTIN, Christopher. *Logística, aspectos estratégicos*. México: Limusa, 2002. 327 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Formato de encuesta realizada al personal de la empresa Hidrocasa**

PREGUNTAS REALIZADAS A PERSONAL DE LA EMPRESA HIDROCASA	
Instrucciones: En el siguiente grupo de preguntas encierre con un círculo la respuesta que considere correcta, así como responder de forma clara cuando se le es solicitado.	
1. Considera que Hidrocasa cuenta con el suficiente inventario en equipos y accesorios actualmente?	
	a. SI b. NO
2. Qué aspectos negativos considera el no contar con un inventario en stock de accesorios y equipos?	
3. Cuenta actualmente con un orden en bodega de accesorios y equipos?	
	a. SI b. NO
4. Hidrocasa cuenta con una base de datos en excel actualmente u otro programa que registra los accesorios y equipos?	
	a. SI b. NO
5. Hidrocasa realiza algún tipo de pronóstico para poder saber ventas futuras?	
	a. SI b. NO
6. Cree que el realizar pronósticos de demanda les ayudara a poder tener inventario de accesorios y equipos?	
	a. SI b. NO
7. Cuenta con el espacio suficiente para poder realizar una distribución de accesorios y de equipos?	
	a. SI b. NO
8. Cuando realizan mantenimientos preventivos o correctivos cuentan con los accesorios y equipos necesarios?	
	a. SI b. NO
La presente encuesta es anónima por lo tanto le rogamos que responda con objetividad, tu opinión nos será de gran ayuda para mejorar. Gracias por su colaboración.	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Existencia de productos en el sistema**

EXISTENCIA EN EL SISTEMA NÚM.00001			
FECHA _____			
ÁREA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA EN EL SISTEMA
Recibido por: (f) _____	Comprado por: (f) _____		Autorizado: (f) _____

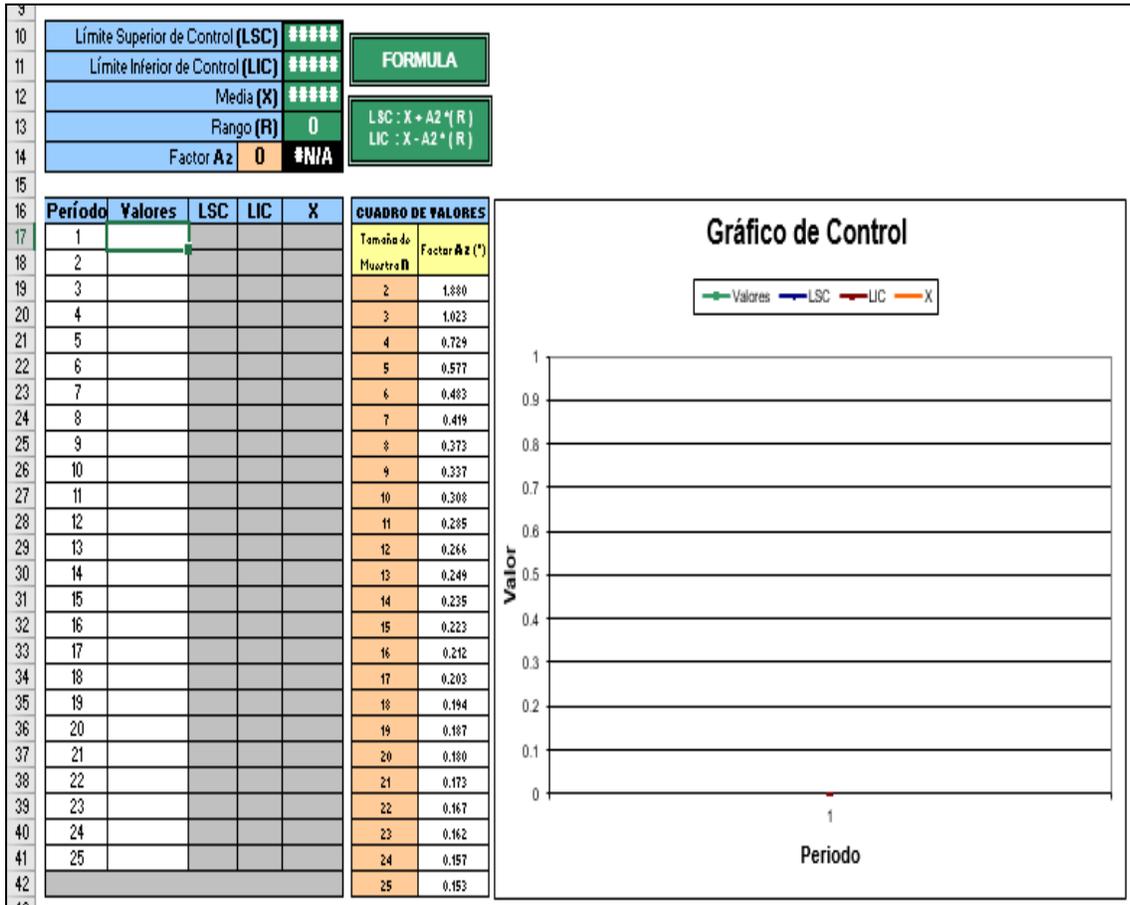
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Comparación de inventario de productos físicos versus sistema**

