

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

DISEÑO, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO DE UNA POLÍTICA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA LA EMPRESA BALDOSINES ALFA S.A.

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

NANCY MARISOL DE LA CRUZ OLOVACHA
kmn_marisol@hotmail.com

DIRECTORA: PhD. SANDRA ELIZABETH GUTIÉRREZ POMBOSA
sandra.gutierrez@epn.edu.ec

Quito, Noviembre 2015



DECLARACIÓN

Yo, Nancy Marisol De La Cruz Olovacha, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Nancy Marisol De La Cruz Olovacha".

Nancy Marisol De La Cruz Olovacha

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Nancy Marisol De La Cruz Olovacha, bajo mi supervisión.



PhD. Sandra Elizabeth Gutiérrez Pombosa
DIRECTORA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por haberme permitido culminar mis estudios, porque sin el nada es posible.

A mis padres por tantos años de apoyo, sacrificio y dedicación para que se cumpla mi meta.

A mi directora, Sandra Gutiérrez por su valioso tiempo brindado, su paciencia y guía para la elaboración del presente proyecto de titulación; quién más que profesora ha sido amiga.

A la Escuela Politécnica Nacional, de manera especial a la Facultad de Ciencias por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y por ser mi hogar durante estos maravillosos años.

A los profesores que conforman mi comité asesor.

A la Ing. Marcela Guachamín por su asesoría ofrecida.

A los directivos de la Empresa Baldosines Alfa S.A. por la apertura brindada.

A mis amigas por todos los momentos compartidos que hicieron esta etapa una experiencia inolvidable.

A Kuri Yupanki por su apoyo incondicional para la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, por ser la fortaleza para alcanzar mí meta y por las bendiciones que me ha dado a lo largo de mi vida.

A mis padres, José y María por enseñarme a luchar hacia adelante, por su cariño, entrega, pero sobre todo por enseñarme a ser responsable y ejemplo permanente, gracias a ustedes he llegado a cumplir mi meta. Los amo.

A mi abuelita Rosario, que ha sido mi impulso, mi motivación, y mi inspiración para terminar este proyecto, y seguir cumpliendo mis sueños.

A Kuri, un hombre extraordinario que siempre me ha brindado su cariño y apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABLAS	V
LISTA DE ANEXOS	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA BALDOSINES ALFA S.A.	2
1.1.1. RESEÑA HISTÓRICA	2
1.1.2. CONCEPTOS ESTRATÉGICOS	4
1.1.2.1. Visión.....	4
1.1.2.2. Misión	4
1.1.2.3. Principios.....	4
1.1.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	4
1.1.4. BODEGAS Y SALAS DE VENTAS BALDOSINES ALFA S.A. EN EL ECUADOR.....	5
1.1.5. CENTROS DE DISTRIBUCIÓN BALDOSINES ALFA S.A. EN QUITO	6
1.1.6. FLUJOGRAMA DE PROCESOS PARA PEDIDO Y ENTREGA DE PRODUCTOS.....	7
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	8
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	10
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	10
1.5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO	12
CAPÍTULO 2.....	13
FUNDAMENTO TEÓRICO Y METODOLÓGICO.....	13
2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO	13
2.1.1. TEORÍA DE INVENTARIOS.....	13
2.1.1.1. Concepto de Administración de Inventarios	14
2.1.1.2. Modelo General de Inventario	14
2.1.1.2.1. Costos del inventario	14
2.1.1.3. Modelos de inventarios de acuerdo al tipo de demanda.....	15
2.1.1.4. Modelos Determinísticos de Inventario	16

2.1.1.4.1.	Modelos Estáticos de Cantidad Económica de Pedido (CEP, EOQ)	16
2.1.1.4.1.1.	Modelo CEP clásico	16
2.1.1.4.1.2.	Modelo CEP de varios artículos con limitación de almacenamiento	18
2.1.1.4.2.	Modelos Dinámicos de Cantidad Económica de Pedido (CEP, EOQ).....	19
2.1.1.4.2.1.	Modelo Wagner-Whitin	19
2.1.1.4.2.2.	Heurístico Silver-Meal.....	19
2.1.1.5.	Modelos Probabilísticos de Inventario.....	20
2.1.1.5.1.	Modelos de decisión única (Período único)	20
2.1.1.5.1.1.	Análisis Marginal.....	20
2.1.1.5.2.	Modelos de decisión única con demanda discreta	21
2.1.1.5.2.1.	Análisis Marginal para demanda discreta	22
2.1.1.5.3.	Modelos de decisión única con demanda continua.....	22
2.1.1.5.3.1.	Análisis Marginal para demanda continua.....	23
2.1.1.5.4.	Modelos de Revisión Continua	24
2.1.1.5.4.1.	Modelo CEP semi-probabilístico	24
2.1.1.5.4.2.	Modelo CEP probabilístico	24
2.1.1.5.5.	Modelo de Revisión Periódica.....	25
2.1.1.5.6.	Simulación.....	26
2.1.2.	<i>MODELOS DE INVENTARIOS CON DEMANDA DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD CONOCIDA</i>	
	26	
2.1.2.1.	Modelo de inventarios probabilísticos con demanda discreta.....	26
2.1.2.1.1.	Demanda con distribución Binomial	27
2.1.2.1.2.	Demanda con distribución Binomial Negativa	27
2.1.2.1.3.	Demanda con distribución Poisson.....	28
2.1.2.1.4.	Demanda con distribución Geométrica	28
2.1.2.2.	Modelos de inventarios probabilísticos con demanda continua.....	29
2.1.2.2.1.	Demanda con función de distribución Uniforme	29
2.1.2.2.2.	Demanda con función de distribución Normal	30
2.1.2.2.3.	Demanda con función de distribución Gamma.....	30
2.1.2.2.4.	Demanda con función de distribución Exponencial	31
2.1.2.2.5.	Demanda con función de distribución Weibull	31
2.1.3.	<i>INDICADORES DE RENTABILIDAD.....</i>	32
2.1.3.1.	Margen Bruto.....	32
2.1.3.2.	Margen Operacional	33
2.1.3.3.	Margen Neto (Rentabilidad Neta de Ventas)	33
2.1.3.4.	Rentabilidad Neta del Activo (ROA)	33
2.1.3.5.	Rentabilidad Financiera (ROE).....	33
2.1.3.6.	Rentabilidad Operacional del Patrimonio	34
2.2.	<i>METODOLOGÍA.....</i>	34
2.2.1.	<i>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE INVENTARIOS.....</i>	35
2.2.2.	<i>RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN REQUERIDA.....</i>	36

2.2.3.	<i>CÁLCULO DE COSTOS DE INVENTARIOS</i>	36
2.2.3.1.	Costo de compra (<i>C_c</i>).....	36
2.2.3.2.	Costo de colocación (<i>K</i>).....	37
2.2.3.3.	Costo de almacenamiento (<i>CA</i>).....	37
2.2.3.4.	Costo de faltante (<i>p</i>).....	38
2.2.4.	<i>PRODUCTOS DE MAYOR ROTACIÓN POR CLASIFICACIÓN ABC</i>	39
2.2.4.1.	Clasificación ABC.....	39
2.2.5.	<i>IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE DEMANDA</i>	42
2.2.6.	<i>ESTIMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD QUE SIGUE LA DEMANDA</i>	43
2.2.7.	<i>PRONÓSTICOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS</i>	45
2.2.7.1.	Pronósticos de la demanda.....	45
2.2.7.2.	Métodos de previsión cuantitativos.....	45
2.2.7.2.1.	Métodos de previsión no estacionales.....	46
2.2.7.2.2.	Métodos de previsión estacionales.....	46
2.2.7.2.3.	Métodos de previsión ARIMA.....	46
2.2.8.	<i>SIMULACIÓN MONTECARLO</i>	47
2.2.8.1.	Simulación.....	47
2.2.8.1.1.	Tipos de simulación.....	49
2.2.8.1.2.	Metodología de la simulación.....	49
2.2.8.2.	Simulación Montecarlo.....	50
2.2.9.	<i>SELECCIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS</i>	50
CAPÍTULO 3		52
DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA POLÍTICA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA LA EMPRESA		
BALDOSINES ALFA S.A.		52
3.1.	DISEÑO DE UNA POLÍTICA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS	52
3.1.1.	<i>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE INVENTARIOS</i>	52
3.1.1.1.	Bodegas y salas de ventas Baldosines Alfa S.A. ubicadas en Quito.....	53
3.1.1.2.	Política de compras.....	53
3.1.1.3.	Política de rotación de inventarios.....	53
3.1.1.4.	Política de pedido y recepción en salas de ventas.....	53
3.1.1.5.	Política de despacho de productos a los clientes.....	54
3.1.1.6.	Portafolio de productos.....	54
3.1.2.	<i>RECOPIACIÓN, PROCESAMIENTO Y SELECCIÓN DE DATOS PARA VARIABLES IMPORTANTES</i>	55
3.1.3.	<i>CÁLCULO DE COSTOS DE INVENTARIOS</i>	57
3.1.3.1.	Costo de compra (<i>C_c</i>).....	57
3.1.3.2.	Costo de colocación (<i>K</i>).....	57
3.1.3.3.	Costo de almacenamiento (<i>CA</i>).....	58
3.1.3.4.	Cálculo de costos de inventarios.....	61
3.1.4.	<i>PRODUCTOS DE MAYOR ROTACIÓN POR CLASIFICACIÓN ABC</i>	62

3.1.4.1.	Productos de mayor rotación por bodegas ubicadas en Quito	62
3.1.4.1.1.	Bodega D010	63
3.1.4.1.2.	Bodega D020	64
3.1.4.1.3.	Bodega V005	65
3.1.4.1.4.	Bodega V010	66
3.1.4.1.5.	Bodega V015	67
3.1.4.1.6.	Bodega V060	68
3.1.4.1.7.	Bodega V070	69
3.1.4.1.8.	Bodega V080	70
3.1.5.	<i>IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE DEMANDA</i>	71
3.1.6.	<i>ESTIMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD QUE SIGUE LA DEMANDA</i>	72
3.1.6.1.	Demanda con distribución de probabilidad discreta ajustada	72
3.1.6.2.	Demanda con función de distribución continua ajustada	74
3.1.7.	<i>PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA</i>	76
3.1.7.1.	Métodos de previsión cuantitativos aplicados	78
3.1.7.1.1.	No estacionales	78
3.1.7.1.2.	Estacionales	79
3.1.7.1.3.	ARIMA	81
3.1.8.	<i>SELECCIÓN DE LA MEJOR POLÍTICA DE INVENTARIOS</i>	82
3.1.9.	<i>DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD A ORDENAR q^*</i>	83
3.1.9.1.	Estimación de q^* en R con parámetros de <i>Crystal Ball</i> para distribución discreta	83
3.1.9.2.	Estimación de q^* en R con parámetros de <i>Crystal Ball</i> para distribución continua	84
3.2.	<i>APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS DISEÑADA</i>	85
3.2.1.	<i>APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS DE DECISIÓN ÚNICA</i>	85
3.2.1.1.	Cálculo de costos de inventarios	85
3.2.1.2.	Identificación del tipo de demanda	86
3.2.1.3.	Estimación distribución de probabilidad que sigue la demanda	87
3.2.1.4.	Pronósticos de la demanda	88
3.2.1.5.	Determinación de la cantidad a ordenar q^*	90
3.2.2.	<i>VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS DE DECISIÓN ÚNICA</i>	93
3.2.2.1.	Validación de hipótesis para demanda que sigue distribución discreta	93
3.2.2.1.1.	Ejemplo de validación de resultados para demanda que sigue distribución discreta	94
3.2.2.2.	Validación de hipótesis para demanda que sigue distribución continua	95
3.2.2.2.1.	Ejemplo de validación de resultados para demanda con función de distribución uniforme ..	95
3.2.2.2.2.	Ejemplo de validación de resultados para demanda con función de distribución exponencial	98
CAPÍTULO 4		101
EVALUACIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO DE LA APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIO		101
4.1.	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE RENTABILIDAD ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS	102

4.1.1.	<i>INDICADORES DE RENTABILIDAD</i>	103
4.1.1.1.	Margen Bruto.....	103
4.1.1.2.	Margen Operacional	104
4.1.1.3.	Margen Neto	104
4.1.1.4.	Rentabilidad Neta del Activo (ROA)	105
4.1.1.5.	Rentabilidad Financiera (ROE).....	105
4.1.1.6.	Rentabilidad Operacional del Patrimonio	106
4.2.	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE RENTABILIDAD CON LA POLÍTICA DE INVENTARIOS PROPUESTA.....	106
4.2.1.	<i>INDICADORES DE RENTABILIDAD</i>	107
4.2.1.1.	Margen Bruto.....	107
4.2.1.2.	Margen Operacional	108
4.2.1.3.	Margen Neto	108
4.2.1.4.	Rentabilidad Neta del Activo (ROA)	108
4.2.1.5.	Rentabilidad Financiera (ROE).....	109
4.2.1.6.	Rentabilidad Operacional del Patrimonio	109
4.2.1.7.	Rotación de Ventas	109
4.2.1.8.	Rotación de inventarios	110
4.3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	111
4.3.1.	<i>POSIBLES VENTAJAS Y BENEFICIOS FINANCIEROS, EN CASO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIO DISEÑADA</i>	111
CAPÍTULO 5		113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		113
5.1.	CONCLUSIONES	113
5.2.	RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS		118
ANEXOS		121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Organigrama Estructural de la empresa.....	5
Figura 1.2 Bodegas Centro de distribución Quito.....	6
Figura 1.3 Almacenamiento de unidades.....	6
Figura 1.4 Etiquetado de productos.....	6
Figura 1.5 Protección Industrial contra incendios.....	6
Figura 1.6 Detectores de humo y luces de emergencia.....	6
Figura 1.7 Área de cargue y descargue de plataformas.....	6
Figura 1.8 Área de cargue y descargue de contenedores.....	6
Figura 1.9 Recepción de documentos para descacho de mercancías.....	7
Figura 1.10 Andenes de carga de mercancías para clientes.....	7
Figura 1.11 Flujograma de procesos de pedidos y entrega de productos.....	7
Figura 2.1 Modelos de inventarios de acuerdo al tipo de demanda.....	15
Figura 2.2 Modelo clásico CEP.....	16
Figura 2.3 Punto de reorden en modelo clásico CEP.....	17
Figura 2.4 Determinación de q^* mediante análisis marginal.....	21
Figura 2.5 Probabilidad de que se agoten las existencias, $P z \leq K\alpha = \alpha$	24
Figura 2.6 Modelo de inventario probabilístico con faltantes.....	25
Figura 2.7 Clasificación de Indicadores de Rentabilidad.....	32
Figura 2.8 Diagrama de Pareto de la Bodega V080.....	42
Figura 2.9 Demanda con distribución Poisson.....	44
Figura 2.10 Cuadro de estadísticas de la distribución de probabilidad.....	44
Figura 2.11 Cuadro de percentiles de la distribución de probabilidad.....	44
Figura 2.12 Variables de simulación en Crystal Ball.....	48
Figura 2.13 Definición de supuestos.....	48
Figura 2.14 Metodología de la simulación.....	49
Figura 3.1 Control de cumplimiento de procesos en el área de inventarios.....	53
Figura 3.2 Flujograma del proceso de atención al cliente en las Salas de Ventas de Baldosines Alfa S.A.....	54
Figura 3.3 Formulario en VBA para la recopilación datos de inventarios.....	56
Figura 3.4 Formulario en VBA para el cálculo de Costo de almacenamiento (CA) y costo de sobra (h).....	61
Figura 3.5 Diagrama de Pareto Bodega: D010.....	64
Figura 3.6 Diagrama de Pareto Bodega: D020.....	65
Figura 3.7 Diagrama de Pareto Bodega: V005.....	66
Figura 3.8 Diagrama de Pareto Bodega: V010.....	67
Figura 3.9 Diagrama de Pareto Bodega: V015.....	68
Figura 3.10 Diagrama de Pareto Bodega: V060.....	69
Figura 3.11 Diagrama de Pareto Bodega: V070.....	70

Figura 3.12 Diagrama de Pareto Bodega: V080.....	70
Figura 3.13 Demanda con distribución Binomial	73
Figura 3.14 Demanda con distribución Binomial Negativa.....	73
Figura 3.15 Demanda con distribución Poisson	73
Figura 3.16 Demanda con distribución Geométrica.....	74
Figura 3.17 Demanda con función de distribución Uniforme.....	74
Figura 3.18 Función de distribución Exponencial	74
Figura 3.19 Demanda con función de distribución Normal.....	75
Figura 3.20 Demanda con función de distribución Gamma.....	75
Figura 3.21 Demanda con función de distribución Weibull.....	75
Figura 3.22 Pantalla de resultados de predictor en Crystal Ball.....	77
Figura 3.23 Métodos de previsión no estacionales en Crystal Ball.....	78
Figura 3.24 Promedio móvil simple.....	78
Figura 3.25 Suavizado exponencial simple.....	79
Figura 3.26 Promedio móvil doble	79
Figura 3.27 Suavizado exponencial doble	79
Figura 3.28 Presentación de métodos estacionales en Crystal Ball	80
Figura 3.29 Suavizado aditivo estacional.....	80
Figura 3.30 Suavizado multiplicativo estacional.....	80
Figura 3.31 Suavizado estacional aditivo de Holt-Winters.....	81
Figura 3.32 Suavizado multiplicativo estacional de Holt-Winters.....	81
Figura 3.33 Métodos de previsión ARIMA en Crystal Ball	81
Figura 3.34 Media de la demanda mensual: Bodex estándar 25 kilos.....	86
Figura 3.35 Bondex Estándar 25 kilos sigue una distribución Binomial Negativa.....	87
Figura 3.36 Estadísticas de la demanda: Bondex estándar 25 kilos.....	88
Figura 3.37 Pronósticos de la demanda. Ene. 14 - Dic. 16.	90
Figura 3.38 Costo esperado $E(q)$: Bondex estándar 25 kilos	94
Figura 3.39 Demanda que sigue una distribución uniforme	96
Figura 3.40 Costo esperado $E(q)$: Cerámica blanca mate	97
Figura 3.41 Demanda que sigue una distribución exponencial.....	99
Figura 3.42 Costo esperado $E(q)$: Marmolizado bp gris 30.5x30.5-1	100
Figura 4.1 Evolución Ventas y Costo de ventas mensual. Período: 2005-2013	102
Figura 4.2 Evolución de Ventas y Costo de ventas anual. Período: 2005-2013.....	103
Figura 4.3 Margen Bruto. Período: 2005-2013	103
Figura 4.4 Margen Operaciona. Período: 2005-2013.....	104
Figura 4.5 Margen Neto. Período: 2005-2013	104
Figura 4.6 Margen Neto del Activo (ROA). Período: 2005-2013	105

Figura 4.7 Rentabilidad Financiera (ROE). Período: 2005-2013.....	105
Figura 4.8 Rentabilidad Operacional del Patrimonio. Período: 2005-2013.....	106
Figura 4.9 Ventas y Costo de ventas. Período: 2013-2016.....	107
Figura 4.10 Margen Bruto. Período: 2013-2016.....	107
Figura 4.11 Margen Operacional. Período: 2013-2016.....	108
Figura 4.12 Margen Neto. Período: 2013-2016.....	108
Figura 4.13 Rentabilidad Neta del Activo (ROA). Período: 2013-2016.....	108
Figura 4.14 Rentabilidad Financiera (ROE). Período: 2013-2016.....	109
Figura 4.15 Rentabilidad Operacional del Patrimonio. Período: 2013-2016.....	109
Figura 4.16 Rotación de ventas. Período: 2013-2016.....	110
Figura 4.17 Rotación de inventarios. Período: 2013-2016.....	110
Figura 4.18 Indicadores de rentabilidad. Período: 2005-2016.....	111
Figura 4.19 Indicadores de Rentabilidad. Período 2013-2016.....	112
Figura A 1 Organigrama Posicional.....	121
Figura A 2 Organigrama funcional.....	122
Figura A 3 Ubicación de Crystal Ball.....	123
Figura A 4 Barra de herramientas de Crystal Ball.....	123
Figura A 5 Menú Crystal Ball: Definir.....	123
Figura A 6 Almacenamiento en salas.....	127
Figura A 7 Almacenamiento en bodegas.....	127
Figura A 8 Etiquetado de material.....	127
Figura A 9 Procedimientos de traslados.....	128
Figura A 10 Solicitud de requerimiento.....	129
Figura A 11 Guía de salida de material.....	129
Figura A 12 Confirmación de traslados.....	129
Figura A 13 Guía de entrada de material.....	129
Figura A 14 Confirmación de pedido.....	130
Figura A 15 Facturación.....	130
Figura A 16 Rotura por manipulación.....	131
Figura A 17 Registro en SAP: Rotura por transporte.....	131
Figura A 18 Registro SAP: Salida de mercancías.....	131
Figura A 19 Crystal Ball: Grupo Definir.....	136
Figura A 20 Galería de distribuciones de probabilidad en Crystal Ball.....	136
Figura A 21 Ajustar datos a una distribución con Crystal Ball.....	137
Figura A 22 Demanda con distribución normal.....	137
Figura A 23 Crystal Ball: Grupo Herramientas.....	138
Figura A 24 Pantalla de bienvenida a Predictor de Crystal Ball.....	138

Figura A 25 Datos de entrada de predictor en Crystal Ball	138
Figura A 26 Atributos de datos de predictor en Crystal Ball.....	139
Figura A 27 Pantalla de opciones y ejecutar de predictor en Crystal Ball	139

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Empresas que conforman el Grupo Alfa	2
Tabla 1.2 Bodegas en Ecuador de la empresa Baldosines Alfa S.A.	5
Tabla 2.1 Modelo de Clasificación ABC para la bodega V080.....	41
Tabla 2.2 Resumen: Clasificación ABC.....	41
Tabla 2.3 Tabla dinámica para cálculo de la demanda mensual: 2005-2013	43
Tabla 3.1 Bodegas y Salas de ventas Baldosines Alfa ubicadas en Quito	53
Tabla 3.2 Portafolio de productos de la empresa Baldosines Alfa S.A.	55
Tabla 3.3 Formato para recopilación de datos de inventarios Baldosines Alfa S.A.	57
Tabla 3.4 Gastos de venta anual Baldosines Alfa S.A.	58
Tabla 3.5 Stock general y Costo de inventario en M2, Kg, Un por centro o sala de ventas	59
Tabla 3.6 Depreciación de propiedad, planta y equipo.....	60
Tabla 3.7 Costos de almacenamiento y de sobra de la empresa Baldosines Alfa S.A.	62
Tabla 3.8 Clasificación ABC: Bodega D010.....	63
Tabla 3.9 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega D010.....	63
Tabla 3.10 Clasificación ABC: Bodega D020.....	64
Tabla 3.11 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega D020	64
Tabla 3.12 Clasificación ABC: Bodega V005.....	65
Tabla 3.13 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V005.....	65
Tabla 3.14 Clasificación ABC: Bodega V010.....	66
Tabla 3.15 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V010.....	66
Tabla 3.16 Clasificación ABC: Bodega V015.....	67
Tabla 3.17 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V015.....	67
Tabla 3.18 Clasificación ABC: Bodega V060.....	68
Tabla 3.19 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V060.....	68
Tabla 3.20 Clasificación ABC: Bodega V070.....	69
Tabla 3.21 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V070.....	69
Tabla 3.22 Clasificación ABC: Bodega V080.....	70
Tabla 3.23 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V080.....	70
Tabla 3.24 Resumen Clasificación ABC por Bodega	71
Tabla 3.25 Media y Coeficiente de variación demanda: Cerámica blanca pared 20.3X30.5 -1	71
Tabla 3.26 Predicciones de la demanda. Ene 2014 - dic 2016.....	76
Tabla 3.27 Códigos de R para calcular q^*	83
Tabla 3.28 Media y C_v de la demanda para el producto Bondex estándar 25 kilos.....	86
Tabla 3.29 Predicciones de la demanda de Ene 2014 - dic 2016: Bondex estándar 25 kilos.....	89
Tabla 3.30 Cantidad óptima a pedir por bodegas de productos tipo A.....	92
Tabla 3.31. Costo esperado $E(q)$: Bondex estándar 25 kilos	94

Tabla 3.32 Costo esperado $E(q)$: Cerámica blanca mate.....	97
Tabla 3.33 Costo esperado.....	100
Tabla 4.1 Datos para el cálculo de indicadores de rentabilidad. Período: 2005-2013	102
Tabla 4.2 Datos obtenidos para cálculo de indicadores de rentabilidad. Período: 2013-2016.....	106
Tabla 4.3. Índices de Rentabilidad: 2013-2016	111
Tabla A 1 Supuestos modelo CEP clásico.....	140
Tabla A 2 Supuestos modelo CEP de varios artículos con limitación de almacenamiento	140
Tabla A 3 Supuestos Modelo Wagner-Whiten	140
Tabla A 4 Supuestos Heurístico Silver-Meal	141
Tabla A 5 Supuestos modelo de decisión única	141
Tabla A 6 Supuestos Modelo de revisión continua: Modelo CEP probabilizado.....	141
Tabla A 7 Supuestos modelo de revisión continua: Modelo CEP probabilístico	141
Tabla A 8 Supuestos modelo de revisión periódica	142
Tabla A 9 Supuestos para una simulación de inventarios	142
Tabla A 10 Cuadro comparativo de supuestos de modelos inventarios.....	143
Tabla A 11 Gastos de ventas mensuales Baldosines Alfa S.A.....	145
Tabla A 12 Probabilidad de la Demanda a través del análisis marginal	146
Tabla A 13 Costos de depreciación: Propiedad, planta y equipo	147
Tabla A 14 Cantidad óptima a pedir de productos de mayor rotación	147

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.....	121
ANEXO 1.1. ORGANIGRAMA POSICIONAL	121
ANEXO 1.2. ORGANIGRAMA FUNCIONAL.....	122
ANEXO 2.....	123
ANEXO 2.1. USO DEL PROGRAMA CRYSTAL BALL.....	123
ANEXO 3.....	124
ANEXO 3.1. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS Y CONTROL DE INVENTARIOS	124
Anexo 3.1.1. <i>Procedimientos para ingresos de mercadería</i>	124
Anexo 3.1.2. <i>Procedimientos para salidas de mercaderías</i>	125
Anexo 3.1.3. <i>Procedimiento de almacenamiento de mercadería</i>	126
Anexo 3.1.4. <i>Procedimientos para inventarios cíclicos y generales</i>	127
ANEXO 3.2. PROCEDIMIENTOS PARA FALTANTES DE INVENTARIO Y CAJA CHICA.....	128
ANEXO 4.....	128
ANEXO 4.1. PROCEDIMIENTO DE TRASLADOS	128
ANEXO 4.2. PROCEDIMIENTO ROTURAS BALDOSINES ALFA S.A.....	130
Anexo 4.2.1. <i>Rotura por manipulación</i>	130
Anexo 4.2.2. <i>Rotura por transporte</i>	131
Anexo 4.2.3. <i>Rotura por importaciones</i>	132
ANEXO 4.3. POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO PARA CENTROS DE VENTAS.....	132
ANEXO 4.4. MANUAL DE INVENTARIOS DEL BODEGUERO	134
Anexo 4.4.1. <i>Almacenamiento y manejo de la bodega</i>	134
Anexo 4.4.2. <i>Inventarios cíclicos</i>	135
Anexo 4.4.3. <i>Entrada de materiales</i>	135
Anexo 4.4.4. <i>Salida de materiales</i>	135
ANEXO 5.....	136
ANEXO 5.1. PASOS EN CRYSTAL BALL PARA AJUSTAR LA DEMANDA A UNA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD	136
ANEXO 6.....	138
ANEXO 6.1. PASOS EN CRYSTAL BALL PARA PREDECIR LA DEMANDA.....	138
ANEXO 7.....	140
ANEXO 7.1. PREGUNTAS A SUPUESTOS DE CADA MODELO DE INVENTARIOS A APLICARSE	140
Anexo 7.1.1. <i>MODELOS DETERMINÍSTICOS DE INVENTARIOS</i>	140

Anexo 7.1.2.	MODELOS PROBABILÍSTICOS DE INVENTARIOS.....	141
Anexo 7.1.3.	Cuadro comparativo de modelos de inventarios y supuestos	142
ANEXO 8.	145
ANEXO 8.1.	GASTOS DE VENTAS MENSUALES BALDOSINES ALFA S.A.	145
ANEXO 9.	146
ANEXO 9.1.	PROBABILIDAD DE LA DEMANDA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS MARGINAL	146
ANEXO 10.	147
ANEXO 10.1.	DEPRECIACIÓN PROPIEDAD PLANTA E EQUIPO.....	147
ANEXO 11.	147
ANEXO 11.1.	CANTIDAD ÓPTIMA A ORDENAR DE PRODUCTOS DE MAYOR ROTACIÓN	147

RESUMEN

Este proyecto de titulación tiene por objeto, diseñar y aplicar una política de administración de inventarios, de tal manera que esta política sirva para minimizar costos en la gestión de inventarios, y aumentar la rentabilidad de la empresa. Se ha tomado como caso de estudio a la empresa Baldosines Alfa S.A., donde se ha recopilado y procesado cuantitativamente los datos históricos de ventas, costo de ventas, demanda, pedidos, entre otros; enfocándonos primordialmente en productos de mayor rotación correspondientes a las bodegas y almacenes ubicados en la ciudad de Quito.

Utilizando clasificación ABC se determinaron productos de mayor rotación (tipo A), a los que se identificó el tipo de demanda, se estimó la distribución de probabilidad que sigue la demanda y se pronosticó la demanda mediante simulación de Montecarlo a través de la herramienta de *Crystal Ball*.

Con los resultados obtenidos y el estudio teórico respectivo, fue posible diseñar y aplicar una política de inventarios para productos tipo A de la empresa donde se encontró la cantidad óptima a pedir q^* ; para finalmente efectuar una evaluación y análisis financiero a través de indicadores de rentabilidad antes y después de la posible aplicación de la política de administración de inventarios diseñada para la empresa Baldosines Alfa S.A.

Finalmente, se determinó que el modelo de decisión único es el que mejor se acopla a las características de inventarios de la empresa, por tanto, su política de manejo de inventarios debe basarse en este modelo. Al aplicar este modelo se obtuvo como resultado un aumento en los indicadores de rentabilidad y una disminución de los costos de inventarios de productos de mayor rotación.

Palabras clave: Teoría de Inventarios. Simulación de Montecarlo. Índices de Rentabilidad.

ABSTRACT

This work aims to design and implement a policy of inventory management, in order to minimize costs in inventory management, and increase profitability. For this purpose, Baldosines Alfa S.A. Company has been chosen as a case of study. Data of historical sales, cost of sales, demand, orders, among others, has been collected and processed quantitatively. We have focused primarily on products with higher turnover corresponding to the cellars and warehouses located in the city of Quito.

ABC classification was used in order to identify products with higher turnover (type A). For this products, its demand type was identified and the probability distribution of each demand was determined. Estimated demand was predicted using Montecarlo simulation through Crystal Ball software.

With these study results and respective theory was possible to design and implement a policy of inventory for goods type A, for which the optimal quantity to order q^* was found. Finally, we made a financial evaluation and analysis across profitability indicators before and after the possible application of inventory management policy designed for Baldosines Alfa S.A. Company.

Finally, it was determined that the single-period model is which fits the best the characteristics of inventories of the company, therefore its inventory management policy must be based on this model. In applying this model it was obtained as a result an increase in profitability indicators and a reduction in inventory costs of products with higher turnover.

Keywords: Inventory Theory. Montecarlo simulation. Profitability ratios.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la economía global provoca que las empresas sean cada vez más competitivas, es así que la administración de inventarios es muy importante para todo tipo de organizaciones, por lo cual, los gerentes de las compañías siempre están buscando formas eficaces de reducir costos en el área de inventarios, sin que afecte el stock de sus bodegas y lograr una mayor satisfacción de sus clientes, lo que ayuda a alcanzar su principal objetivo de maximizar sus ganancias.

“La principal razón para tener inventario reducido, es que éstos representan una inversión monetaria temporal. Como tal, la empresa incurre en un costo de oportunidad, denominado costo de capital” [1].

Al momento, existen modelos de inventarios determinísticos y probabilísticos, que ayudan a diseñar una política de administración de inventarios acorde a informes de ventas y necesidades de la empresa.

Es necesario identificar a qué inventarios se les debe prestar mayor atención, esto es recomendable cuando los artículos son excesivos.

Como alternativa de solución a esta problemática, con el presente proyecto de investigación se propone el diseño de una política de administración de inventarios en base a la información histórica que posee la empresa.

Consecuentemente, el presente trabajo está estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I, contiene la introducción en la cual se da a conocer las principales bases del proyecto.

En el capítulo II, se efectúa una revisión y estudio de las principales teorías de inventarios (modelos determinísticos y probabilísticos), indicadores de rentabilidad, simulación de Montecarlo; y la metodología, en que se detalla las herramientas de análisis a utilizarse en el presente proyecto como: el análisis de la situación actual de la compañía mediante la recopilación, procesamiento de datos del historial de ventas, distribución que sigue la demanda de productos de mayor rotación, informes financieros entre otros.

En el capítulo III, se pone en práctica la metodología explicada; y, se procede al diseño y aplicación de la política de administración de inventarios para productos de mayor rotación adoptada en el capítulo II.

En el capítulo IV, se realiza una evaluación y análisis financiero con indicadores de rentabilidad obtenidos en la empresa (2005-2013), y futuros mediante predicciones basados en la aplicación de la política de inventarios.

Finalmente, en el capítulo V, se expondrán conclusiones y recomendaciones obtenidas.

Los aportes que brinda este proyecto son: conocer si los costos en el área de inventarios son los adecuados, determinar la cantidad óptima a pedir mediante el diseño de una política de administración de inventarios; y, a establecer si se incrementaron o no los indicadores de rentabilidad con la aplicación de la política de inventarios propuesta a través de la evaluación y análisis financiero.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA BALDOSINES ALFA S.A.¹

1.1.1. RESEÑA HISTÓRICA

Baldosines Alfa S.A., parte del grupo Alfa de Colombia, se establece en el Ecuador en 1996, trasladando al mercado la experiencia más de 50 años en la producción, comercialización, revestimientos para vivienda, oficinas, distribución y mercadeo de todo tipo de pisos.

Tabla 1.1 Empresas que conforman el Grupo Alfa

ALFAGRES S.A.	Comercializadora Colombia Producción de Cerámica y Gres
PISOTEX	Alfombra
DERIVADOS DEL MARMOL	Mármoles y granitos
ALFAQUIMICA	Aditivos, pinturas y pegantes
FLOORGRES	Chamote y Gres
BALDOSINES ALFA. S.A.	Comercializadora en Ecuador
OPA	Comercializadora en USA
ALFATRADING	Comercializadora Internacional

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

¹ Manual de Baldosines Alfa S.A.

En la actualidad, es considerada una empresa sui generis (propio de su género o especie), se dedica a la comercialización de productos de acabados para la construcción, en este sentido está frente a una competencia global eminentemente privada, que se basa en sus propios recursos e ingresos.

Su principal giro es la prestación de servicios en la venta y acabados para la construcción como: gres, cerámica, porcelanato, alfombra entre otros, alcanzando muy buenos resultados en el transcurso de su participación en Ecuador, donde ha conseguido mantener en el mercado una participación del 5% en ventas, lo que se refiere a canal residencial, constructor y distribuidor, usando como únicas características principales:

- ✓ Disponibilidad de inventarios
- ✓ Portafolio amplios de productos
- ✓ Clientes potenciales
- ✓ Calidad en atención a clientes

Con el compromiso de satisfacer las expectativas de todos sus clientes, se innova constantemente para ofrecer productos de más alta calidad, elaborados bajo cumplimiento de normas técnicas internacionales.

Actualmente, están reforzando las áreas Administrativas y Ventas para continuar su crecimiento, como se mencionan a continuación:

- ✓ Gestión por valores
- ✓ Desarrollo organizativo
- ✓ Desarrollo de gestión de calidad

Objetivos de la empresa Baldosines Alfa S.A.

- ✓ Mejorar continuamente el control administrativo de la empresa.
- ✓ Generar mayor valor agregado a sus productos.
- ✓ Involucrar el aprendizaje continuo y trabajo en equipo con el fin de poseer excelentes productos para satisfacer al cliente.
- ✓ Mejorar la maquinaria con el fin de brindar mayor diversidad en mercaderías y modelos.

1.1.2. CONCEPTOS ESTRATÉGICOS

1.1.2.1. Visión

Ser líderes en servicio, comercialización, y consolidarse como una organización ágil y flexible que se preste a cualquier cambio que pueda suscitarse en el mundo de la construcción; aumentando la innovación de baldosas, alfombras, cerámica, etc., seguir satisfaciendo la demanda de clientes, por medio de la implementación de nuevas y mejoradas líneas de mercaderías con el fin de satisfacer a clientes actuales y captar más consumidores.

1.1.2.2. Misión

Brindar un excelente servicio en la comercialización con una excelente calidad de acabados para la construcción, y satisfacer las necesidades de solución de vivienda de sus clientes con una gama de servicios y adicional una asesoría complementaria, que permitan en una forma fácil, ágil y transparente la adquisición de vivienda y de inmuebles en toda la gama de usos que demande el mercado.

1.1.2.3. Principios

- ✓ Responsabilidad
- ✓ Puntualidad
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Honestidad
- ✓ Compromiso
- ✓ Profesionalismo

1.1.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La organización administrativa de la empresa es mediante organigramas:

- Organigramas Estructural
- Organigrama Posicional
- Organigrama funcional

La Figura 1.1 muestra el organigrama estructural, los demás organigramas se encuentran en el Anexo 1.1.

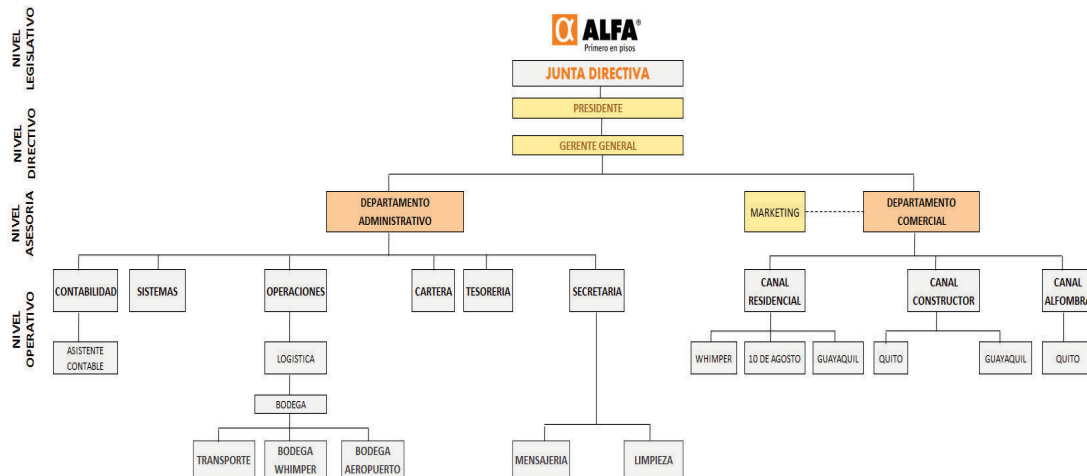


Figura 1.1 Organigrama Estructural de la empresa.
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

1.1.4. BODEGAS Y SALAS DE VENTAS BALDOSINES ALFA S.A. EN EL ECUADOR

Actualmente, la empresa cuenta con bodegas y salas de ventas distribuidos en diferentes ciudades del país, como se puede notar en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Bodegas en Ecuador de la empresa Baldosines Alfa S.A.

Bodega	Cód. Pos.	Población	Nombre del Centro
D010	1986	QUITO	Centro Distribución Quito
D015	1025	GUAYAQUIL	Centro Dist. Guayaquil
D020	1701	QUITO	Centro Dist. Res. Whimper
D055	1025	GUAYAQUIL	Centro Dist. Marmolux
D060	1701	QUITO	Centro Dist. Res. Norte
D065	1701	QUITO	Centro Dist. El Inca
V005	1986	QUITO VALLE	Centro Dist. Comer. Tumbaco
V010	1986	QUITO VALLE	Centro Dist. Comer. Sur
V015	1986	QUITO	Centro Dist. Comer. Carapungo
V020	1025	GUAYAQUIL	Centro Dist. Comer. Alborada
V025	1407	MANTA	Centro Dist. Comer. Manta
V030	0707	MACHALA	Centro Dist. Comer. Machala
V035	0707	MACHALA	Centro Dist. Comer. Ibarra
V040	601	RIOBAMBA	Centro Dist. Comer. Riobamba
V045	1801	AMBATO	Centro Dist. Comer. Ambato
V050	901	GUAYAQUIL	Centro Res. B Sala Orquídeas
V060	1701	QUITO	Centro Res. B Sala Andalucía
V070	1701	QUITO	Centro Res. B Sala El Inca
V080	1701	QUITO	Centro Res. B Feria San Rafael

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

1.1.5. CENTROS DE DISTRIBUCIÓN BALDOSINES ALFA S.A. EN QUITO

El área de la bodega del centro de distribución Quito es de 2.800 m², la capacidad de almacenamiento es de 280.000 m² aproximadamente.



Figura 1.2 Bodegas Centro de distribución Quito
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.3 Almacenamiento de unidades
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.4 Etiquetado de productos
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.5 Protección Industrial contra incendios
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.6 Detectores de humo y luces de emergencia
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.7 Área de cargue y descargue de plataformas
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.8 Área de cargue y descargue de contenedores
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.9 Recepción de documentos para despacho de mercancías
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura 1.10 Andenes de carga de mercancías para clientes
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

1.1.6. FLUJOGRAMA DE PROCESOS PARA PEDIDO Y ENTREGA DE PRODUCTOS

La empresa Baldosines Alfa S.A. cumple con ciertos pasos a seguir desde que un cliente ingresa a un centro de distribución o a una sala de ventas y hace un pedido hasta que se le entrega el producto requerido.

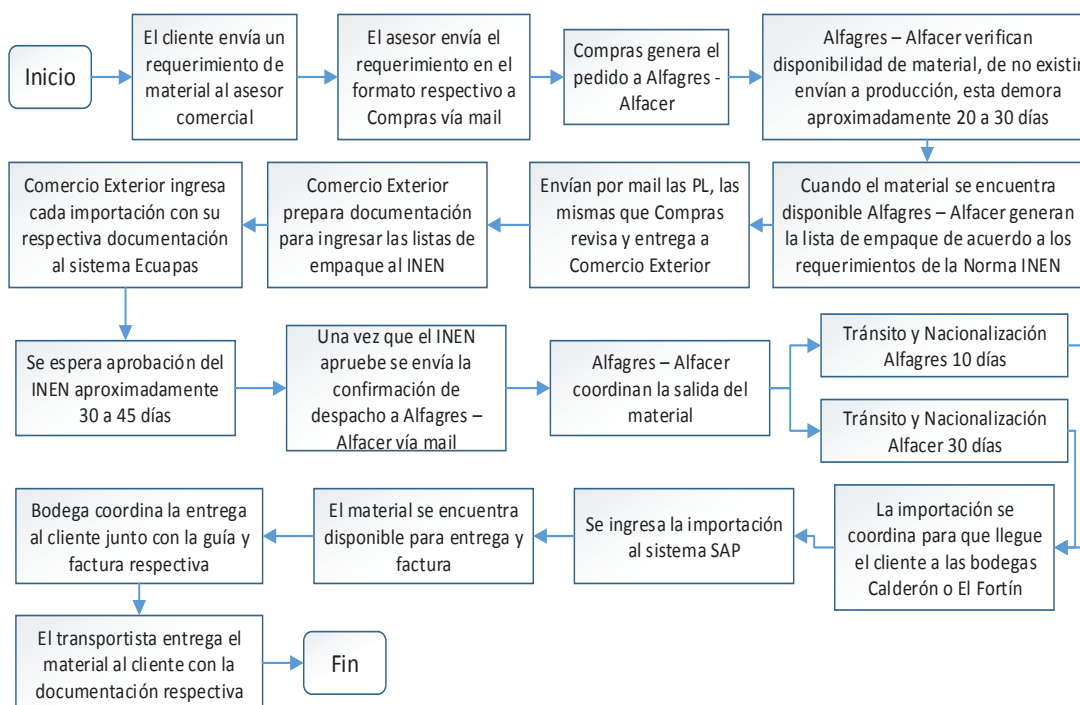


Figura 1.11 Flujograma de procesos de pedidos y entrega de productos
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una política de administración de inventarios para la empresa Baldosines Alfa S.A., utilizando técnicas de investigación de operaciones.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación actual en la administración de inventarios, a partir de la recopilación y procesamiento de datos del historial de ventas, en el período 2005-2013.
- Determinar las características de la demanda.
- Identificar los productos de mayor rotación.
- Realizar una evaluación y análisis financiero con la política de inventarios propuesta.
- Determinar las posibles ventajas y beneficios financieros, en caso de la implementación de la política de inventario, por parte de la empresa Baldosines Alfa S.A.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La administración de inventarios es uno de los principales costos en el que incurren las empresas, en la gran mayoría de las ellas, por pequeñas que éstas sean, presentan problemas en la gestión de inventarios con diversas características muy particulares cada una de ellas. En muchos casos, “no colocan sus pedidos de reabastecimiento con suficiente anticipación para evitar faltantes” [2] o piden en demasía por lo cual tienen productos obsoletos (o pasados de moda); tener faltantes o demasiados productos puede ocasionar costos. Por esta razón, se han invertido grandes cantidades de dinero y tiempo en encontrar soluciones, que permitan minimizar estos problemas y racionalizar al máximo este importante aspecto, íntimamente relacionado con los costos de producción o de venta al público, si sólo comercializan.