<p><i>Comparación del inventario físico vs sistema núm.00001</i></p> <p>FECHA _____</p>						
Área	Código		Descripción	Existencia en el sistema	Existencia física	Diferencia
<p>Recibido por: _____</p> <p>(f)</p>						
<p>Comprado por: _____</p> <p>(f)</p>						
<p>Autorizado: _____</p> <p>(f)</p>						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Gráfica de control de inventario



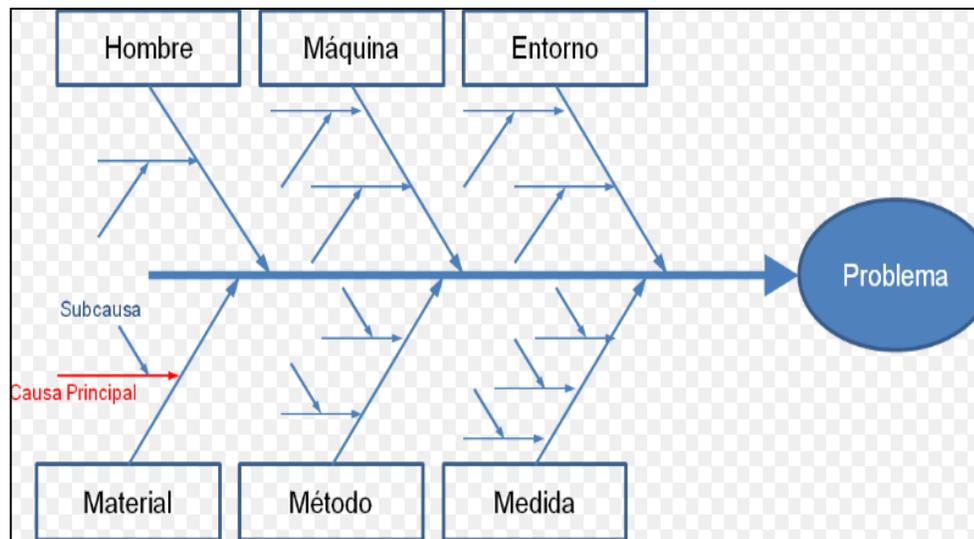
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 5. **Datos para la estimación de la ecuación**

X	Y	Ln x	Ln y	$(\ln x)^2$	$(\ln y)^2$	Ln X*ln y
..
		$\Sigma \ln x$	$\Sigma \ln y$	$\Sigma (\ln x)^2$	$\frac{\Sigma (\ln y)^2}{2}$	$\Sigma \ln x * \ln y$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Formato de diagrama causa-efecto**



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Intervalos sugeridos de relubricación para las distintas condiciones ambientales, de funcionamiento y temperatura

CONDICIONES AMBIENTALES		CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO		TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO SUGERIDA		INTERVALOS DE ENGRASE SUGERIDOS **		USAR ESTAS GRASAS
Impurezas	Humedad	Carga	Velocidad	Baja	Alta			
Limpio	Seco	Ligera a mediana	Despacio a mediana	0°F (-18°C) 120°F (49°C)	120°F (49°C) 200°F (93°C)	2 a 6 meses		Las grasas universales para cojinetes No. 1 o 2 NGLI de buena calidad generalmente son satisfactorias. Se recomienda consultar a un proveedor de lubricantes de confianza
Moderado a sucio	Seco	Ligera a mediana	Despacio a mediana	0°F (-18°C) 120°F (49°C)	120°F (49°C) 200°F (93°C)	1 a 4 semanas 1 a 7 días		
Muy sucio	Seco	Ligera a mediana	Despacio a mediana	0°F (-18°C)	200°F (93°C)	Lavar diariamente las impurezas		
	Alta humedad agua directa salpicadura	Ligera a pesada	Despacio a mediana	32°F (0°C)	200°F (93°C)	1 a 4 semanas engrasar al apagar la bomba	Grasa a base de litio u otro control de corrosión	
		Pesada a muy pesada	Despacio	0°F (-18°C) -20°F (-29°C)	200°F (93°C) 120°F (49°C)	1 a 8 semanas 1 a 8 semanas		Lubricante de alta viscosidad
		Ligera	Velocidad alta	100°F (38°C)	200°F (93°C)	1 a 8 semanas		Grasas de alta velocidad
	Posible helada	Ligera a pesada	Despacio a mediana	-65°F (-54°C)	+250°F (121°C)	1 a 4 semanas engrasar después de apagar la bomba		de amplia gama de temperatura (lubricantes de silicona-díester-
Limpio a moderado	Seco	Ligera a mediana	Despacio a mediana	80°F (27°C)	250°F (121°C)	1 a 8 semanas		Grasa de alta temperatura de buena calidad
Limpio a sucio	Seco	Ligera	Despacio	80°F (27°C)	300°F (149°C)	1 a 4 semanas		Grasas sintéticas

Fuente: Emesa. *Manual de operación y mantenimiento*. p. 35.