El mantenimiento y manejo adecuado de inventarios posee implicaciones no solo económico-financieros, sino logísticas, de limitaciones de espacio físico e incluso de producción; de allí que en su determinación se emplean grandes esfuerzos, los cuales en caso de ser exitosos, redundan favorablemente en el desenvolvimiento integral de las empresas.

En cualquier caso, se observa que existen diversas razones por las cuales las empresas deben adoptar una correcta política de inventarios, pero la razón fundamental es que resulta físicamente imposible o económicamente equivocado, que los productos lleguen a un determinado almacén en el preciso momento en que tiene lugar la demanda de dichos productos, de allí que los problemas de inventarios son comunes en todas las empresas, en las que se hace necesario almacenar artículos para futuras ventas.

Debido a la complejidad existente en el manejo de inventarios, satisfacer las expectativas de todos sus clientes; y, mejorar día a día su atención y servicios, se presenta la necesidad de un análisis y estudio técnico para la empresa Baldosines Alfa S.A., de origen colombiano constituida en el Ecuador desde el año 1996, con el objeto social de “compraventa, comercialización, distribución permuta, suministro, importación, exportación y mercadeo de todo tipo de pisos” [3], trasladando al mercado ecuatoriano la experiencia más de 50 años.

La empresa mencionada, tiene como misión la comercialización de productos con una excelente calidad de acabados para la construcción como son: gres, cerámica, porcelanato, alfombra entre otros; y, como visión, consolidarse como una organización ágil y flexible que se presta a cualquier cambio que pueda suscitarse en el mundo de la construcción.

La empresa Baldosines Alfa S.A. objeto del presente estudio, últimamente ha tenido problemas debido a la existencia de una variabilidad en la demanda, ya que ha perdido el 5% de sus clientes, consecuentemente sus ventas han disminuido el 10%, presumiendo que ha existido faltantes. Por otro lado, se desconoce si existe capital inmovilizado por exceso de inventario; además, si los costos y los descuentos efectuados por la rotación del cliente son los apropiados.

Esta empresa tiene inconvenientes en determinar si sus niveles de costos (tales como, mantener los productos en stock, transporte, gastos que se incurren cuando existe una demanda insatisfecha entre otros) y pedidos de acuerdo a los requerimientos son los más adecuados. Estas complicaciones que se han venido dando, desde hace algún tiempo por la complejidad en la administración de inventarios, se debe en parte a la ampliación de sus líneas de comercialización como consecuencia de la existencia de nuevas salas de ventas en la ciudad de Quito; es por ello que, ésta empresa ve con particular interés los modelos de manejo y control de inventarios a fin de mejorar la administración de inventarios de productos de mayor rotación.

Por los motivos antes expuestos, resulta de gran utilidad diseñar una política de administración de inventarios para la empresa Baldosines Alfa S.A., que ayude a prevenir estas complicaciones controlando excesos y faltantes; y, a determinar qué cantidades de pedidos de cada producto deben ser realizados. Se pondrá especial atención a los productos de mayor rotación, en función de la demanda.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La importancia de este proyecto de investigación de control de inventarios radica en la necesidad de mejorar su administración, con la aplicación de las técnicas de investigación de operaciones en el área de inventarios (llamadas también técnicas de administración científica de inventarios [4]), se busca obtener una mayor ventaja competitiva, ya que es poco frecuente que los bienes que se tienen sean justamente los que se demandan. La demanda puede ser determinística (demanda conocida, constante sobre el horizonte infinito, o variable sobre el horizonte infinito) o probabilística (la demanda es una variable aleatoria cuya distribución puede ser conocida) [5]. No tener los productos o suministros cuando se necesitan representa pérdidas económicas en el proceso productivo o la pérdida potencial del cliente. Por otro lado, si se almacenan artículos en abundancia para protegerse de faltantes, con el fin satisfacer la demanda a

tiempo, esta inversión puede resultar muy grande por tener mucho capital inmovilizado.

Otros motivos para controlar inventarios son los siguientes [6]:

- **“Economía de escala.** Se da cuando se compra al por mayor, se reducen los precios. Por producir u ordenar grandes lotes se reduce el número de órdenes, disminuyendo así los costos por ordenar.
- **Especulación.** Cuando se espera que el costo de producción aumente en un futuro inmediato, es ventajoso anticiparse al aumento de precio. También cuando se usan productos cuyo valor fluctúa, puede resultar ventajoso tener reserva en inventario. Igualmente, si se incrementa la demanda puede ser más conveniente mantener inventarios grandes que aumentar la capacidad de producción.
- **Precaución.** Se mantienen inventarios como una protección contra incertidumbre, la cual puede ser motivada por demanda estocástica, por abastecimiento, o por el tiempo de entrega, costos difíciles de predecir, costos de mantenimiento de inventario sujetos a inflación, precios de productos sujetos a variación, etc.”.

Por este motivo, la adecuada administración de inventarios en las empresas es muy importante, ya que puede mejorar su rentabilidad, mediante el diseño y aplicación de una política de inventarios acorde con las necesidades de la entidad, estas políticas son una herramienta poderosa para lograr una ventaja competitiva, definiendo políticas que dan respuesta a las interrogantes claves que se requiere para el control óptimo del inventario: “¿Cuándo pedir? y ¿Cuánto pedir?” [7]. Lo cual justifica la elaboración de modelos matemáticos con el objeto de minimizar los costos de operación de los inventarios, sujetos a la restricción de satisfacer la demanda.

La presente investigación se llevará a cabo en la empresa “Baldosines Alfa S.A.”, debido a que se presentan algunas falencias en el control y administración de sus inventarios, causando costos elevados, lo cual en ocasiones no permite competir en un mercado cada vez con más estrategias de expansión y crecimiento; por lo que contribuiremos con la necesidad de mejoramiento que requiere en el manejo de inventarios, estudiando el comportamiento de movimiento de inventario de la

empresa, para luego diseñar y proponer la aplicación de una política de inventario que se acople de acuerdo con la demanda de productos de mayor rotación.

La aplicación de una política de administración de inventario, nos ayudará a reducir gastos en cuanto al manejo de los mismos, optimizar recursos, y, además, podremos conocer los niveles óptimos de inventarios en los productos de mayor rotación, lo que nos permitirá pronosticar ventas futuras; y, en cuánto puede aumentar la rentabilidad de la empresa, así como mejorar la productividad. Para saber cómo nos beneficiará la aplicación de una política de inventario, con la política diseñada se realizarán pronósticos de ventas a tres años aproximadamente utilizando simulación de Montecarlo, posteriormente se medirán y se evaluarán los índices de rentabilidad.

1.5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

- La empresa Baldosines Alfa S.A., mejora su administración de inventarios, aplicando la política de inventarios propuesta en este trabajo.
- La empresa aumenta su rentabilidad, gracias a los ahorros proyectados con la implementación de una política de inventarios.
- La evaluación de impactos de implementar políticas de inventarios, ayuda a la organización a conocer si sus costos son los adecuados, y optimizar sus recursos.

CAPÍTULO 2.

FUNDAMENTO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

La elaboración del presente capítulo constará de dos partes.

En la primera parte, se realiza una revisión literaria de las bases teóricas como:

- Principales teorías de inventarios (determinísticos y probabilísticos) con su respectiva justificación del modelo aplicable al presente caso de estudio.
- Modelos de inventarios probabilísticos con funciones de distribución conocidas.
- Indicadores de rentabilidad.

En la segunda parte, se dará a conocer las herramientas de análisis a utilizarse para el diseño y aplicación de la política de inventarios para el caso de estudio. La metodología expuesta y a seguir en el presente proyecto es:

- Análisis de la situación actual de inventarios
- Recopilación y procesamiento de información requerida
- Cálculos de costos de inventarios
- Productos de mayor rotación por clasificación ABC
- Identificación de distribución de probabilidad que sigue la demanda
- Pronósticos para el control de inventarios
- Simulación Montecarlo
- Selección de la política de inventarios

2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.1. TEORÍA DE INVENTARIOS

La teoría de inventarios es la aplicación de técnicas de la investigación operativa para conseguir una política de inventarios que logre cumplir con requerimientos de una empresa y lograr una ventaja competitiva.

“Para satisfacer la demanda a tiempo, las compañías suelen tener a la mano mercancías que esperan vender. Pues, el propósito de la teoría de inventarios es establecer técnicas que se puedan usar en la administración de inventarios para

minimizar costos asociados al mantenimiento, pedido, permitiendo al mismo tiempo, satisfacer la demanda del cliente” [8].

2.1.1.1. Concepto de Administración de Inventarios

Inventario o stock son existencias de cualquier artículo que tiene una organización para la comercialización. El objetivo de los inventarios es suministrar mercancías necesarias en el momento indicado.

La administración de inventarios es una técnica que ayuda a los gerentes a tomar tres decisiones básicas para cumplir prioridades competitivas de la organización: “¿cuándo se debe revisar el sistema de inventario?, ¿cuánto ordenar al hacer un nuevo pedido? y ¿cuándo es el momento de reabastecer los actuales pedidos?” [9]. Por tanto, la administración de inventarios es un proceso que requiere información de demandas esperadas, stock de inventario, demanda de artículos, período y tamaño de las cantidades de reorden.

2.1.1.2. Modelo General de Inventario

Según Taha, una política de inventarios contesta a dos preguntas:

1. *¿Cuánto pedir?* (cantidad óptima de pedido (CEP, EOQ)).
2. *¿Cuándo pedir?* (tiempo entre pedidos (depende del tipo de sistema de inventarios)).

Sistemas de revisión:

- *Periódica*: se inspecciona el nivel de inventario en un ciclo o intervalos de tiempo iguales (semanal, mensual, etc.), para determinar cuánto ordenar sobre la base del inventario a la mano en ese momento, se coloca una orden al inicio de cada período.
- *Continua*: se chequea el inventario continuamente, y se coloca una orden cuando el inventario descienda a cierto nivel (*punto de reorden*).

2.1.1.2.1. Costos del inventario

El objetivo de minimizar el costo total del inventario se basa en la siguiente función de costo [10]:

$$\begin{array}{c}
 \boxed{\begin{array}{c} \text{Costo} \\ \text{total de} \\ \text{Inventario} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Costo de} \\ \text{Compra} \\ C_c \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Costo de} \\ \text{colocación} \\ K \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Costo de} \\ \text{Almacenamiento} \\ CA \end{array}} + \boxed{\begin{array}{c} \text{Costo de} \\ \text{Faltante} \\ p \end{array}} \quad (2.1)
 \end{array}$$

Costo de compra: costo unitario del artículo solicitado. Puede ser constante, o con descuentos.

Costo de colocación: gasto fijo que se incurre cuando se coloca cada pedido. Es independiente de la cantidad solicitada.

Costo de almacenamiento: costo de mantenimiento físico de productos en bodegas y protección del inventario. Dentro de este costo se consideran los arriendos, depreciaciones, seguros, electricidad, teléfono, mantenimiento, pérdidas por bajas, obsolescencia y robo. Este costo crece con el aumento de inventario.

Costo de faltante: penalización por no tener existencias. Incluye pérdidas potenciales de ingresos y costos (y pérdida de buena voluntad del cliente).

2.1.1.3. Modelos de inventarios de acuerdo al tipo de demanda

“Los modelos matemáticos de inventarios se pueden dividir en dos grandes categorías, modelos determinísticos, y modelos probabilísticos, según la posibilidad de predecir la demanda. La demanda de un producto en inventario es el número de unidades que será necesario extraer del inventario para algún uso (como venta) durante un período específico. Si la demanda en periodos futuros se puede pronosticar con precisión considerable, es razonable usar una política de inventarios que suponga que los pronósticos siempre serán muy precisos. Este es el caso de la demanda conocida donde se usa un modelo de inventarios determinístico. Sin embargo, cuando no se puede predecir con exactitud, es necesario usar un modelo de inventario estocástico donde la demanda en cualquier periodo es una variable aleatoria en lugar de una constante conocida” [11]. La clasificación de modelos de inventarios de acuerdo al tipo de demanda, se muestra en la Figura 2.1.

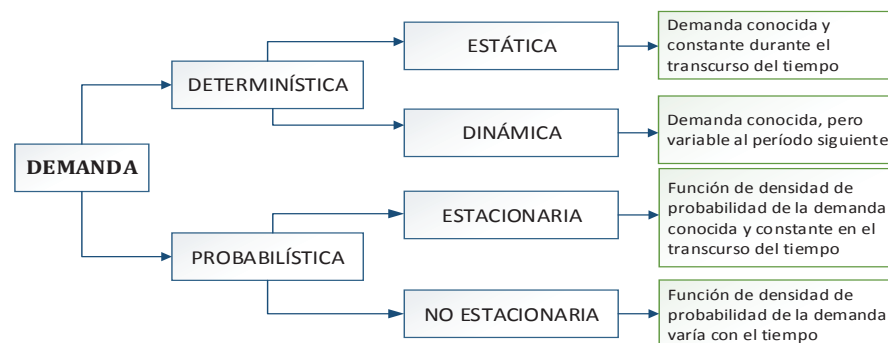


Figura 2.1 Modelos de inventarios de acuerdo al tipo de demanda

Fuente: (Taha, Hamdy A, 2012, pág. 458)

Es recomendable un balance entre la precisión y la simplicidad. No es deseable un modelo simplificado que no represente la realidad, ni un modelo tan complejo que sea analíticamente intratable.

A continuación, se exponen principales modelos de inventarios, de los cuáles no se toman en cuenta aquellos modelos que incluyan costo de producción y descuento por volumen de pedido debido a las características propias de la empresa.

2.1.1.4. Modelos Determinísticos de Inventario

2.1.1.4.1. Modelos Estáticos de Cantidad Económica de Pedido (CEP, EOQ)

Los modelos estáticos de CEP (o modelos de lote económico de pedido EOQ) sirven para el análisis de inventarios, donde la demanda es conocida y constante durante el transcurso del tiempo.

2.1.1.4.1.1. Modelo CEP clásico

Es el más sencillo y menos realista de los modelos de inventario, se basa en los siguientes supuestos [12]:

- Tasa de demanda constante y conocida.
- Las existencias se agotan uniformemente.
- Programación para un sólo producto.
- El artículo se compra por pedidos.
- Costos constantes durante el horizonte de planificación.
- No hay faltantes
- No hay descuentos

Para conocer una política óptima en el modelo CEP, consideramos el nivel de inventario como una función del tiempo, la gráfica se asemeja a dientes de sierra (véase Figura 2.2) donde el tiempo entre dos sucesivas reposiciones es un ciclo.

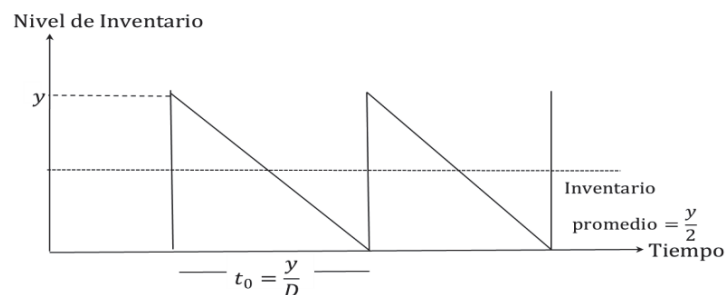


Figura 2.2 Modelo clásico CEP

Fuente: (Taha, Hamdy A, 2012, pág. 460)

Definimos:

D = Tasa de demanda (unidades por unidad de tiempo)

c = Costo unitario de compra (\$/Ud.)

K = Costo de orden o pedido (\$/ pedido)

h = Costo de almacenamiento (\$ por unidad en inventario por unidad de tiempo)

y = Cantidad de pedido (número de unidades)

$TCU(y)$ = Costo total de inventario del ciclo

t_0 = Duración del ciclo de pedido (unidades de tiempo)

L = Tiempo de entrega

L_e = Tiempo de espera efectivo

La cantidad óptima y^* (se determina minimizando $TCU(y) = \frac{K+h(\frac{y}{2})t_0}{t_0}$), y el tiempo óptimo t_0^* de pedido para este modelo de inventarios son los siguientes:

$$y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad \text{¿Cuánto pedir?} \quad (2.2)$$

$$t_0^* = \frac{y^*}{D} \quad \text{¿Cuándo pedir?} \quad (2.3)$$

En la Figura 2.3 se muestra que el punto de reorden, se da cuando el nivel de inventarios baja a LD unidades

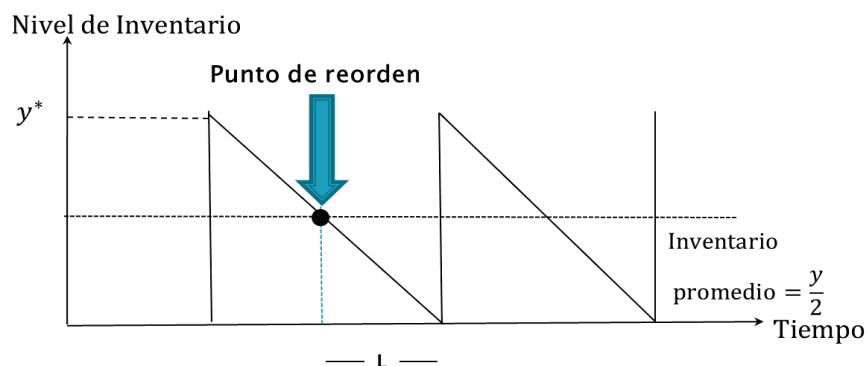


Figura 2.3 Punto de reorden en modelo clásico CEP

Fuente: (Taha, Hamdy A, 2012, pág. 461)

Además, si $L > t_0^*$, debemos calcular el tiempo de espera efectivo L_e .

$$L_e = L - \eta t_0^* \quad \text{Donde } \eta = 1 \quad (2.4)$$

Pues, el punto de reorden = $L_e D$ unidades.

Por tanto, la política óptima de pedido es:

Pedir la cantidad y^ cada vez que el nivel de inventarios descienda a $L_e D$ unidades.*

2.1.1.4.1.2. Modelo CEP de varios artículos con limitación de almacenamiento

En este modelo se basa en los siguientes supuestos [13]:

- Se estudia el caso $n > 1$ artículos.
- No hay faltantes.
- Los artículos compiten por un espacio en el almacenamiento limitado.

Notación:

D_i = Tasa de demanda

K_i = Costo de preparación

h_i = Costo unitario de almacenamiento por unidad de tiempo

y_i = Cantidad de pedido

a_i = Área de almacenamiento necesario por unidad de inventario

A = Área máxima de almacenamiento para los n artículos

Para encontrar la política óptima, se deben seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Calcular $y_i^* = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i}}$, $i = 1, 2, \dots, n$

Paso 2: Comprobar si y_i^* , $1, \dots, n$, satisface la restricción de almacenamiento.

Si la satisfacen, detenerse, puesto que la solución encontrada es óptima.

Caso contrario ir al paso 3.

Paso 3: Resolver el problema con restricciones usando el método de Multiplicadores de Lagrange para determinar los valores restringidos óptimos de las cantidades de pedido.

Donde $\lambda < 0$. Función de Lagrange:

$$\begin{aligned}
 L(\lambda, y_1, y_2, \dots, y_n) &= \text{TCU}(\lambda, y_1, y_2, \dots, y_n) - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i y_i - A \right) \\
 &= \sum_{i=1}^n \frac{K_i D_i}{y_i} + \frac{h_i y_i}{2} - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i y_i - A \right)
 \end{aligned}$$

Resolviendo, se tiene:

$$y_i^* = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}} \quad (2.5)$$

Se puede resolver el problema de optimización en un Solver (Excel, Gams).

2.1.1.4.2. Modelos Dinámicos de Cantidad Económica de Pedido (CEP, EOQ)

Ahora nos enfocamos en modelos donde la demanda es conocida, pero varía con el tiempo.

2.1.1.4.2.1. Modelo Wagner-Whitin

El objetivo de este modelo es minimizar el costo de ordenar y mantener el inventario. “La optimización está basada en una programación dinámica y evalúa todas las maneras posibles de ordenar para cubrir la demanda en cada horizonte de planificación” [14].

Supuestos:

- La demanda varía con el tiempo.
- Costos de inventario, mantenimiento e instalación variables en n períodos.
- En cada período, al colocar un nuevo pedido se evalúa el costo de colocar sumado al mejor costo posible del anterior período; y, se compara con las opciones restantes. Una vez costeadas todas las opciones, se elige el menor costo y se guarda para las etapas subsiguientes.
- Plazos de entrega son cero, una orden llega tan pronto como se coloca.
- La demanda ocurre al inicio del período.
- No hay faltantes.

2.1.1.4.2.2. Heurístico Silver-Meal

El objetivo es minimizar los costos de orden de compra y de almacenamiento por período, en función del número de períodos futuros.

Supuestos [15]:

- Costos de producción constante en todos los períodos.
- Costos de colocación y almacenamiento variables en cada período.
- La demanda futura se puede satisfacer con la demanda del período actual, la heurística identifica períodos futuros sucesivos.
- No pronostica el costo de faltante.
- No incluye descuento por volumen.

2.1.1.5. Modelos Probabilísticos de Inventario

En este tipo de modelos, la demanda está sujeta a una cantidad de incertidumbre y variabilidad, se considera variable aleatoria discreta o continua en cualquier período de tiempo.

2.1.1.5.1. Modelos de decisión única (Período único)

En muchas situaciones, el decisor desea saber qué cantidad de producto ordenar, q . Después de determinar q , se observa el valor d , que asume una variable aleatoria discreta o continua D (demanda). El que toma las decisiones genera un costo $c(d, q)$, que depende de d y q .

El modelo de decisión única (o de período único) se basa en ordenar una sola vez en cada ciclo, con el fin de minimizar el costo esperado $E(q)$, de quien toma las decisiones si elige q artículos.

2.1.1.5.1.1. Análisis Marginal

En cualquier modelo probabilístico se desea minimizar $E(q)$. Supongamos que D es una variable aleatoria discreta (v.a.d.), la probabilidad que la v.a.d. tome el valor d , puede ser representado como $P(D = d) = P(d)$. $E(q)$ de ordenar q artículos y tener una demanda d se puede expresar de la siguiente manera:

$$E(q) = \sum_d p(d)c(d, q) \quad (2.6)$$

Generalmente, en las aplicaciones prácticas, $E(q)$ es una función convexa de q . Sea q^* el valor de q que minimiza $E(q)$, q^* es el valor mínimo de q .

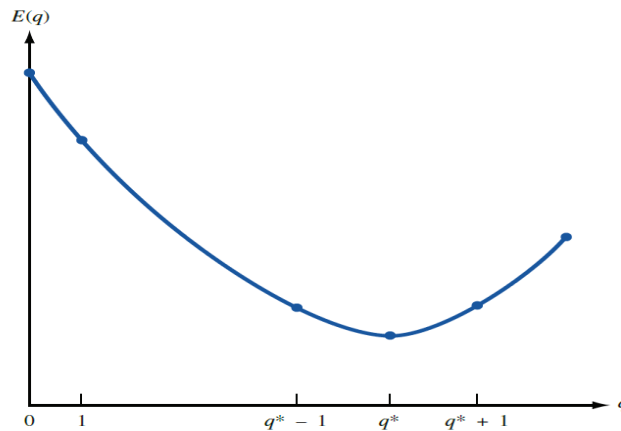


Figura 2.4 Determinación de q^* mediante análisis marginal

Fuente: (Wayne L W. , 2004, pág. 881)

El análisis marginal va considerar qué sucede si se ordena una unidad más que v_i , valor q inicial.

$$\begin{aligned}
 E(1) - E(0) &\leq 0 \\
 E(2) - E(1) &\leq 0 \\
 &\vdots \\
 E(q^*) - E(q^* - 1) &\leq 0 \\
 E(q^* + 1) - E(q^*) &\geq 0
 \end{aligned}
 \tag{2.7}$$

2.1.1.5.2. Modelos de decisión única con demanda discreta

Hipótesis:

- Por lo general, el departamento de compras tiene que decidir cuántas unidades pedir, q^* .
- La demanda D es una variable aleatoria discreta (v.a.d.) entera no negativa, sigue una distribución de probabilidad $p(d)$.
- El costo esperado $E(q)$ de ordenar q artículos y tener una demanda d

$$E(q) = \sum_d p(d)c(d, q)$$

- El costo $c(d, q)$ depende de la cantidad demandada d

$$c(d, q) = \begin{cases} C_0 q + \text{términos sin } q & \text{si } d \leq q \\ -C_u q + \text{términos sin } q & \text{si } d \geq q + 1 \end{cases}
 \tag{2.8}$$

Caso 1. $d \leq q$. Sucede con probabilidad $P(D \leq q)$.

Caso 2. $d \geq q + 1$. Sucede con probabilidad $P(D \geq q + 1)$.

C_o : Costo de sobreabastecimiento (costo unitario de comprar demasiado).

C_u : Costo de subabastecimiento (costo unitario de tener faltantes).

- Si $E(q)$ se reduce al mínimo, la cantidad óptima a ordenar q^* es:

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad (2.9)$$

Este tipo de modelos de inventarios, también se denomina problema del vendedor de periódicos con demanda discreta.

2.1.1.5.2.1. Análisis Marginal para demanda discreta

Analizamos las siguientes ecuaciones dadas:

$$E(q + 1) - E(q) = C_o q P(D \leq q) - C_u q (1 - P(D \leq q))$$

$$E(q + 1) - E(q) = (C_o + C_u) q (P(D \leq q)) - C_u q$$

Esto es positivo si: $(C_o + C_u) (P(D \leq q)) - C_u \leq 0$

Sea $F(q) = P(D \leq q)$ función de distribución de la demanda, obtenemos $F(q^*)$

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

$$F(q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

Con $F(q^*)$ definimos q^* (la cantidad óptima a pedir).

2.1.1.5.3. Modelos de decisión única con demanda continua

Hipótesis:

- La demanda D es una variable aleatoria continua (v.a.c.), con función de densidad $f(d)$.
- Se incurre en un costo $c(d, q)$ de acuerdo con las unidades q solicitadas

$$c(d, q) = \begin{cases} C_o q + \text{términos sin } q & \text{si } d \leq q \\ -C_u q + \text{términos sin } q & \text{si } d \geq q \end{cases} \quad (2.10)$$

C_o : Costo de sobreabastecimiento y C_u : costo de subabastecimiento.

- Si se coloca un pedido de q unidades, y se tiene una demanda d el costo esperado $E(q)$ se expresa como:

$$E(q) = \int_0^q C_o q f(t) dt + \int_q^{+\infty} (-C_u) q f(t) dt + \text{términos sin } q. \quad (2.11)$$

- Si $E(q)$ se reduce al mínimo valor de q , encontramos el valor óptimo q^* , que a diferencia del caso discreto se obtiene mediante una igualdad,

$$P(D \leq q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad (2.12)$$

Este tipo de modelos de inventarios, también se denomina problema del vendedor de periódicos con demanda continua.

2.1.1.5.3.1. Análisis Marginal para demanda continua

$$E(q^* + 1) - E(q^*) \geq 0$$

$$E(q^* + 1) = \int_0^{q^*+1} C_o (q^* + 1) f(t) dt - \int_{q^*+1}^{\infty} C_u (q^* + 1) f(t) dt \quad (2.13)$$

$$E(q^*) = \int_0^{q^*} C_o (q^*) f(t) dt - \int_{q^*}^{\infty} C_u (q^*) f(t) dt \quad (2.14)$$

$$(2.13) - (2.14) \geq 0$$

$$E(q^* + 1) - E(q^*) = C_o \int_0^{q^*} f(t) dt - C_u \left(1 - \int_0^{q^*} f(t) dt \right) \geq 0$$

Donde: $\int_0^{q^*} f(t) dt = P(D \leq q^*)$

Resolviendo, se obtiene:

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad (2.15)$$

La distribución continua busca el valor q^* , para lo cual se iguala la relación (2.15)

$$P(D \leq q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

$$F(q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

Con $F(q^*)$ definimos q^* .

2.1.1.5.4. Modelos de Revisión Continua

2.1.1.5.4.1. Modelo CEP semi-probabilístico

Modelo semi-probabilístico del modelo CEP determinístico, utiliza existencias de reserva para satisfacer las demandas probabilísticas.

Supuestos:

- La demanda sigue una distribución de probabilidad normal, $N(D, \sigma)$.
- Busca mantener existencias de seguridad constantes que eviten la probabilidad de faltantes.

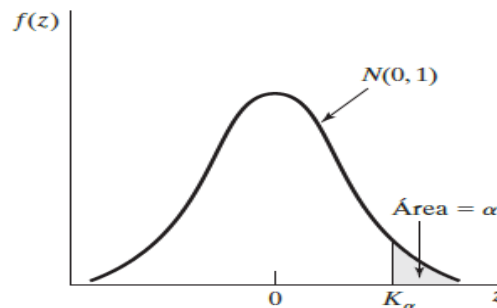


Figura 2.5 Probabilidad de que se agoten las existencias, $P\{z \leq K_\alpha\} = \alpha$
Fuente: (Taha, Hamdy A, 2012, pág. 555)

2.1.1.5.4.2. Modelo CEP probabilístico

Éste modelo es más exacto, incluye la demanda aleatoria en la formulación.

La política exige pedir la cantidad y^* , siempre que la cantidad del inventario se reduzca a R . y^* y R se determinan minimizando la suma esperada de los costos de retención y los costos de faltantes por unidad de tiempo.

Supuestos:

- La demanda durante un tiempo de espera sigue una distribución de probabilidad estacionaria
- Demanda no satisfecha se acumula.
- No se permite más de un pedido pendiente.

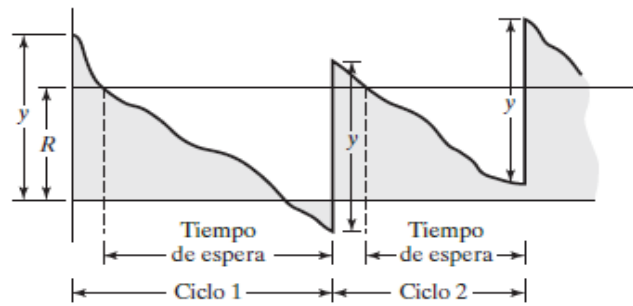


Figura 2.6 Modelo de inventario probabilístico con faltantes

Fuente: (Taha, Hamdy A, 2012, pág. 556)

2.1.1.5.5. Modelo de Revisión Periódica

Cuando el portafolio de productos es grande, el modelo de revisión continua se vuelve complejo produciendo costos en tiempo y dinero. A diferencia del modelo de revisión periódica, se revisa el inventario cada cierto intervalo de tiempo (mensualmente); y, los pedidos se colocan en dicho período de tiempo si se requiere.

Obtenemos el costo de la política de revisión periódica a través de:

Definimos:

T = Frecuencia de pedidos

D = Tasa de demanda

K = Costo por pedido

C = Costo de compra

h = Costo de almacenamiento

$$\text{Costo de pedido anual} = C_p = K * \left(\frac{1}{T}\right)$$

$$\text{Costo de almacenamiento anual} = C_a = \left[\left(\frac{1}{2}D * T\right) + S \right] * h$$

$$\text{Costo de compra anual} = C_c = D * C$$

$$\text{Costo total anual} = C_p + C_a + C_c$$

2.1.1.5.6. Simulación

Para el modelo de simulación la demanda y el tiempo de entrega son variables aleatorias con los que se hacen simulación bajo la metodología de simulación de Montecarlo; éstos cálculos se pueden realizar con Crystal Ball.

El objetivo de este modelo de inventario es generar mayor utilidad, minimizando el costo de inventario; para ello se busca valores óptimos de la cantidad de pedido y el punto de reorden.

Éste es el método que más se aproxima a la realidad, siempre y cuando la simulación esté correctamente formulada y sus datos sean suficientes y confiables.

2.1.2. MODELOS DE INVENTARIOS CON DEMANDA DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD CONOCIDA

Generalmente los inventarios tienen demanda probabilística, partiendo de los modelos de inventarios de un período (tienen como fundamento teórico en el análisis marginal), la demanda se distribuye según una función de probabilidad.

Las funciones de distribuciones de probabilidad para la demanda discreta y continua que se analizarán en esta sección serán tomadas del libro: *Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería*, de Montgomery y Runger [16].

Los resultados obtenidos con las funciones de distribuciones son tan importantes y fáciles de aplicar para la estimación de la cantidad óptima a pedir (q^*) que está en función del costo y el punto de reorden.

2.1.2.1. Modelo de inventarios probabilísticos con demanda discreta

Cuando la demanda sigue una distribución de probabilidad discreta, tomamos como base el análisis marginal desarrollado en el modelo de decisión única con demanda discreta. Donde, la demanda es probabilística, pero se conoce su distribución de probabilidad, $p(d)$, y el costo $c(d, q)$. Para conocer la cantidad la pedir q^* (que minimiza los costos) empleamos la ecuación obtenida, en el modelo de decisión única, siendo la siguiente:

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad (2.16)$$

Donde, C_o : costo de sobreabastecimiento, C_u : costo de subabastecimiento.

A continuación analizamos modelos de inventarios donde la demanda sigue una distribución de probabilidad discreta conocida.

2.1.2.1.1. Demanda con distribución Binomial

Sea D una demanda aleatoria discreta que sigue una distribución *Binomial* con función de probabilidad:

$$f(d; n, p) = \binom{n}{d} p^d (1-p)^{n-d} \quad \text{si } d = 0, 1, 2, \dots, n$$

Siendo $n \in \{1, 2, 3, \dots\}$, $p \in (0, 1)$ espacio paramétrico de la distribución de probabilidad.

Se obtiene q^* de la ec. (2.16).

$$P(D \leq q^*) = \sum_{d=0}^{q^*} \binom{n}{d} p^d (1-p)^{n-d} \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}, \quad q^* = 1, 2, \dots, n \quad (2.17)$$

Estimamos q^* , por medio del programa estadístico *R versión 3.1.2* con parámetros arrojados por la herramienta *Crystal Ball*.

2.1.2.1.2. Demanda con distribución Binomial Negativa

Sea D una demanda aleatoria discreta, con distribución *Binomial Negativa* y parámetro (k, p) . Se obtiene q^* de la ec. (2.16).

$$P(D \leq q^*) = \sum_{d=k}^{q^*} \binom{d-1}{k-1} p^k (1-p)^{d-k} \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}, \quad q^* = 1, 2, \dots, n \quad (2.18)$$

Estimamos q^* , por medio de *R versión 3.1.2*. y con la parámetros dados por la herramienta *Crystal Ball*.

2.1.2.1.3. Demanda con distribución Poisson

Para productos con demanda discreta D y función de probabilidad *Poisson* con parámetro $\lambda > 0$:

$$f(d; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^d}{d!} \quad \text{si } d = 0, 1, 2, \dots$$

A partir de la ec. (2.16) se tiene,

$$P(D \leq q^*) = \sum_{d=0}^{q^*} e^{-\lambda} \frac{\lambda^d}{d!} \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}, \quad q^* = 1, 2, \dots, n \quad (2.19)$$

Para estimar q^* , recurrimos al programa *R versión 3.1.2* usando parámetros otorgados por la herramienta *Crystal Ball*.

2.1.2.1.4. Demanda con distribución Geométrica

Para productos con demanda discreta D que siguen una distribución de probabilidad *geométrica* la función de probabilidad con parámetro p :

$$f(d; p) = p(1 - p)^{d-1} \quad \text{si } d = 1, 2, 3, \dots, b$$

Se tiene a partir de la ec. (2.16):

$$P(D \leq q^*) = \sum_{d=0}^{q^*} p(1 - p)^{d-1} = p \sum_{i=0}^{q^*} (1 - p)^{d-1} = p \frac{1 - (1 - p)^{q^*}}{1 - (1 - p)} = 1 - (1 - p)^{q^*}$$

Despejando, determinamos q^* ,

$$P(D \leq q^*) = 1 - (1 - p)^{q^*} \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

$$q^* \geq \frac{\ln\left(1 - \frac{C_u}{C_o + C_u}\right)}{\ln(1 - p)} \quad (2.20)$$

Calculamos q^* con el programa *R* y con el uso de parámetros arrojados por la herramienta *Crystal Ball*.

2.1.2.2. Modelos de inventarios probabilísticos con demanda continua

De forma similar que en el caso discreto, partimos del análisis marginal, donde la demanda D , es una variable aleatoria continua (v.a.c.) cuya función de densidad de probabilidad es $f(d)$, y el costo, $c(d, q)$.

A diferencia de la demanda discreta, en el continuo, la cantidad óptima a solicitar q^* , será mediante una igualdad. Es decir, $E(q)$ se minimiza al ordenar q^* unidades, que satisface,

$$P(D \leq q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad (2.21)$$

A continuación analizamos modelos de inventarios donde la demanda sigue una función de distribución continua conocida.

2.1.2.2.1. Demanda con función de distribución Uniforme

Sea D una v.a.c. distribuida uniformemente sobre el intervalo (a, b) , con función de densidad:

$$f(t) = \frac{1}{b-a} \quad \text{si } a < t \leq b$$

La función de distribución uniforme se puede calcular analíticamente mediante la fórmula

$$P(D \leq q^*) = \begin{cases} 0 & \text{si } q^* \leq a \\ \frac{q^* - a}{b - a} & \text{si } a < q^* \leq b \\ 1 & \text{si } q^* > b \end{cases}$$

Despejando e igualando a la ec. (2.21) se obtiene q^* ,

$$P(D \leq q^*) = \frac{q^* - a}{b - a} = \frac{C_u}{C_o + C_u}.$$

$$q^* = \frac{C_u}{C_o + C_u} (b - a) + a \quad (2.22)$$

Donde, a es la demanda mínima posible y b la demanda máxima posible.

Calculamos q^* mediante el programa R y con los parámetros dados por *Crystal Ball*.

2.1.2.2.2. Demanda con función de distribución Normal

Sea D una v.a.c. distribuida normalmente con parámetros (μ, σ^2) , $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$; y, función de densidad:

$$f(t; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad -\infty < t < \infty.$$

Entonces,

$$P(D \leq q^*) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{q^*} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTÁNDAR:

Para calcular q^* estandarizamos la función normal. La transformación $Z = \frac{D-\mu}{\sigma}$ nos proporciona valores de una distribución normal de media cero y varianza uno, $\mathcal{N}(0,1)$.

Definimos la función de distribución normal estandarizada,

$$\Phi(q^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{q^*} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Obtenemos q^* , igualando con (2.21):

$$P(D \leq q^*) = P\left(Z \leq \frac{q^* - \mu}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{q^* - \mu}{\sigma}\right) = \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

$$\frac{q^* - \mu}{\sigma} = \Phi^{-1}\left(\frac{C_u}{C_o + C_u}\right)$$

$$q^* = \sigma\Phi^{-1}\left(\frac{C_u}{C_o + C_u}\right) + \mu \quad (2.23)$$

Los valores de la función de distribución normal con parámetros μ y σ^2 se obtienen de la tabla de distribución normal estándar.

Calculamos la cantidad a pedir q^* , con el programa R y con valores de parámetros de *Crystal Ball*.

2.1.2.2.3. Demanda con función de distribución Gamma

Sea D v.a.c. que sigue una distribución *Gamma* con parámetros (α, λ) , $\alpha > 0$ y $\lambda > 0$, y con función de densidad,

$$f(t) = \begin{cases} \frac{\lambda e^{-\lambda t} (\lambda t)^{\alpha-1}}{(\alpha-1)!} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

Para determinar q^* , se parte de (2.21), donde $P(D \leq q^*) = F_D(q^*)$. Resolviendo, encontramos q^* :

$$q^* = F_D^{-1} \left(\frac{C_u}{C_o + C_u} \right). \quad (2.24)$$

Se puede encontrar q^* por medio de tablas estadísticas de cuantiles para distribución gamma o paquetes estadísticos. En nuestro caso, encontramos valores de los parámetros utilizando la herramienta *Crystal Ball*; y, q^* mediante el programa estadístico *R versión 3.1.2*.

2.1.2.2.4. Demanda con función de distribución Exponencial

Sea D una v.a.c. que tiene una distribución *Exponencial*, con parámetro $\lambda > 0$ (tasa media de ocurrencia) con función de densidad:

$$f(t; \lambda) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda t} & \text{para } t > 0 \text{ y } \lambda > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Su función de distribución será,

$$P(D \leq q^*) = \int_0^{q^*} f(t) dt = \begin{cases} 0 & \text{si } t \leq 0 \\ 1 - e^{-\lambda q^*} & \text{para } t \geq 0 \end{cases}$$

2.1.2.2.5. Demanda con función de distribución Weibull

Sea D una v.a.c. que tiene una distribución Weibull con parámetros $\nu, \alpha, \text{ y } \beta$, su función de densidad está dada por:

$$f(t) = \begin{cases} \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t-\nu}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\nu}{\alpha} \right)^\beta} & \text{si } t > \nu \\ 0 & \text{si } t \leq \nu \end{cases}$$

Para determinar q^* resolvemos lo siguiente:

$$P(D \leq q^*) = \int_{\nu}^{q^*} \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t-\nu}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\nu}{\alpha} \right)^\beta} dx$$

$$P(D \leq q^*) = 1 - e^{-\left(\frac{q^*-\nu}{\alpha} \right)^\beta}$$

$$1 - e^{\left(\frac{q^* - v}{\alpha}\right)^\beta} = \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

Resolviendo se obtiene q^* para una distribución Weibull:

$$q^* = v + \alpha \sqrt[\beta]{\ln\left(1 + \frac{C_u}{C_o}\right)} \quad (2.25)$$

Debido a la complejidad de encontrar q^* manualmente, recurrimos al programa estadístico *R* y con la ayuda de la herramienta *Crystal Ball* encontramos los parámetros para la distribución Weibull.

2.1.3. INDICADORES DE RENTABILIDAD

Los indicadores de rentabilidad sirven para medir la efectividad de la administración de una empresa controlando sus costos y gastos; y, de esta manera generar utilidades en base a ventas o inversiones.

Según la Superintendencia de Compañías del Ecuador [17] los índices de rentabilidad se dividen en: margen y rentabilidad, de acuerdo a la estructura descrita en la Figura 2.7:

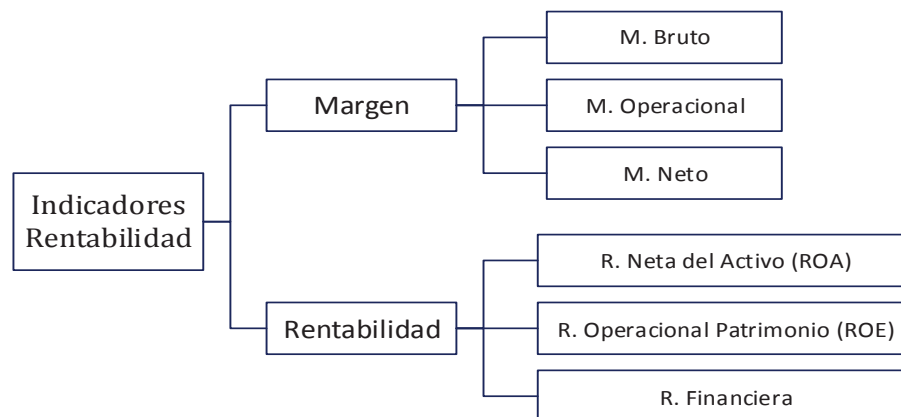


Figura 2.7 Clasificación de Indicadores de Rentabilidad
Elaboración: La autora

2.1.3.1. Margen Bruto

Este índice indica la rentabilidad de las ventas frente al costo de ventas y la capacidad de la empresa para generar utilidades después que haya pagado sus gastos operativos e impuestos. Es la proporción de las ventas que se convierten en ganancias.

$$\text{Margen bruto} = \frac{\text{Ventas} - \text{Costo de Ventas}}{\text{Ventas}}$$

$$\text{Margen bruto} = \frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas}} \quad (2.26)$$

2.1.3.2. Margen Operacional

Son las utilidades netas que logra la empresa en el valor de cada venta. La utilidad operacional está compuesta por costos de ventas, gastos operacionales de administración y ventas; los gastos financieros no son considerados.