Anexo 2. Tolerancias y ajustes de los cojinetes (unidades SI)

Ubicación	Descripción	SA	SX	MA	MX, LA	LX, XLA	XLX	XXL
Radial (Interior)	DE del eje	1,9690 (50,013)	2,3628 (60,015)	2,1659 (55,015)	2,5597 (65,015)	2,9534 (75,015)	3,5440 (90,018)	3,9377 (100,018)
		1,9686 (50,002)	2,3623 (60,002)	2,1654 (55,002)	2,5592 (65,002)	2,9529 (75,002)	3,5434 (90,003)	3,9371 (100,002)
	Interferencia	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,003)	0,0001 (0,002)
		0,0010 (0,025)	0,0012 (0,030)	0,0012 (0,030)	0,0012 (0,030)	0,0012 (0,030)	0,0015 (0,038)	0,001 (0,038)
	DI del rodamiento	1,9680 (49,988)	2,3616 (59,985)	2,1647 (54,985)	2,5585 (64,985)	2,9522 (74,985)	3,5425 (89,980)	3,9362 (99,980)
		1,9685 (50,000)	2,3622 (60,000)	2,1653 (55,000)	2,5591 (65,000)	2,9528 (75,000)	3,5433 (90,000)	3,9370 (100,000)
	DI de la caja	3,5433 (90,000)	4,3307 (110,000)	3,9370 (100,000)	4,7244 (120,000)	5,1181 (130,000)	6,2992 (160,000)	7,0866 (180,000)
		3,5442 (90,022)	4,3316 (110,022)	3,9378 (100,022)	4,7253 (120,022)	5,1191 (130,025)	6,3002 (160,025)	7,0875 (180,023)
	Holgura	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)
		0,0015 (0,037)	0,0015 (0,037)	0,0015 (0,037)	1,0015 (0,037)	0,0017 (0,043)	0,0020 (0,050)	0,0012 (0,048)
	DE de rodamiento	3,5483 (90,000)	4,3307 (110,000)	3,9390 (100,000)	4,7244 (120,000)	5,1181 (130,000)	6,2992 (160,000)	7,0866 (180,000)
		3,5427 (89,985)	4,3301 (110,022)	3,9363 (99,985)	4,7238 (119,985)	5,1174 (129,982)	6,2982 (159,975)	7,0856 (179,975)
de empuje (Exterior)	DE del eje	1,9691 (50,013)	2,3628 (60,015)	2,1659 (55,015)	2,3628 (60,015)	2,5597 (65,015)	3,3472 (85,018)	3,544 (90,018)
		1,9686 (50,002)	2,3623 (60,002)	2,1654 (55,002)	2,3623 (60,002)	2,5592 (65,002)	3,3466 (85,003)	3,5434 (90,002)
	Interferencia	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,002)	0,0001 (0,003)	0,0001 (0,002)
		0,0010 (0,025)	0,0012 (0,030)	0,0012 (0,025)	0,0012 (0,030)	0,0012 (0,030)	0,0015 (0,038)	0,002 (0,038)
	DI del rodamiento	1,9680 (49,998)	2,3616 (59,985)	2,1647 (54,985)	2,3616 (59,985)	2,5585 (64,985)	3,3457 (84,980)	3,5425 (89,980)
		1,9685 (50,000)	2,3622 (60,000)	2,1653 (55,000)	2,3622 (60,000)	2,5591 (65,000)	3,3465 (85,000)	3,5433 (90,000)
	DI de la caja	4,3307 (110,0000)	5,1181 (130,000)	4,7244 (120,000)	5,1181 (130,000)	5,5118 (140,000)	7,0866 (180,000)	7,4802 (190,000)
		4,3315 (110,022)	5,1191 (130,025)	4,7253 (120,022)	5,1191 (130,025)	5,5128 (140,025)	7,0876 (180,025)	7,4814 (190,028)
	Holgura	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)
		0,0015 (0,037)	0,0017 (0,043)	0,0015 (0,037)	0,0017 (0,043)	0,0017 (0,043)	0,0020 (0,050)	0,0002 (0,0053)
	DE de rodamiento	4,3307 (110,000)	5,1181 (130,000)	4,7244 (120,000)	5,1181 (130,000)	5,5118 (140,000)	7,0866 (180,000)	7,4802 (190,000)
		4,3301 (109,985)	5,1174 (129,982)	4,7238 (119,985)	5,1174 (129,982)	5,5111 (139,982)	7,0856 (179,975)	7,4793 (189,975)

Fuente: Emesa. *Manual de operación y mantenimiento*. p. 37.