El indicador muestra si el negocio es o no lucrativo independientemente de la forma como ha sido financiado.

$$\text{Margen operacional} = \frac{\text{Utilidad Operacional}}{\text{Ventas}} \quad (2.27)$$

2.1.3.3. Margen Neto (Rentabilidad Neta de Ventas)

Indica la utilidad obtenida por cada unidad de venta. Muestra si las ventas son muy bajas o que los gastos son muy altos o ambas.

$$\text{Margen neto} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas}} \quad (2.28)$$

2.1.3.4. Rentabilidad Neta del Activo (ROA)

Éste indicador determina la capacidad del activo para producir utilidades, independientemente de cómo se haya financiado el activo.

$$\text{Rentabilidad neta del activo} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas}} \times \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo Total}}$$

$$\text{Rentabilidad neta del activo} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo total}} \quad (2.29)$$

2.1.3.5. Rentabilidad Financiera (ROE)

Este indicador mide el beneficio neto generado en relación a la inversión de los propietarios de la empresa. Refleja además, las expectativas de los accionistas, que suelen estar representados por el costo de oportunidad, que indica la rentabilidad que dejan de percibir en lugar de optar por otras alternativas de inversión de riesgo.

La siguiente ecuación permite identificar qué factores están afectando a la utilidad de los accionistas.

$$\begin{aligned}
 \text{Rentabilidad financiera} &= \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo}} \times \frac{\text{UAI}}{\text{Ventas}} \times \frac{\text{Activo}}{\text{Patrimonio}} \times \frac{\text{UAI}}{\text{UAI}} \times \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{UAI}} \\
 \text{Rentabilidad financiera} &= \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio}} \quad (2.30)
 \end{aligned}$$

2.1.3.6. Rentabilidad Operacional del Patrimonio

Con este indicador se puede identificar la rentabilidad de los accionistas sobre el capital invertido en la empresa, sin tomar en cuenta gastos financieros, impuestos y participación de trabajadores.

Evalúa el nivel de retorno generado por el patrimonio, entre más alto mejor.

$$\text{Rentabilidad operacional del patrimonio} = \frac{\text{Utilidad Operacional}}{\text{Patrimonio}} \quad (2.31)$$

2.2. METODOLOGÍA

Una vez analizados los modelos de inventarios es necesario construir reglas para el diseño y aplicación. Para la resolución del problema planteado la investigación se sustenta de instrumentos matemáticos, estadísticos, financieros y computacionales.

Es necesario conocer las características de los productos de mayor rotación por su importancia para la empresa y las características de la demanda (coeficiente de variación y distribución de probabilidad). Las funciones de distribución de probabilidad vistas en el fundamento teórico 2.1.2, se utilizan para ver qué tipo de distribución de probabilidad sigue la demanda del producto. Una vez conocidas las características del producto se selecciona la política más adecuada.

Los datos (registros de ventas, de pedidos, detalle de productos, la demanda, costo de almacenamiento, tiempo de pedido entre otros) proporcionados por la empresa Baldosines Alfa S.A., serán procesados cuantitativamente y servirán para el análisis planteado.

Para el análisis de la rentabilidad de la empresa se usarán los siguientes datos: utilidad bruta, utilidad neta, ingresos por ventas entre otros.

Para el diseño y aplicación de la política de administración de inventarios de la empresa, se seguirán los siguientes pasos:

1. Estudio de las teorías de inventarios, analizado en la sección 2.1.1.
2. Análisis de la situación actual en la administración de inventarios, a partir de la recopilación y procesamiento de datos correspondiente al historial de ventas.
3. Diseño o selección del modelo de administración de inventarios que mejor se acople a las características del comportamiento de su sistema de inventarios.
4. Aplicación del modelo de inventario seleccionado, para señalar cuándo y cuánto conviene reabastecer, mediante la Simulación de Montecarlo (para evitar faltantes o exceso de inventario).

Finalmente, con los resultados obtenidos se medirán los índices de rentabilidad futuros; y, se realizará un análisis y evaluación financiera, usando las fórmulas de índices de rentabilidad.

A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de los modelos de inventarios revisados en el fundamento teórico, mismos que nos ayudará a tomar decisiones en la elección de la mejor política de inventarios.

2.2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE INVENTARIOS

Para el presente caso de estudio, es importante recalcar que la empresa corresponde a una organización comercializadora de productos de construcción provenientes de Colombia. Sus productos están clasificados por algunos parámetros como son: bodega, código, descripción, unidad de medida entre otros. Por lo tanto, nos enfocamos específicamente en bodegas y almacenes ubicados en la ciudad de Quito.

Analizamos la situación actual de inventarios investigando como manejan los inventarios en relación a la forma de codificación de las bodegas y productos; y, como realiza la gestión de inventarios. Para lo cual se aplicarán métodos como:

entrevista a los encargados del departamento de operaciones, observación del manejo de inventarios.

2.2.2. RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN REQUERIDA

Para simular una política de inventarios se necesitan fijar variables importantes que influyan en el inventario y recopilación de datos que se va a utilizar.

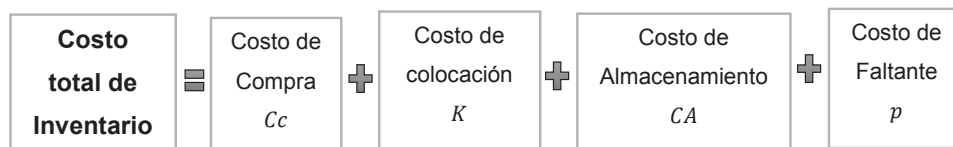
Una forma de recopilar los datos es mediante las siguientes actividades:

- Verificar la disponibilidad y suficiencia de datos.
- Determinar variables importantes.
- Realizar formatos para la recopilación para cada variable.
- Mediante la clasificación ABC se determina productos de mayor rotación.
- Los datos se recopilan, analizan y presentan en forma conveniente para este tipo de aplicación.

Antes de efectuar cualquier análisis, lo primero que hay que hacer es ordenar y seleccionar la información.

2.2.3. CÁLCULO DE COSTOS DE INVENTARIOS

Antes de realizar cualquier análisis de inventarios, es necesario calcular los costos que están relacionados con el caso de estudio. En la sección 2.1.1.2.1 se notó que un modelo de inventarios se basa en la siguiente función de costos:



2.2.3.1. Costo de compra (*Cc*)

Es el valor de los productos almacenados en la bodega [18]:

$$Cc = Q * P \quad (2.32)$$

Donde:

Q = Cantidad de material en existencia en el período considerado.

P = Costo unitario de material.

2.2.3.2. Costo de colocación (K)

Es llamado también costo de orden o reposición, son fijos e independientes de la cantidad solicitada [18]:

$$K = \frac{CAP}{N} \quad (2.33)$$

Donde:

CAP = Costo anual de los pedidos:

- Mano de obra o salarios para emisiones y procesamiento de pedidos.
- Materiales usados: formularios, papel, sobres entre otros.
- Costos indirectos: luz, agua, teléfono, gastos de oficina.
- Tramitación legal.
- Transporte, recepción.
- Medios de comunicación usados, entre otros.

2.2.3.3. Costo de almacenamiento (CA)

Se determina por el volumen mercancías que ocupan un espacio físico y de tiempo de permanencia en bodegas, consideramos los siguientes costos:

- Variables: cantidad del material y tiempo.
- Fijos: arriendos, pago de servicios (luz agua teléfono), gastos del personal de bodega, seguros, vigilancia, depreciación de maquinarias y equipos, mantenimiento, obsolescencia, entre otros.

Se calcula mediante la siguiente ecuación [18]:

$$CA = \frac{Q}{2} * T * P * TA \quad (2.34)$$

Donde:

T = Tiempo de almacenamiento.

TA = Tasa de almacenamiento expresada en porcentaje del precio unitario.

La tasa de almacenamiento (TA) es la suma de las siguientes tasas:

$$TA = Ta + Tb + Tc + Td + Te \quad (2.35)$$

Ta = Tasa de almacenamiento Físico:

$$Ta = \frac{A * Ca}{C * P} * 100 \quad (2.36)$$

Donde:

A = Área ocupada por las existencias.

Ca = Costo anual del metro cuadrado de almacenamiento.

C = Consumo anual del material.

Tb = Tasa de retorno del capital detenido en existencias:

$$Tb = \frac{G}{Q * P} * 100 \quad (2.37)$$

Donde:

G = Ganancia: precio de venta (V) – costo unitario del producto (P).

Tc = Tasa de seguros del material almacenado:

$$Tc = \frac{\text{Costo anual del equipo}}{Q * P} * 100 \quad (2.38)$$

Td = Tasa de transporte, manipulación y distribución del material: considera la depreciación de maquinaria, equipo de computación, transporte, entre otros.

$$Td = \frac{\text{Devaluación anual de equipo}}{Q * P} * 100 \quad (2.39)$$

Te = Tasa de obsolescencia del material:

$$Te = \frac{\text{Pérdidas anuales por antigüedad}}{Q * P} * 100 \quad (2.40)$$

2.2.3.4. Costo de faltante (p)

Es importante mantener productos disponibles para atender la demanda de clientes, ya que por la falta de productos en el momento en que se recibe el pedido, se genera un costo por las ventas no realizadas. Cada pedido desatendido implica un cliente insatisfecho, lo que conlleva a la pérdida del comprador potencial y consecuentemente la disminución de ventas futuras.

Este costo puede eliminarse con la implementación de un modelo de inventarios que no admita faltantes, por tanto se toma decisiones en base al costo de colocación y de almacenamiento.

2.2.4. PRODUCTOS DE MAYOR ROTACIÓN POR CLASIFICACIÓN ABC

Una organización por lo general tiene numerosos artículos en inventario, pero sólo un pequeño porcentaje de ellos merecen la más cuidadosa atención y mayor control. El propósito de clasificar los artículos en grupos es establecer el grado de control apropiado sobre cada uno.

La clasificación ABC se puede aplicar en la gestión de inventarios, conocido como el principio de Pareto. “El principio de Pareto establece que hay unos cuantos críticos y muchos triviales. El objetivo es enfocar los recursos en los pocos críticos y no en muchos triviales” [19].

El principio de Pareto procede de la regla del 80/20, aplicado a nuestro caso, sería que el 20% de ventas representa el 80% del importe sobre el volumen total de ventas en unidades monetarias.

2.2.4.1. Clasificación ABC

La clasificación ABC es un método que se usa para agrupar los artículos en tres clases basadas en el volumen anual de ventas (en dólares), para identificar aquellos que tienen mayor impacto sobre los costos de inventario [20].

Clasificamos los productos en función del volumen anual de ventas en unidades monetarias:

Tipo A: Representan alrededor del 20% del total de productos, pero significan aproximadamente el 80% del total de ventas. Por tanto, son los más importantes a los efectos del control y de mayor criticidad para el negocio.

Tipo B: Representan alrededor del 30% de los productos y alrededor del 15% del volumen total de ventas. Por tanto, son de importancia secundaria.

Tipo C: Representan aproximadamente el 5% del volumen total de ventas. Por tanto, son de importancia reducida y constituyen muy poco valor monetario del inventario.

Los pasos para la aplicación de la clasificación ABC es el siguiente:

1. Se elabora una tabla dinámica de la base de datos del historial de ventas anual de modo que el proceso quede automatizado para las bodegas que son objeto de estudio; y, se toma como variables los siguientes campos:
 - Bodega.
 - Año (Período 2005-2013).
 - Nombre del producto.
 - Volumen anual de ventas en unidades de medida básica (cantidad).
 - Costo unitario de cada artículo (P).
 - Volumen anual de ventas en unidades monetarias
 - Porcentaje de representación del volumen anual de ventas en unidades monetarias.
 - Porcentaje acumulado del porcentaje de representación.
 - Tipo Producto (Clasificación ABC).
2. Se calcula el valor monetario de cada artículo multiplicando el costo unitario por el volumen anual de ventas.
3. Se ordena los artículos en forma descendente según el valor monetario del volumen anual de ventas.
4. Nos enfocamos en el volumen anual de ventas en unidades monetarias, donde calculamos el porcentaje de representación, y con éste dato sacamos el porcentaje acumulado.
5. De acuerdo al principio de Pareto asignamos el tipo de producto cuyo valor monetario acumulado está entre:
 - 0% y 80%: Productos tipo A.
 - 80% y 95%: Productos tipo B.
 - 95% y 100%: productos tipo C.

A continuación, se muestra un ejemplo de aplicación de la metodología de clasificación ABC. Seleccionamos una bodega aleatoriamente. Los resultados

obtenidos se observan en la Tabla 2.1. Donde los productos tipo A están matizados de color amarillo, productos tipo B de color verde y productos tipo C de color rosado; y, en la Tabla 2.2 se muestra el resumen de clasificación ABC donde se puede apreciar el número total de productos de cada tipo, porcentaje de ventas entre otros.

Tabla 2.1 Modelo de Clasificación ABC para la bodega V080

BODEGA	V080					
NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado	Clasificación ABC
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	42100,00	7181,90	68,43%	0,17	68,43%	A
HURON CAMEL 28X43.2 -1	180,55	1270,34	12,10%	7,04	80,53%	B
CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	152,24	839,24	8,00%	5,51	88,53%	B
MARMOLIZADO BP GRIS 30.5X30.5 -1	169,26	810,42	7,72%	4,79	96,25%	C
CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	50,22	274,83	2,62%	5,47	98,87%	C
CENEFA MARIA LUISA CAFÉ PUNTA REDONDA 6X	110,00	49,16	0,47%	0,45	99,34%	C
CENEFA MARIA LUISA VERDE PUNTA REDONDA 6	92,00	44,58	0,42%	0,48	99,76%	C
CENEFA BOREAL VERDE PUNTA REDONDA 6X20 -	58,00	24,72	0,24%	0,43	100,00%	C
BONDEX PLUS 25 KG	0,00	0,00	0,00%	0,23	100,00%	C
TABLON TRADICION MOCCA 30X30	0,00	0,00	0,00%	11,44	100,00%	C
TABLETA GUAYACAN ROJO 9X18 -1	0,00	0,00	0,00%	5,52	100,00%	C
Total general	42912,27	10495,19	100,00%			

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

Tabla 2.2 Resumen: Clasificación ABC

Clasificación ABC: Bodega V080					
%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas (\$)	% Ventas
80%	A	1	9,09%	\$ 7.181,90	68,43%
95%	B	2	18,18%	\$ 2.109,58	20,10%
100%	C	8	72,73%	\$ 1.203,71	11,47%
Total		11	100,00%	\$ 10.495,19	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

El proceso de clasificación ABC se realizó para ocho bodegas ubicadas en la ciudad de Quito con un total 871 productos. De los cuales 159 resultaron ser tipo A.

En la siguiente figura se muestra el Diagrama de Pareto. En este gráfico se puede observar que el 20% de los productos clasificados como tipo A se encuentran a lado izquierdo dentro del rectángulo y bajo la curva, estos productos representan el 80% del volumen total de ventas en unidades monetarias. De modo que queda evidenciado el principio de Pareto que procede de la regla 80/20.

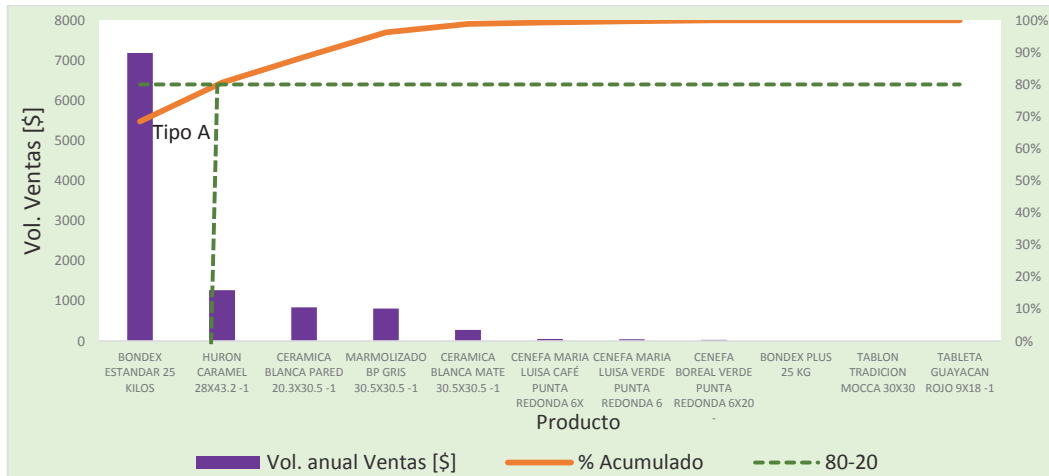


Figura 2.8 Diagrama de Pareto de la Bodega V080
Elaboración: La autora

2.2.5. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE DEMANDA

En una empresa comercializadora donde el portafolio de productos es extenso, el no contar con el valor aproximado de la demanda futura, puede ocasionar que ciertos productos se agoten o queden saturados. La demanda futura se puede estimar a partir de predicciones o pedidos reales de los clientes.

Para determinar un modelo de inventario es necesario predecir la demanda futura; a esta predicción se le denomina “pronóstico de demanda” la cual podemos pronosticar (o predecir) con datos históricos de la demanda.

A partir de la información histórica de la demanda, se analiza el coeficiente de variación C_v (indica la estabilidad o variabilidad de la demanda):

$$C_v = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Media}} * 100 = \frac{s}{\bar{x}} * 100 \quad (2.41)$$

Con el C_v estimamos el tipo de demanda en un modelo de inventario [21]:

1. Si $C_v < 20\%$ y la demanda es aproximadamente “constante”, se considera que la demanda es determinística y constante.
2. Si $C_v < 20\%$ y la demanda varía apreciablemente, se considera que la demanda es determinística y dinámica.
3. Si $C_v > 20\%$ y la demanda es aproximadamente “constante”, se considera que la demanda es probabilística y estacionaria.
4. Si $C_v > 20\%$ y la demanda varía apreciablemente, se considera que la demanda es probabilística y no estacionaria.

2.2.6. ESTIMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD QUE SIGUE LA DEMANDA

El objetivo de diseñar la política de gestión de inventarios, implica considerar distintas distribuciones de probabilidad que sigue la demanda. Para lo cual, se analiza el comportamiento de la demanda (discreta o continua). En el fundamento teórico (sección 2.1.2) se describió modelos de inventarios probabilísticos con demanda de distribución conocida.

Mediante métodos estadísticos se estima la distribución de probabilidad que sigue la demanda, en nuestro caso de estudio usaremos la herramienta *Crystal Ball versión 11.1.2.3.500*. *Crystal Ball* trabaja con *Microsoft Excel* (véase su uso en el Anexo 2.1), requiere de al menos 15 datos, contamos con demanda mensual en el período 2005-2013 (108 datos) expuesta en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Tabla dinámica para cálculo de la demanda mensual: 2005-2013

AÑO CÓDIGO BODEGA	(Varios elementos)		PRODUCTOS									
	(Todas)		DEMANDA MENSUAL 2005-2013									
	D010		CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	TABLON PORTAL SAHARA 30X15	TABLON TRADICION MOCCA 30X30	STONE ALMOND 20.3X30.5	TABLON TRADICION MORO 30X30	HURON CAREMEL 43.2X43.2 - 1	CAYENA BLANCO 43.2X43	HURON NATURAL 43.2X43.2	HURON CAREMEL 28X43.2
Mes / Año												
ene-05	3363,2	2014,53	0,05	1038	643,62	1077,27	0,005	0,035	25,43	153,86	28000	
feb-05	818,971	2427,39	101	473,86	494,78	870,018	0	0,035	0	69,08	15000	
mar-05	2776,65	1583,04	0,05	493,09	934,2	251,09	0	280,56	0	69,2	22500	
abr-05	166,08	1635,37	130,04	317	105,53	1	6,72	1,08	0	1793,66	12000	
may-05	2228,36	738,64	135	204	12,18	1,04	0	0	0	224,028	20000	
jun-05	1901,45	1008,21	43,09	102,18	276,8	56,31	0,005	0,035	0,186	8,332	3850	
jul-05	1027,68	924,976	79,04	17,09	2476,53	0	0	0	0	1,57	12000	
ago-05	349,52	2159,74	39,05	1032,18	1698,86	425,37	0	0,035	1,119	8,94	9575	
sep-05	1131,04	1454,84	88	161	0	614	960,96	95,76	161,28	1083,3	16500	
oct-05	1581,22	2375,22	67	35	112,45	536	2520	517,833	887,04	560,49	8725	
nov-05	916,9	1687,02	466	468	207,6	6	112,56	2266,51	440,16	383,08	10300	
dic-05	1979,12	584,04	367,045	757	0	0	3207,31	347,76	3859,15	227,65	15700	
ene-06	1619,7	1755,93	2,09	51	787,15	1275,09	3516,45	1587,79	1861,44	138,16	18850	
feb-06	2489,11	2957,77	578,045	84,186	2,48	15,837	3226,35	399,84	1358,56	0,241	7325	
mar-06	1095,3	1362,45	21	491	138,772	103,744	2981,62	70,747	741,631	315,57	17100	
abr-06	1586,47	483,693	334	2889	38,06	366	867,254	1065,12	1266,72	981,12	1,57	
may-06	994,75	773,76	93	647	0	7	1503,6	878,64	3126,48	4693,45	0	
jun-06	2316,47	1548,07	25,135	82,369	1005,56	264,555	159,603	1477,91	1786,22	297,565	41,315	
jul-06	432,5	644,03	45	79	349,46	129	390,95	2151,07	65,52	0	100	
ago-06	1824,39	693,78	330	95	121,1	18	33,6	2471,28	75,6	124,32	37,68	
sep-06	1058,97	2436,6	6,045	75	337,35	76	0	2588,77	181,627	89,227	1,57	
oct-06	788,88	1490,04	20,045	307,093	449,8	219,093	0	2,618	0,561	0	0	
nov-06	2309,55	388,74	64	870	512,08	94	0,005	962,64	0	1,68	113,04	
dic-06	915,17	474,3	14805,98	34	44,98	273	0	10,08	0	0	591,89	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

Una vez obtenido la distribución de probabilidad de los datos, buscamos los estimadores de los parámetros mediante tablas de dicha distribución, parámetros que son desplegados inmediatamente mediante la herramienta Crystal Ball.

Los pasos para ajustar la demanda de productos de mayor rotación² a una distribución de probabilidad con Crystal Ball se presenta en el Anexo 5.1.

En la Figura 2.9, se muestra la forma de la distribución a la que fue ajustada la demanda de un producto cualquiera; también se puede ver los parámetros de dicha distribución en la parte inferior.

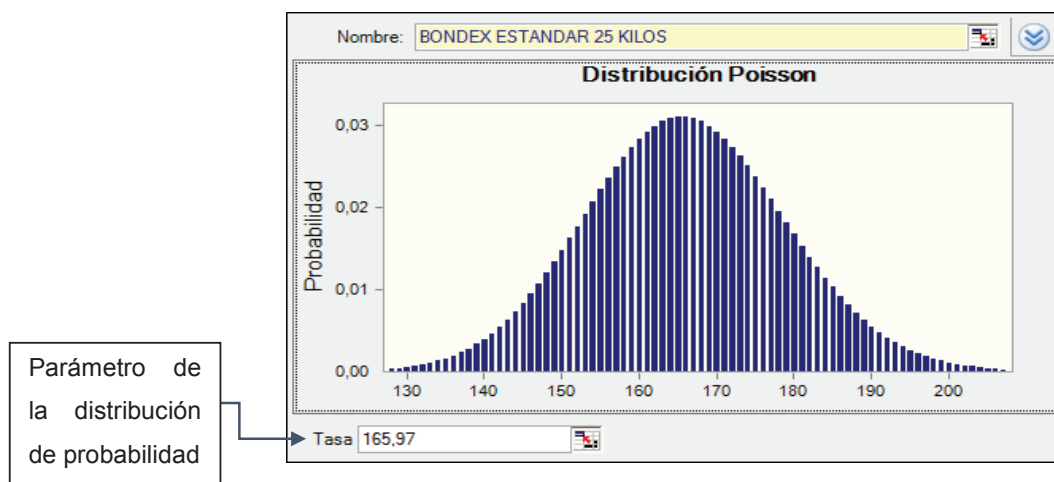


Figura 2.9 Demanda con distribución Poisson
Elaboración: La autora

En las siguientes figuras se puede observar las estadísticas y percentiles que da el programa al ajustar la demanda a una distribución de probabilidad.

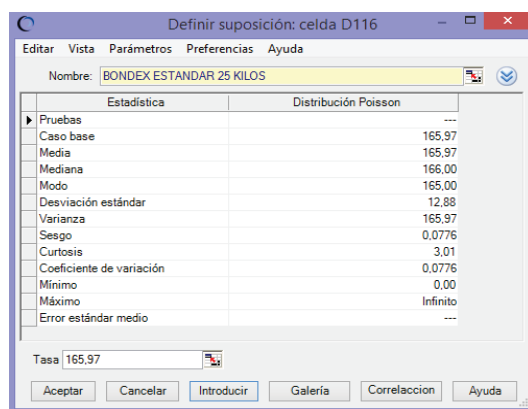


Figura 2.10 Cuadro de estadísticas de la distribución de probabilidad
Elaboración: La autora

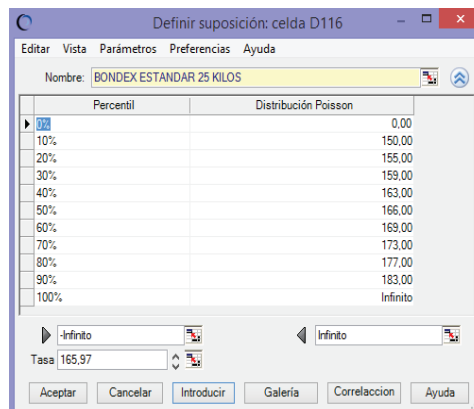


Figura 2.11 Cuadro de percentiles de la distribución de probabilidad
Elaboración: La autora

² El ajuste de la demanda de productos de mayor rotación de cada bodega de Quito se muestra en el CD adjunto.

2.2.7. PRONÓSTICOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS

Pronóstico es un proceso de estimación de un acontecimiento venidero proyectando hacia el futuro datos del pasado.

Predicción es proceso de estimación de un suceso futuro basándose en consideraciones personales con datos del pasado.

“Pronóstico es una predicción de acontecimientos futuros que se utiliza con propósitos de planificación” [22].

Por tanto, los pronósticos son importantes para toda empresa, son la base para la planeación de presupuesto y el control a largo plazo.

Por otro lado, los pronósticos también tienen como objetivo optimizar la asignación de recursos. La optimización probabilística está orientada a encontrar los mejores valores para maximizar o minimizar un resultado en condiciones de incertidumbre.

2.2.7.1. Pronósticos de la demanda

En este proyecto se usan pronósticos de la demanda mediante el uso de varios métodos cuantitativos. Es posible usar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura.

Estimamos pronósticos para la demanda mediante la herramienta *Crystal Ball*, el programa permite realizar cálculos de predicción los más acertados. Los pasos a seguir para predicciones de la demanda se exponen en el Anexo 6.1.

2.2.7.2. Métodos de previsión cuantitativos

“Los métodos de pronóstico pueden basarse en modelos matemáticos que utilizan los datos históricos disponibles, o en métodos cualitativos que aprovechan la experiencia administrativa y los juicios de los clientes, o en combinación de las dos cosas” [23].

Los pronósticos cuantitativos se basan en el análisis de series de tiempo. Existen cuatro métodos de previsión cuantitativos en *Crystal Ball* a fin de pronosticar el futuro de la demanda en base a datos históricos, su clasificación es:

1. Métodos no estacionales.

2. Métodos estacionales.
3. Métodos ARIMA.
4. Regresión Lineal.

En nuestro análisis usaremos los tres primeros métodos de previsión. A continuación se dan a conocer las implicaciones de cada uno.

2.2.7.2.1. Métodos de previsión no estacionales

Son apropiados cuando los datos no exhiben un comportamiento que se replique en el tiempo. Sin embargo, los datos pueden tener tendencia creciente o decreciente en el tiempo. Su clasificación es:

Sin tendencia:

- Promedio móvil simple
- Suavizado exponencial simple

Con tendencia:

- Promedio móvil doble
- Suavizado exponencial doble

2.2.7.2.2. Métodos de previsión estacionales

Útiles para datos que muestran un comportamiento repetitivo en intervalos regulares de tiempo. Su clasificación es:

Sin tendencia:

- Aditivo estacional
- Multiplicativo estacional

Con tendencia:

- Aditivo de Holt-Winters
- Multiplicativo de Holt-Winters

2.2.7.2.3. Métodos de previsión ARIMA

Suelen ser una buena alternativa para una gran cantidad de aplicaciones, especialmente para datos con pocos valores extremos.

2.2.8. SIMULACIÓN MONTECARLO

Actualmente, en el mundo de los negocios la simulación es ampliamente reconocida para predecir, explicar y ayudar a identificar soluciones óptimas. En particular, en este proyecto de investigación se utilizará simulación de Montecarlo donde se creará modelos de simulación con Crystal Ball y Visual Basic Administration - VBA (en Microsoft Excel).

La simulación es muy utilizada en el análisis de inventarios, ya que en la realidad, la mayoría de veces, la demanda y el tiempo de entrega son variables, y el análisis exacto es difícil de manejar en otro medio que no sea la simulación.

2.2.8.1. Simulación

Simulación es una técnica para diseñar y desarrollar un modelo lógico-matemático de un sistema de operaciones, conducido a la experimentación con una imitación (en computadora) del proceso a través del tiempo, con el propósito de entender mejor dicho sistema o mejorarlo.

Los modelos de simulación ayudan con la representación de sistemas sujetos a variabilidad, interconectividad y complejidad.

La simulación una herramienta poderosa para tratar: la complejidad, manejar la variabilidad de medidas de desempeño y reproducir el comportamiento a corto plazo.

Los modelos de simulación no se han diseñado para encontrar la mejor solución o soluciones óptimas, sino que evalúan diferentes alternativas y se toma una decisión en base a una comparación de los resultados. Es decir, se evalúa el desempeño de sistemas previamente especificados.

En administración de inventarios, se construyen modelos matemáticos para comprobar los resultados de decisión antes de aplicarlas a la realidad. Por lo que es muy importante tener claro el ámbito de aplicación de la simulación.

Un modelo determinista (construido en Microsoft Excel), se convierte en modelo de simulación (con *Crystal Ball*), definiendo 2 tipos de variables:

1. *Supuestos probabilistas*: variables con incertidumbre. Las incertidumbres técnicas y económicas se representan mediante distribuciones de probabilidad.
2. *Pronósticos*: variables de salida (variables dependientes de supuestos) cuyo impacto se requiere analizar.

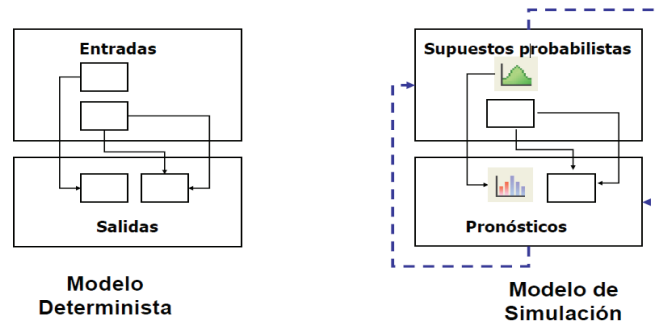


Figura 2.12 Variables de simulación en Crystal Ball
Fuente: (Herrera Lana, 2014, pág. 47)

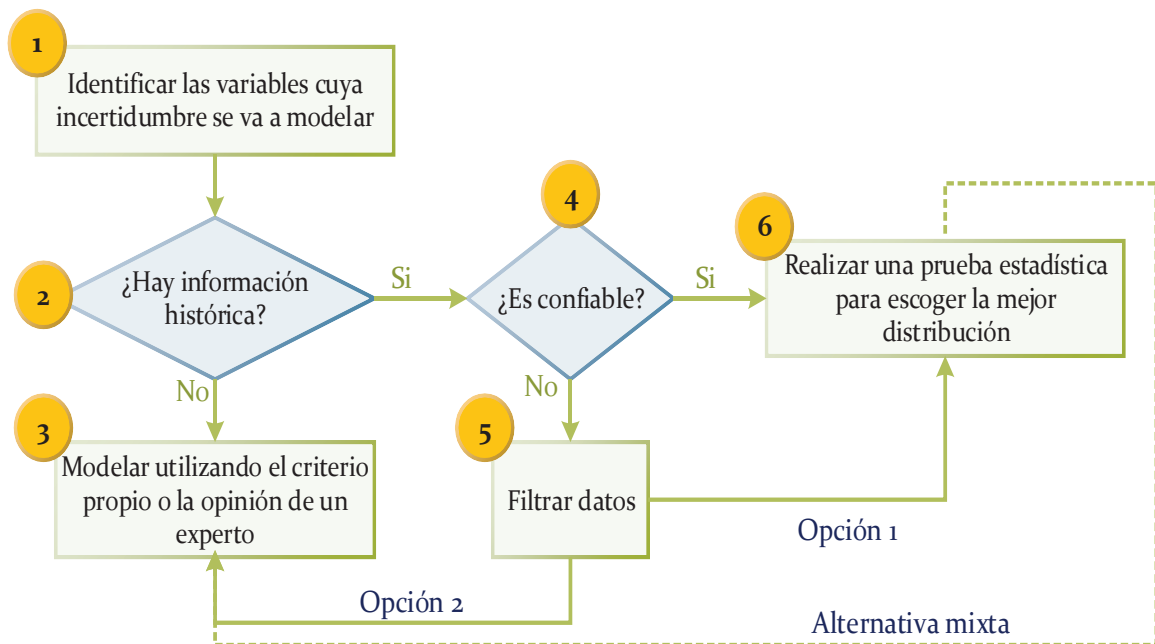


Figura 2.13 Definición de supuestos
Fuente: (Herrera Lana, 2014, pág. 50)

A través de los experimentos de simulación es posible obtener una fotografía de todos los resultados posibles, imagen objetiva de lo que puede ocurrir.

Se debe identificar variables críticas que consideran cambios simultáneos de todas las variables a lo largo de todos los escenarios obtenidos. El cálculo de la probabilidad de éxito se basa en los escenarios obtenidos en forma aleatoria.

2.2.8.1.1. Tipos de simulación

- Simulación de eventos discretos (técnicas estadísticas)
- Simulación de eventos continuos (sistemas de ecuaciones diferenciales)

Un modelo de simulación puede ser determinista (contiene variables discretas) o estocástica (contiene una o más variables aleatorias).

2.2.8.1.2. Metodología de la simulación

Según Chase y Aquilano [24] se muestra un diagrama de flujo de las principales etapas de un estudio de simulación:

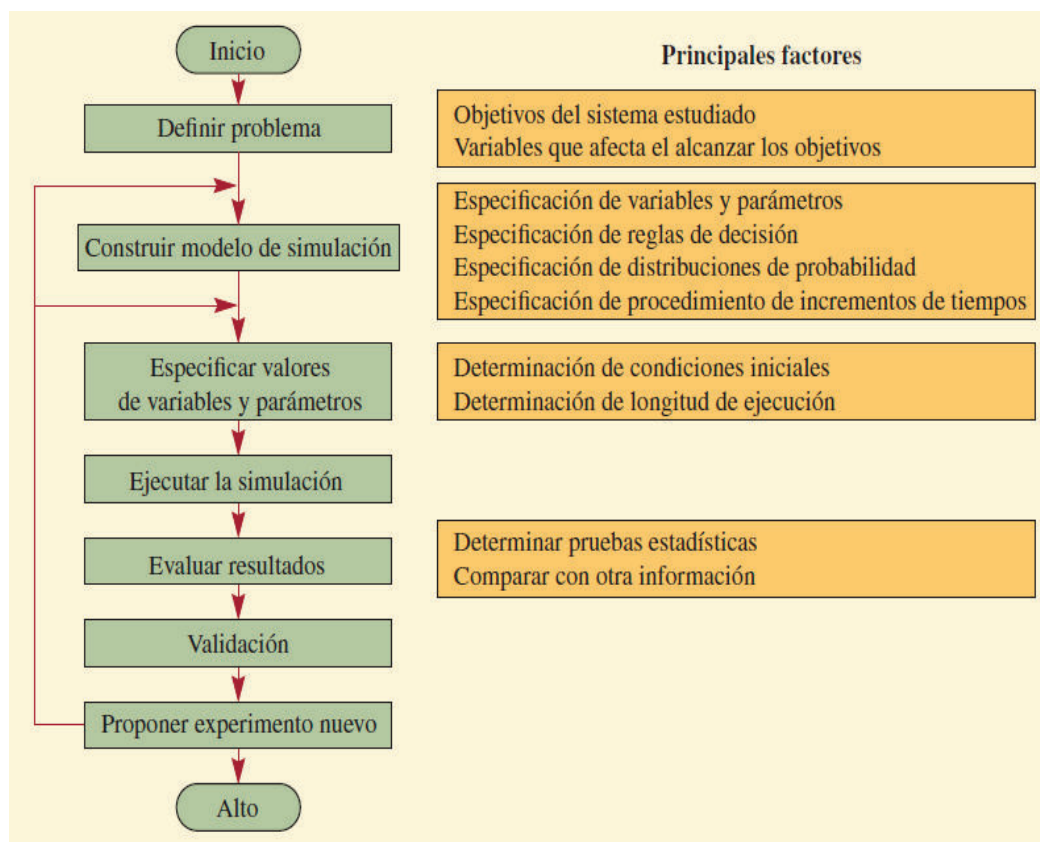


Figura 2.14 Metodología de la simulación.

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006, pág. 653)

Con el proceso de simulación (ejecución computacional del modelo a través del tiempo) se desarrolla muchos escenarios generando de forma aleatoria para distintas entradas probabilísticas del problema, con la ventaja que nos va a permitir tener un juicio sobre la probabilidad de los posibles valores de utilidad o de pérdida.

2.2.8.2. Simulación Montecarlo

El objetivo de realizar simulación Montecarlo en este proyecto de titulación, es para elegir una política adecuada de inventarios que implique una reducción de costos, lo que conlleva a la satisfacción del cliente.

Los modelos de simulación incluyen variables aleatorias o probabilísticas, a menudo llamado simulación de Montecarlo.

La simulación de Montecarlo aplicada a modelos matemáticos es básicamente un muestreo experimental de todos los resultados posibles cuyo propósito es estimar las distribuciones de las variables de salida que depende de las variables probabilísticas de entrada, resaltando las probabilidades de ocurrencia de los eventos y sus variables más influyentes.

También consiste en la generación de números aleatorios basados en distribuciones de probabilidad para las variables de entrada y de salida.

La simulación por computadora facilita e imita la operación del sistema mediante el uso de distribuciones de probabilidad.

Para nuestro caso de estudio en la simulación se utilizará los siguientes programas informáticos: *Crystal Ball* y Visual Basic Administration (VBA).

Simulación con Crystal Ball:

- Requiere la configuración de un modelo previamente construido en Excel.
- Permite calcular la probabilidad de éxito de un proyecto.
- Identifica variables críticas (análisis de sensibilidad multidimensional).

2.2.9. SELECCIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS

El objetivo es seleccionar una política de administración de inventarios para la empresa Baldosines Alfa S.A., utilizando técnicas de investigación de inventarios.

Para seleccionar una política de inventarios se debe conocer la situación actual de la empresa en el área de inventarios donde se plantea las siguientes inquietudes:

- * ¿La empresa aplica el análisis ABC para clasificación de los productos?

- * ¿Se realiza conteo cíclico del inventario a ciertos intervalos de tiempo?
- * ¿Qué métodos de previsión aplica la empresa para predecir la demanda?
- * ¿Cuenta con alguna herramienta para ajustar la demanda de productos de mayor rotación a una distribución de probabilidad?

Una vez resuelto las interrogantes propuestas se realiza las siguientes actividades:

- Se estima la distribución de la demanda y sus parámetros respectivos.
- Se calcula costos: almacenamiento, sobreabastecimiento y subabastecimiento.
- Se estimar la cantidad a pedir q^* .

Por tanto, se elegirá la política de inventarios que más se ajuste a la realidad de la empresa, mediante el análisis de modelos de inventario y la demanda; también se aplicarán otros criterios que apoyen a la política seleccionada.

CAPÍTULO 3.

DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA POLÍTICA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA LA EMPRESA BALDOSINES ALFA S.A.

Actualmente, las empresas son más competitivas unas con otras, debido a la globalización y al desarrollo de la tecnología, por lo que siempre están buscando la reducción de costos en sus inventarios, sin perjudicar el stock de almacenes y bodegas, para lograr con su objetivo principal: “obtener utilidades” en las ventas, captando más clientes y dando mayor satisfacción a los mismos.

Las ventas son el motor de toda empresa, sin embargo, si la función del inventario no opera con efectividad, no se tendrá material suficiente para satisfacer la demanda, el cliente se inconforma y la oportunidad de tener utilidades se disuelve. Es por estas razones que existe la necesidad de diseñar una política de administración de inventarios para la empresa Baldosines Alfa S.A. en particular.

En este capítulo se pone en práctica la metodología desarrollada en el capítulo anterior con el fin de diseñar y aplicar la mejor política de inventarios en base a la teoría de inventarios analizados en el fundamento teórico.

3.1. DISEÑO DE UNA POLÍTICA DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

Para diseñar una política de gestión de inventarios para el caso de estudio, se inicia analizando los datos del historial de ventas, las características de la demanda de los productos de mayor rotación y otras variables importantes.

3.1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE INVENTARIOS

El objetivo de la empresa comercializadora Baldosines Alfa S.A. dedicada a la compra-venta de productos, es encontrar la mejor manera de llegar al personal de la organización manteniéndolos actualizados de cómo deben proceder paso a paso en los procesos correspondientes al manejo de inventarios tanto en sistema como en operación, con el fin de proteger el bien indispensable para el funcionamiento de la compañía como son los inventarios.

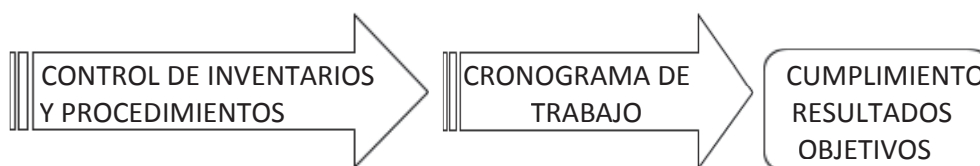


Figura 3.1 Control de cumplimiento de procesos en el área de inventarios

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Baldosines Alfa S.A. para el buen funcionamiento de la empresa cuenta con procedimientos de análisis y control de inventarios, los mismos que se encuentra detallado en el Anexo 3.1.

3.1.1.1. Bodegas y salas de ventas Baldosines Alfa S.A. ubicadas en Quito

Las bodegas y salas de ventas ubicadas en la ciudad de Quito, las cuales son nuestro objeto de estudio se exhiben en la Tabla 3.1. A partir de ahora nos referiremos a una bodega o sala de ventas mediante sus códigos.

Tabla 3.1 Bodegas y Salas de ventas Baldosines Alfa ubicadas en Quito

Nº	Bodega: Código	Nombre: Bodega o Sala de Venta
1	D010	Centro de distribución Quito
2	D020	Sala de ventas Whimper
3	V005	Sala de ventas Tumbaco
4	V010	Sala de ventas Orquídeas
5	V015	Sala de ventas Carapungo
6	V060	Centro Res. B Sala Andalucía
7	V070	Sala de ventas El Inca
8	V080	Sala de ventas San Rafael

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

3.1.1.2. Política de compras

La política de compras de la empresa se realiza cada dos meses.

3.1.1.3. Política de rotación de inventarios

La política de rotación de inventarios en las bodegas está en un promedio de sesenta y tres (63) días.

3.1.1.4. Política de pedido y recepción en salas de ventas

El tiempo entre pedido y recepción es cada dos meses. Los cuales son transportados por tráiler y barco.

3.1.1.5. Política de despacho de productos a los clientes

Se despacha a los clientes en cuarenta y ocho (48) horas a domicilio, y si el pedido es directo se lo hace en treinta (30) días. Éste tiempo es la política de cumplimiento de tiempos de entrega a los clientes.

En el siguiente flujograma se muestra el proceso de pedido y entrega de productos en las Salas de Ventas.

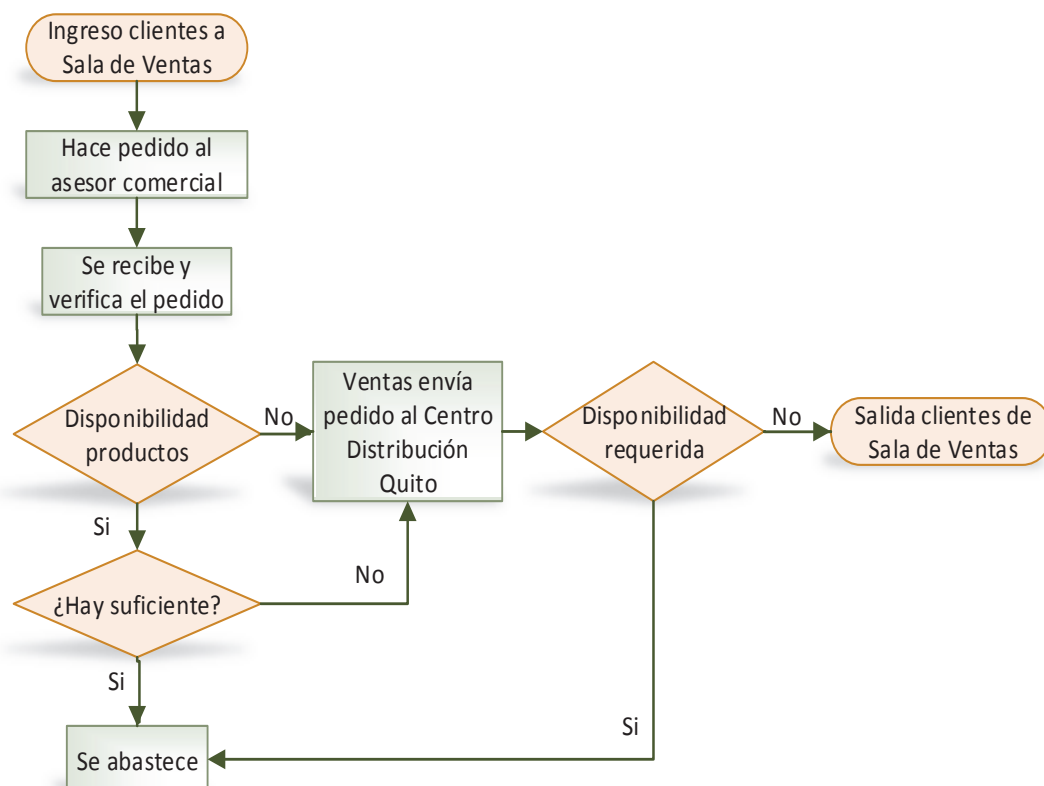


Figura 3.2 Flujograma del proceso de atención al cliente en las Salas de Ventas de Baldosines Alfa S.A
Elaboración: La autora

3.1.1.6. Portafolio de productos

Baldosines Alfa S.A., cuenta con diferentes líneas de artículos, para ofrecer a sus consumidores materiales decorativos de interiores y exteriores. En la tabla siguiente se muestra la clasificación los productos según la línea de mercancías.

Tabla 3.2 Portafolio de productos de la empresa Baldosines Alfa S.A.

Línea	Producto
CERÁMICA	SERIE PIEDRA CID
	SERIE POMPEI
	SERIE ANTIQUE
	SERIE ALPES
	SERIE BOTICCINO
	SERIE STONE
	SERIE MARMOLIZADOS
	SERIE BRECCIA
	SERIE BLANCO
	SERIE CARRARA
	SERIE ANTARES
GRES	SERIE ECO CERAMICA
	GRES-TABLÓN
CENEFAS	GRES-TABLETA
	BRECCIA
	BOREAL
	MARGARITA
	FERRARA
	OTOÑO
	ELEGANCE (P. Redonda)
	PF YAKARTA (P. Flecha)
	GALIA (P. Redonda)
	FIORI (P. Redonda)
	MARIA LUISA (P. Redonda)
GRADINO	BAVARA (P. Redonda)
	ALICIA (P. flecha)
MALLAS Y BARREDERAS	GRADINO STONE
	GRADINO POMPEI
ROMANICO	Malla Square Mesh Alpes Multicolor
	BULLNOSE POMPEI CORAL
	Botticino – VDL
	Giallo Reale, DVDL, Royal Veteado
	Verde Selva- Botticino VDL
	Royal Verde - Royal Bronce – Botticino
PEGANTES Y EMPORADOS	Rojo Alicante
	Rojo - Verde Selva – botticino
	EMPORADO GROUTEX POLIMERO C/A
	BONDEX PLUS

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

3.1.2. RECOPIACIÓN, PROCESAMIENTO Y SELECCIÓN DE DATOS PARA VARIABLES IMPORTANTES

Con la ayuda del personal de operaciones se verificó la disponibilidad y suficiencia de datos que se van a utilizar en cada una de las bodegas de Quito.

Fijamos variables importantes como:

- Información general del artículo: Bodega, año, mes, código, descripción producto, unidad de medida básica (UMB).

- Inventario inicial mensual: cantidad de productos sobrantes del anterior mes, costo total [\$], y costo unitario [\$].
- Volumen de compras mensuales: cantidad solicitada por la empresa mensualmente, costo total [\$], costo unitario [\$].
- Volumen ventas mensuales: cantidad total vendida en dicho mes, ingreso total por ventas [\$], precio de venta de la unidad [\$].
- Stock final mensual: número de unidades en existencia: Inventario inicial + vol. compras – vol. ventas.
- Costo de ventas mensual: costo unitario [\$], costo total [\$].

La recopilación y organización de datos de las variables importantes se realiza mediante un formulario programado en Visual Basic Administration (VBA) mostrada en la Figura 3.3, que lo activamos con un botón de comando. Debido a que contamos con un amplio portafolio de productos se programa una macro para copiar automáticamente y de manera rápida los artículos a la base de datos.

Figura 3.3 Formulario en VBA para la recopilación datos de inventarios
Elaboración: La autora.

Los datos de las variables fijadas se remiten a la Tabla 3.3, la cual servirá como base de datos de productos de la empresa Baldosines Alfa S.A.

Por último, ordenamos la información obtenida mediante formatos de tablas dinámicas automatizadas creadas para el análisis de variables importantes, estadísticas entre otros.

Tabla 3.3 Formato para recopilación de datos de inventarios Baldosines Alfa S.A.

BALDOSINES ALFA S.A.																				
INVENTARIO DE PRODUCTOS 2005 - 2013																				
INFORMACIÓN GENERAL ARTÍCULO						INVENTARIO INICIAL			COMPRAS			VENTAS			STOCK FINAL			COSTO VENTAS		
Bodega	Año	Mes	Código	Producto	UMB	Inv. Inic. Cant.	Inv. Inic. Total [\$]	Inv. Inic. Unit. [\$]	Compras Cant.	Compras Total [\$]	Costo Unit. [\$]	Ventas Cant.	Ventas Total [\$]	Precio Venta Unit. [\$]	Stock Final Cant.	Stock Final Tot. [\$]	Stock Final Unit. [\$]	Costo Ventas Unit.	Costo Ventas Tot.	

Elaboración: La autora

3.1.3. CÁLCULO DE COSTOS DE INVENTARIOS

Para calcular los costos que implican en la empresa tomamos como referencia los costos del año 2013.

A continuación se calculan los costos que nos servirán para la aplicación de la política de inventarios, los mismos que vimos en la sección 2.2.3.

3.1.3.1. Costo de compra (C_c)

Calculamos mediante la siguiente ecuación:

$$C_c = Q * P$$

Donde:

Q = Cantidad de material en existencia: stock final en unidades físicas.

P = Costo unitario del artículo.

3.1.3.2. Costo de colocación (K)

Se originan cada vez que se ordena un pedido. Se cuantifica mediante la ecuación siguiente:

$$K = \frac{CAP}{N}$$

Donde:

CAP = Costo anual de pedidos: en la Tabla 3.4 mostramos algunos gastos de venta anual que tomamos en consideración, los cuales son:

- Comisiones.
- Honorarios.
- Servicios públicos
- Transportes, fletes, y acarreos
- Publicidad, propaganda y promoción
- Gastos legales.

N = Número de pedidos en el año: cantidad física del volumen de compras anual.

Tabla 3.4 Gastos de venta anual Baldosines Alfa S.A.

Gastos de Ventas / Mes	Gasto Anual
GASTOS DE PERSONAL BODEGA	474.961
COMISIONES	92.582
HONORARIOS	120.451
IMPUESTOS	9.030
ARRENDAMIENTOS	384.556
SEGUROS	21.819
SERVICIOS PÚBLICOS	70.120
TRANSPORTES FLETES Y ACARREOS	315.964
PUBLICIDAD, PROPAGANDA Y PROMOCIÓN	104.110
GASTOS LEGALES	3.095
MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	16.285
GASTOS DE VIAJE	21.540
DEVALUACIÓN POR OBSOLESCENCIA	8.725
VIGILANCIA	16.220
DIVERSOS	81.930
MANTENIMIENTO SAP	25.763
AMORTIZACIONES	6.937
TOTAL GASTOS VENTAS	1.813.981

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

3.1.3.3. Costo de almacenamiento (CA)

Es el más importante en la empresa Baldosines Alfa S.A., calculamos mediante la ecuación (2.34):

$$CA = \frac{Q}{2} * T * P * TA$$

Donde:

T = Tiempo de almacenamiento: la política de pedido de la empresa es cada dos meses:

$$T = \frac{2}{12}$$

TA = Tasa de almacenamiento:

$$TA = Ta + Tb + Tc + Td + Te$$

- Ta = Tasa de almacenamiento físico:

$$Ta = \frac{A * Ca}{C * P} * 100$$

Donde:

A = Área ocupada por las existencias: tomamos de la Tabla 3.5 la cantidad almacenada en cada bodega en metros cuadrados (m²), kilogramos (kg), unidades (un); y, dividimos para el stock final total y multiplicamos por la cantidad en existencia (Q).

Ca = Costo anual del metro cuadrado de almacenamiento [\$]: con datos de la Tabla 3.5 tomamos el costo requerido y dividimos para el stock final en unidades monetarias.

C = Consumo anual del material: consideramos los siguientes gastos de venta anual (ver Tabla 3.4):

- Arrendamientos.
- Gastos de personal de bodega.
- Impuestos.
- Mantenimiento y reparaciones.
- Mantenimiento SAP.

Tabla 3.5 Stock general y Costo de inventario en M2, Kg, Un por centro o sala de ventas

Bodega	Centro o Sala de ventas	M2		KG		UN		Área Almac.	Costo Total
		Cant.	Costo	Cant.	Costo	Cant.	Costo		
D010	C.D. Quito	110.329	854.510	63.637	279.966	106.000	207.657	279.966	1.161.313
D015	C.D. Guayaquil	27.301	152.632	33.111	62.193	1.781	3.417	62.193	180.404
V070	S.V. El Inca	6.042	34.281	2.701	11.316	2.573	3.846	11.316	38.851
D020	S.V. Whymper	2.897	17.842	1.981	5.791	913	3.298	5.791	21.770
V015	S.V. Carapungo	2.586	14.346	2.285	7.724	2.853	2.963	7.724	18.131
V005	S.V. Tumbaco	4.950	27.270	2.768	13.736	6.018	7.374	13.736	35.487
V060	S.V. Andalucía	2.997	18.842	1.991	5.951	963	3.698	5.951	23.190
V080	S.V. San Rafael	2.375	15.236	1.075	4.523	1.073	2.342	4.523	18.239
V010	C.D.Com. Sur	3.799	20.686	3.691	11.153	3.663	2.707	11.153	24.758

V020	S.V. Alborada	2.021	11.099	790	6.052	3.241	2.961	6.052	14.454
V025	S.V. Manta	4.770	25.022	901	6.836	1.165	1.927	6.836	27.304
V030	S.V. Machala	2.606	14.416	3.811	10.648	4.231	3.973	10.648	19.376

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

- Tb = Tasa de retorno del capital detenido en existencias:

$$Tb = \frac{G}{Q * P} * 100$$

Donde:

G = Ganancia: precio de venta (V) – costo unitario del producto (P):

$$G = V - P$$

- Tc = Tasa de seguros del material almacenado:

$$Tc = \frac{Ce}{Q * P} * 100$$

Donde:

Ce = Costo anual del equipo: contemplamos los siguientes costos (ver Tabla 3.4):

- Seguros.
- Vigilancia.

- Td = Tasa de transporte, manipulación y distribución del material:

$$Td = \frac{De}{Q * P} * 100$$

Donde:

De = Devaluación anual de equipo: mostramos en la Tabla 3.6 la depreciación de propiedad, planta y equipo.

Tabla 3.6 Depreciación de propiedad, planta y equipo

PROPIEDAD, PLANTA Y EQUIPO	COSTO	DEPRECIACIÓN	SALDO
MAQUINARIA Y EQUIPO	36.468,93	2.244,15	34.224,78
MUEBLES Y ENSERES	148.738,32	9.434,20	139.304,12
EQUIPO PROCESAMIENTO DATOS	86.776,59	12.884,91	73.891,68
FLOTA Y EQUIPO DE TRANSPORTE	63.228,92	5.800,03	57.428,89
TOTAL	335.212,76	30.363,28	304.849,48

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

- Te = Tasa de obsolescencia del material:

$$Te = \frac{Pa}{Q * P} * 100$$

Donde:

P_a = Pérdidas anuales por antigüedad: consideramos el gasto de venta devaluación anual por obsolescencia (Tabla 3.4).

Deducido el costo de almacenamiento, calculamos costo de almacenamiento unitario (CA_u) y el costo de sobra mensual (h):

$$CA_u = \frac{CA}{Q}$$

$$CS = \frac{CA_u}{12} \quad (3.1)$$

Finalmente, encontramos el costo total de inventarios:

$$\text{Costo total de inventario} = Cc + K + CA$$

3.1.3.4. Cálculo de costos de inventarios

Una vez definidos los costos de la empresa, procedemos a calcular de forma automática el costo de almacenamiento y de sobra de cada producto, mediante el uso de tablas dinámicas; y, el diseño y programación de formularios y módulos en Visual Basic Administration (VBA)³ que lo activamos con un botón de comando.

Figura 3.4 Formulario en VBA para el cálculo de Costo de almacenamiento (CA) y costo de sobra (h)

Elaboración: La autora

³ En el CD adjunto se muestra la programación de formularios y módulos en VBA usados en este proyecto de titulación.

En la Tabla 3.7 se presentan los costos de almacenamiento y de sobra calculados para algunos productos tipo A de ciertas bodegas⁴.

Tabla 3.7 Costos de almacenamiento y de sobra de la empresa Baldosines Alfa S.A.

INFORMACIÓN GENERAL BALDOSINES ALFA S.A.						
Bodega	Código	Producto	UBM	CA	CAu	Costo Sobra [h]
D010	135001497	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	M2	92,862421	0,000854	0,000071
D010	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	5,061428	0,000003	0,000000
D020	135001497	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	M2	4.723,749780	2,999282	0,249940
D020	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	161,835619	0,004036	0,000336
D020	135001498	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	M2	6.443,041910	4,934474	0,411206
V005	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	16,938830	0,000044	0,000004
V005	135001497	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	M2	1.295,567847	0,222790	0,018566
V010	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	38,100739	0,000224	0,000019
V015	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	22,913206	0,000081	0,000007
V060	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	213,873305	0,007059	0,000588
V070	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	37,372094	0,000216	0,000018
V080	135001511	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	KG	146,555299	0,003321	0,000277
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

3.1.4. PRODUCTOS DE MAYOR ROTACIÓN POR CLASIFICACIÓN ABC

Uno de los objetivos de este trabajo es identificar productos de mayor rotación de cada bodega de Quito, identificamos estos artículos mediante clasificación ABC, aplicando la metodología descrita en la sección 2.2.4.1.

3.1.4.1. Productos de mayor rotación por bodegas ubicadas en Quito

Para saber cuáles son los productos de mayor rotación de cada bodega realizamos tablas dinámicas de la base de datos general, filtramos la bodega y productos para calcular de forma automática la clasificación ABC.

En las tablas y figuras siguientes se despliegan las bodegas objeto de estudio:

- En la primera tabla, un resumen de clasificación ABC.
- En la segunda tabla, el proceso de cálculo de clasificación ABC, y el nombre de productos de mayor rotación que se usarán para el diseño y aplicación de la política de inventarios.
- Finalmente, se muestra la gráfica del diagrama de Pareto.

⁴ En el CD adjunto se muestran el proceso de cálculo y valores encontrados para los costos de almacenamiento y de sobra.

3.1.4.1.1. Bodega D010

Tabla 3.8 Clasificación ABC: Bodega D010

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas [€]	% Ventas
80%	A	43	29,25%	€ 10.298.343,09	79,95%
95%	B	30	20,41%	€ 1.920.173,94	14,91%
100%	C	74	50,34%	€ 662.361,89	5,14%
Total		147	100,00%	€ 12.880.878,92	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

Tabla 3.9 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega D010

BODEGA	D010					
NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [€]	% Rep. (Ventas [€])	Costo unitario	% Acumulado	Clasificación ABC
CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	159147,73	869917,48	6,75%	5,47	6,75%	A
CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	146071,50	789783,45	6,13%	5,41	12,88%	A
TABLON PORTAL SAHARA 30X15	58513,70	564885,38	4,39%	9,65	17,27%	A
TABLON TRADICION MOCCA 30X30	38389,03	460317,56	3,57%	11,99	20,84%	A
STONE ALMOND 20.3X30.5	78453,34	437862,31	3,40%	5,58	24,24%	A
TABLON TRADICION MORO 30X30	31103,93	391363,10	3,04%	12,58	27,28%	A
HURON CAMEL 43.2X43.2 -1	62700,08	374974,87	2,91%	5,98	30,19%	A
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	58079,28	341851,03	2,65%	5,89	32,85%	A
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	49531,10	303520,35	2,36%	6,13	35,20%	A
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	45992,58	265343,76	2,06%	5,77	37,26%	A
HURON CAMEL 28X43.2 -1	38347,99	264647,07	2,05%	6,90	39,32%	A
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	1646155,00	262948,41	2,04%	0,16	41,36%	A
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	43605,53	262190,57	2,04%	6,01	43,39%	A
ROMA ANTICA BLANCO 43.2X43.2 -1	40821,52	245040,66	1,90%	6,00	45,30%	A
ARTICA BLANCA 28X43.2 -1	35512,59	243664,50	1,89%	6,86	47,19%	A
CAYENA BEIGE 43.2X43.2 -1	41060,71	243329,58	1,89%	5,93	49,08%	A
BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	37842,04	225502,44	1,75%	5,96	50,83%	A
ARTICA BLANCA 43.2X43.2 -1	37062,65	214086,31	1,66%	5,78	52,49%	A
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	35110,48	213981,09	1,66%	6,09	54,15%	A
TABLON ESCALGRES ROJO 30X30 -1	17118,30	198123,52	1,54%	11,57	55,69%	A
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	32867,77	197909,14	1,54%	6,02	57,23%	A
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	30979,52	186994,72	1,45%	6,04	58,68%	A
TABLON ESCALGRES SAHARA 30X30 -1	15392,85	180204,39	1,40%	11,71	60,08%	A
TABLON PORTAL ROJO 30X15	16760,91	178874,09	1,39%	10,67	61,47%	A
BOTICCINO BLANCO 28X43.2 -1	24630,95	163008,94	1,27%	6,62	62,73%	A
NEW CORDOBA ROJO 45X45 -1	24384,91	151610,97	1,18%	6,22	63,91%	A
PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	11116,44	151606,97	1,18%	13,64	65,09%	A
VENICE GOLD 43.2X43.2 -1	24267,28	148198,67	1,15%	6,11	66,24%	A
TABLON TUNEZ ROJO 15X15	14594,11	147479,92	1,14%	10,11	67,38%	A
CAYENA BEIGE BRILLANTE 43.2X43.2 -1	23236,93	144950,81	1,13%	6,24	68,51%	A
CAYENA BEIGE 28X43.2 -1	21398,83	142966,49	1,11%	6,68	69,62%	A
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	22362,95	135048,48	1,05%	6,04	70,66%	A
TABLON TUNEZ ABRASIVO ROJO 15X15 -1	15737,78	129931,57	1,01%	8,26	71,67%	A
ALPES TABACO 30.5X30.5 -1	23099,22	129144,45	1,00%	5,59	72,68%	A
MADERA PARKET ROJO 45X45	21189,07	124552,82	0,97%	5,88	73,64%	A
TABLON LATINO ROJO 20X20	11355,64	122134,92	0,95%	10,76	74,59%	A
BONDEX PLUS 25 KG	433021,00	107927,69	0,84%	0,25	75,43%	A
MARMOLIZADO BP GRIS 30.5X30.5 -1	20087,13	102047,43	0,79%	5,08	76,22%	A
TABLON LATINO SAHARA 20X20	9466,66	100029,28	0,78%	10,57	77,00%	A
HURON LATTE 28X43.2 -1	14782,84	98143,61	0,76%	6,64	77,76%	A
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	17673,12	97943,59	0,76%	5,54	78,52%	A
ECOPISO MARMOL GRIS 43.2X43.2 -1	20799,73	94642,69	0,73%	4,55	79,25%	A
TABLON PORTAL SALMON 30X15	8124,01	89658,01	0,70%	11,04	79,95%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

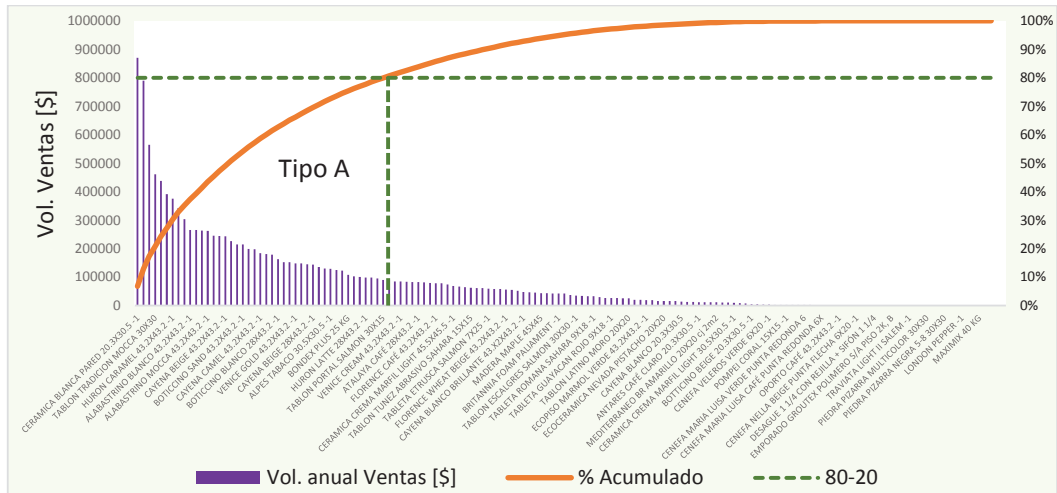


Figura 3.5 Diagrama de Pareto Bodega: D010
Elaboración: La autora

3.1.4.1.2. Bodega D020

Tabla 3.10 Clasificación ABC: Bodega D020

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas [\$]	% Ventas
80%	A	11	7,48%	\$ 30.028,06	79,04%
95%	B	6	4,08%	\$ 6.032,71	15,88%
100%	C	130	88,44%	\$ 1.928,44	5,08%
Total		147	100,00%	\$ 37.989,21	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Tabla 3.11 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega D020

BODEGA	D020						
	NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [Cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado	Clasificación ABC
	TABLON TRADICION MORO 30X30	524,00	6110,11	16,08%	11,66	16,08%	A
	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	597,92	3360,20	8,85%	5,62	24,93%	A
	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	21700,00	3147,14	8,28%	0,15	33,21%	A
	TROPICAL MANGO 20.3X30.5 -1	226,80	3120,51	8,21%	13,76	41,43%	A
	TROPICAL MORA AZUL 20.3X30.5 -1	210,00	2903,51	7,64%	13,83	49,07%	A
	TABLON TRADICION MOCCA 30X30	250,00	2869,21	7,55%	11,48	56,62%	A
	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	399,90	2179,20	5,74%	5,45	62,36%	A
	BONDEX PLUS 25 KG	7825,00	1824,86	4,80%	0,23	67,16%	A
	TROPICAL FRESA 20.3X30.5 -1	113,40	1529,86	4,03%	13,49	71,19%	A
	BONDEX PREMIUM CON ADITIVO 25 KILOS	3600,00	1516,86	3,99%	0,42	75,18%	A
	TABLON ESCALGRES SALMON 30X30 -1	139,00	1466,60	3,86%	10,55	79,04%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

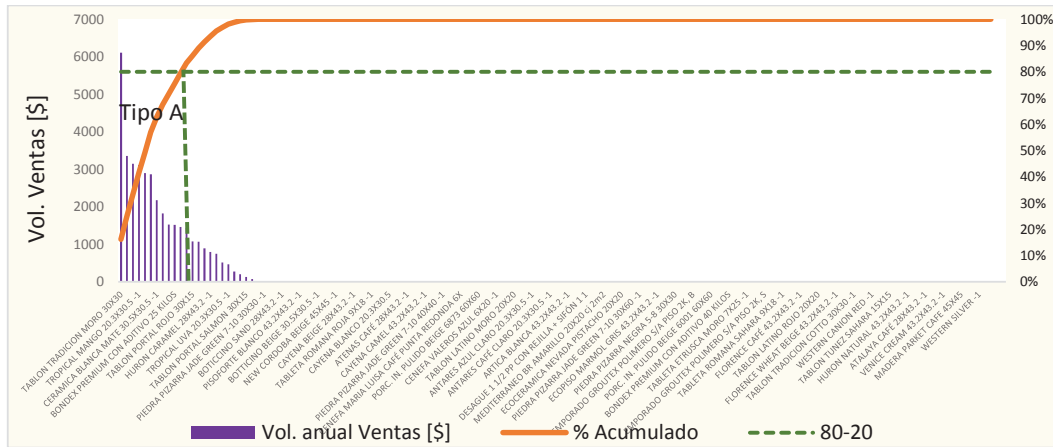


Figura 3.6 Diagrama de Pareto Bodega: D020
Elaboración: La autora

3.1.4.1.3. Bodega V005

Tabla 3.12 Clasificación ABC: Bodega V005

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas (\$)	% Ventas
80%	A	21	14,29%	\$ 481.641,08	79,16%
95%	B	19	12,93%	\$ 96.094,56	15,79%
100%	C	107	72,79%	\$ 30.719,84	5,05%
Total		147	100,00%	\$ 608.455,48	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Tabla 3.13 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V005

BODEGA	V005					
NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado	Clasificación ABC
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	946690,00	158888,65	26,11%	0,17	26,11%	A
BONDEX PLUS 25 KG	231820,00	58292,56	9,58%	0,25	35,69%	A
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	5133,76	25853,18	4,25%	5,04	39,94%	A
BOTICCINO BEIGE 43.2X43.2 -1	3685,92	22475,69	3,69%	6,10	43,63%	A
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	3659,04	21199,32	3,48%	5,79	47,12%	A
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	3395,20	19599,48	3,22%	5,77	50,34%	A
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	3055,92	16767,15	2,76%	5,49	53,09%	A
HURON CARAMEL 43.2X43.2 -1	2837,52	16149,50	2,65%	5,69	55,75%	A
CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	2510,23	13543,84	2,23%	5,40	57,97%	A
PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	937,44	12936,69	2,13%	13,80	60,10%	A
BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	2182,80	12180,29	2,00%	5,58	62,10%	A
CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	2165,73	11741,86	1,93%	5,42	64,03%	A
VENICE CREAM 43.2X43.2 -1	2038,26	11736,41	1,93%	5,76	65,96%	A
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	2086,56	11727,42	1,93%	5,62	67,89%	A
CAYENA BEIGE 43.2X43.2 -1	2037,84	11592,81	1,91%	5,69	69,79%	A
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	1954,71	11391,84	1,87%	5,83	71,66%	A
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	1819,44	10148,33	1,67%	5,58	73,33%	A
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	1727,04	9989,98	1,64%	5,78	74,97%	A
ROMA ANTICA BLANCO 43.2X43.2 -1	1727,04	9353,22	1,54%	5,42	76,51%	A
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	1453,20	8208,68	1,35%	5,65	77,86%	A
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	1369,20	7923,08	1,30%	5,79	79,16%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

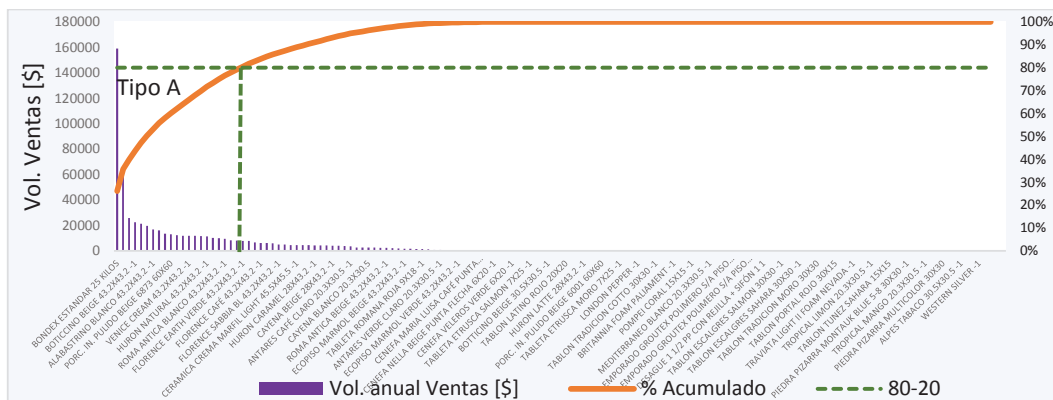


Figura 3.7 Diagrama de Pareto Bodega: V005
Elaboración: La autora

3.1.4.1.4. Bodega V010

Tabla 3.14 Clasificación ABC: Bodega V010

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas (\$)	% Ventas
80%	A	23	15,65%	\$ 192.413,17	78,69%
95%	B	13	8,84%	\$ 38.594,61	15,78%
100%	C	111	75,51%	\$ 13.521,22	5,53%
Total		147	100,00%	\$ 244.529,00	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Tabla 3.15 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V010

BODEGA	V010					
	NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	161625,00	25647,12	10,49%	0,16	10,49%	A
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	3064,32	17394,60	7,11%	5,68	17,60%	A
BONDEX PLUS 25 KG	40880,00	10867,79	4,44%	0,27	22,05%	A
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	1873,20	10720,33	4,38%	5,72	26,43%	A
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	1732,08	10006,73	4,09%	5,78	30,52%	A
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	2000,88	9657,27	3,95%	4,83	34,47%	A
BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	1723,32	9014,70	3,69%	5,23	38,16%	A
PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	639,36	8823,18	3,61%	13,80	41,77%	A
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	1446,48	8338,41	3,41%	5,76	45,18%	A
BOTICCINO BEIGE 43.2X43.2 -1	1412,88	8103,78	3,31%	5,74	48,49%	A
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	1470,00	8083,61	3,31%	5,50	51,80%	A
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	1223,04	7183,02	2,94%	5,87	54,73%	A
ROMA ANTICA BEIGE 43.2X43.2 -1	1244,88	6578,33	2,69%	5,28	57,42%	A
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	1129,15	6443,34	2,64%	5,71	60,06%	A
CAYENA BLANCO BRILLANTE 43.X2X43.2 -1	1013,04	6040,62	2,47%	5,96	62,53%	A
ECOPIPO MARMOL BEIGE 43.2X43.2 -1	1058,40	5629,22	2,30%	5,32	64,83%	A
FLORENCE SABBIA BL 43.2X43.2 -1	1004,64	5584,08	2,28%	5,56	67,12%	A
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	954,24	5474,55	2,24%	5,74	69,35%	A
FLORENCE CAFÉ 43.2X43.2 -1	853,44	5017,74	2,05%	5,88	71,41%	A
ATALAYA CAFÉ 28X43.2 -1	785,00	5007,08	2,05%	6,38	73,45%	A
ECOPIPO MARMOL GRIS 43.2X43.2 -1	1132,32	4378,98	1,79%	3,87	75,24%	A
CAYENA BEIGE BRILLANTE 43.2X43.2 -1	715,68	4258,08	1,74%	5,95	76,99%	A
VENICE CREAM 43.2X43.2 -1	730,80	4160,61	1,70%	5,69	78,69%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

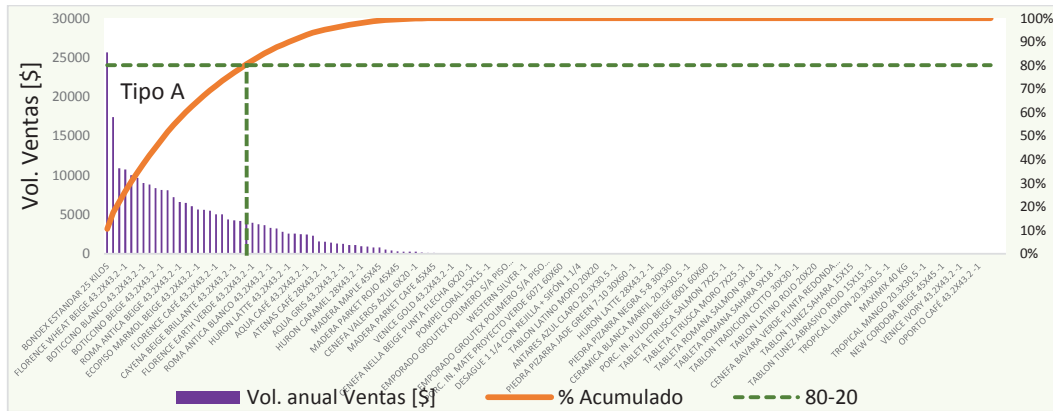


Figura 3.8 Diagrama de Pareto Bodega: V010
Elaboración: La autora

3.1.4.1.5. Bodega V015

Tabla 3.16 Clasificación ABC: Bodega V015

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas [\$]	% Ventas
80%	A	22	14,97%	\$ 340.010,37	78,69%
95%	B	17	11,56%	\$ 69.716,60	16,13%
100%	C	108	73,47%	\$ 22.371,88	5,18%
Total		147	100,00%	\$ 432.098,85	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Tabla 3.17 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V015

BODEGA	V015					
NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado	Clasificación ABC
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	680575,00	112115,77	25,95%	0,16	25,95%	A
CAYENA BLANCO BRILLANTE 43.2X43.2 -1	3774,96	21319,31	4,93%	5,65	30,88%	A
ROMA ANTICA BLANCO 43.2X43.2 -1	3049,20	16480,48	3,81%	5,40	34,69%	A
PISOFORTE BLANCO 43.2X43.2 -1	2661,15	15735,96	3,64%	5,91	38,34%	A
FLORENCE SABBIA BL 43.2X43.2 -1	2511,60	14896,58	3,45%	5,93	41,78%	A
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	2425,92	13590,27	3,15%	5,60	44,93%	A
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	2340,24	13302,22	3,08%	5,68	48,01%	A
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	1975,68	11489,79	2,66%	5,82	50,67%	A
ECOPISO MARMOL GRIS 43.2X43.2 -1	3166,26	11452,79	2,65%	3,62	53,32%	A
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	1911,84	11219,03	2,60%	5,87	55,91%	A
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	2049,52	11115,20	2,57%	5,42	58,49%	A
BONDEX PLUS 25 KG	41575,00	10339,90	2,39%	0,25	60,88%	A
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	1942,08	9186,94	2,13%	4,73	63,01%	A
BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	1504,71	8514,30	1,97%	5,66	64,98%	A
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	1506,96	8460,20	1,96%	5,61	66,93%	A
ECOPISO MARMOL VERDE 43.2X43.2 -1	2096,04	8338,06	1,93%	3,98	68,86%	A
ROMA ANTICA BEIGE 43.2X43.2 -1	1550,64	8151,31	1,89%	5,26	70,75%	A
MARMOLIZADO BP GRIS 30.5X30.5 -1	1523,34	7615,20	1,76%	5,00	72,51%	A
HURON CARAMEL 43.2X43.2 -1	1305,36	7527,07	1,74%	5,77	74,25%	A
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	1177,68	6565,38	1,52%	5,57	75,77%	A
CAYENA BEIGE BRILLANTE 43.2X43.2 -1	1108,80	6535,89	1,51%	5,89	77,29%	A
VENICE CREAM 43.2X43.2 -1	1050,00	6058,72	1,40%	5,77	78,69%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

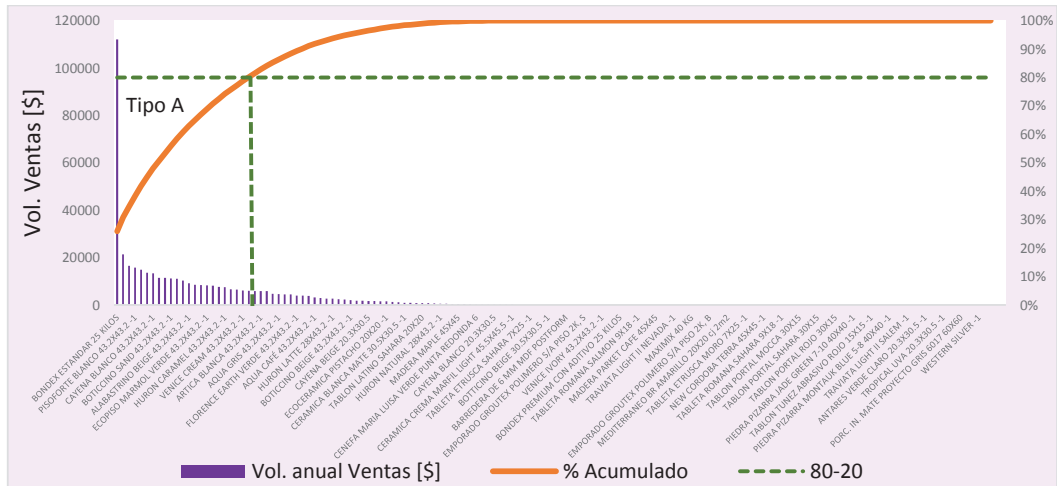


Figura 3.9 Diagrama de Pareto Bodega: V015
Elaboración: La autora

3.1.4.1.6. Bodega V060

Tabla 3.18 Clasificación ABC: Bodega V060

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas [\$]	% Ventas
80%	A	19	39,58%	\$ 51.205,44	78,47%
95%	B	8	16,67%	\$ 10.197,57	15,63%
100%	C	21	43,75%	\$ 3.855,36	5,91%
Total		48	100,00%	\$ 65.258,37	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Tabla 3.19 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V060

BODEGA	V060					
	NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	887,04	5137,98	7,87%	5,79	7,87%	A
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	887,04	5096,88	7,81%	5,75	15,68%	A
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	17925,00	4426,11	6,78%	0,25	22,47%	A
BOTICCINO BEIGE 43.2X43.2 -1	670,32	3919,80	6,01%	5,85	28,47%	A
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	468,72	2772,24	4,25%	5,91	32,72%	A
CAYENA BEIGE 43.2X43.2 -1	443,52	2563,08	3,93%	5,78	36,65%	A
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	443,52	2544,66	3,90%	5,74	40,55%	A
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	423,36	2525,07	3,87%	5,96	44,42%	A
ALABISTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	433,44	2479,02	3,80%	5,72	48,22%	A
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	443,52	2463,33	3,77%	5,55	51,99%	A
ECOPISO MARMOL BEIGE 43.2X43.2 -1	413,28	2331,81	3,57%	5,64	55,56%	A
ALABISTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	418,32	2329,89	3,57%	5,57	59,13%	A
CAYENA BLANCO BRILLANTE 43.2X43.2 -1	372,96	2284,65	3,50%	6,13	62,63%	A
BONDEX PREMIUM CON ADITIVO 25 KILOS	5700,00	2166,00	3,32%	0,38	65,95%	A
ALABISTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	443,52	2151,18	3,30%	4,85	69,25%	A
BOTICCINO BEIGE 28X43.2 -1	226,08	1561,68	2,39%	6,91	71,64%	A
BONDEX PLUS 25 KG	5625,00	1513,59	2,32%	0,27	73,96%	A
ATENAS CAFÉ 28X43.2 -1	226,08	1507,11	2,31%	6,67	76,27%	A
ATENAS GRIS 28X43.2 -1	226,08	1431,36	2,19%	6,33	78,47%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

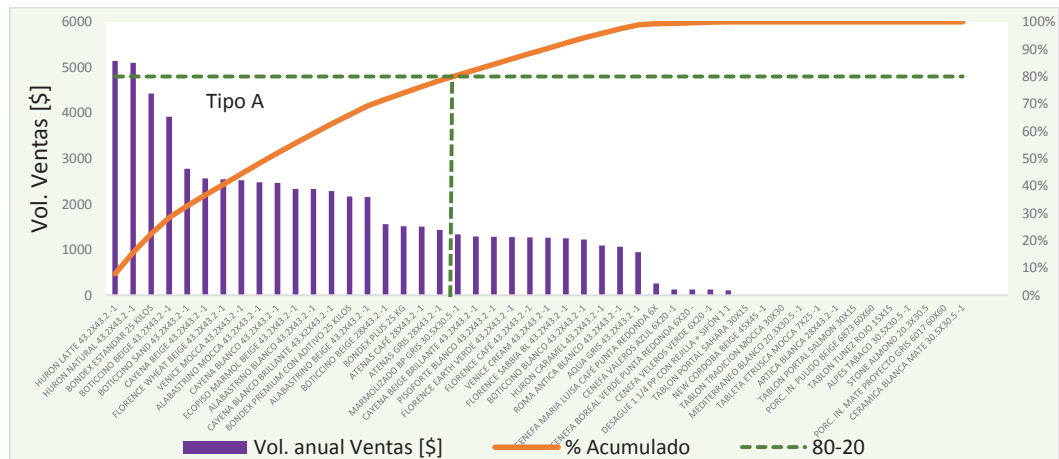


Figura 3.10 Diagrama de Pareto Bodega: V060
Elaboración: La autora

3.1.4.1.7. Bodega V070

Tabla 3.20 Clasificación ABC: Bodega V070

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas (\$)	% Ventas
80%	A	19	24,68%	\$ 257.253,54	79,16%
95%	B	18	23,38%	\$ 50.349,31	15,49%
100%	C	40	51,95%	\$ 17.391,27	5,35%
Total		77	100,00%	\$ 324.994,12	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Tabla 3.21 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V070

BODEGA	V070						
	NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado	Clasificación ABC
	BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	351700,00	57142,25	17,58%	0,16	17,58%	A
	TABLON TRADICION MOCCA 30X30	2785,00	35080,64	10,79%	12,60	28,38%	A
	BONDEX PREMIUM CON ADITIVO 25 KILOS	60050,00	24361,34	7,50%	0,41	35,87%	A
	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	2892,06	15763,04	4,85%	5,45	40,72%	A
	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	2720,23	14915,04	4,59%	5,48	45,31%	A
	BONDEX PLUS 25 KG	55475,00	13725,27	4,22%	0,25	49,54%	A
	ALPES TABACO 30.5X30.5 -1	2115,09	12144,66	3,74%	5,74	53,27%	A
	TABLON LATINO ROJO 20X20	948,00	10474,11	3,22%	11,05	56,50%	A
	TABLON TUNEZ ABRASIVO ROJO 15X15 -1	1380,00	9937,80	3,06%	7,20	59,55%	A
	TABLON PORTAL ROJO 30X15	811,00	8739,56	2,69%	10,78	62,24%	A
	ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	1315,44	7909,32	2,43%	6,01	64,68%	A
	TABLON TRADICION MORO 30X30	570,00	7010,57	2,16%	12,30	66,83%	A
	TABLON TUNEZ ABRASIVO SAHARA 15X15	686,00	6935,89	2,13%	10,11	68,97%	A
	TABLON ESCALGRES ROJO 30X30 -1	582,00	6713,85	2,07%	11,54	71,03%	A
	PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	414,72	5723,16	1,76%	13,80	72,79%	A
	TABLETA ROMANA ROJA 9X18 -1	1116,50	5519,15	1,70%	4,94	74,49%	A
	NEW CORDOBA ROJO 45X45 -1	866,32	5348,52	1,65%	6,17	76,14%	A
	ARTICA BLANCA 28X43.2 -1	720,63	4989,96	1,54%	6,92	77,67%	A
	TABLON ESCALGRES SAHARA 30X30 -1	359,00	4819,41	1,48%	13,42	79,16%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

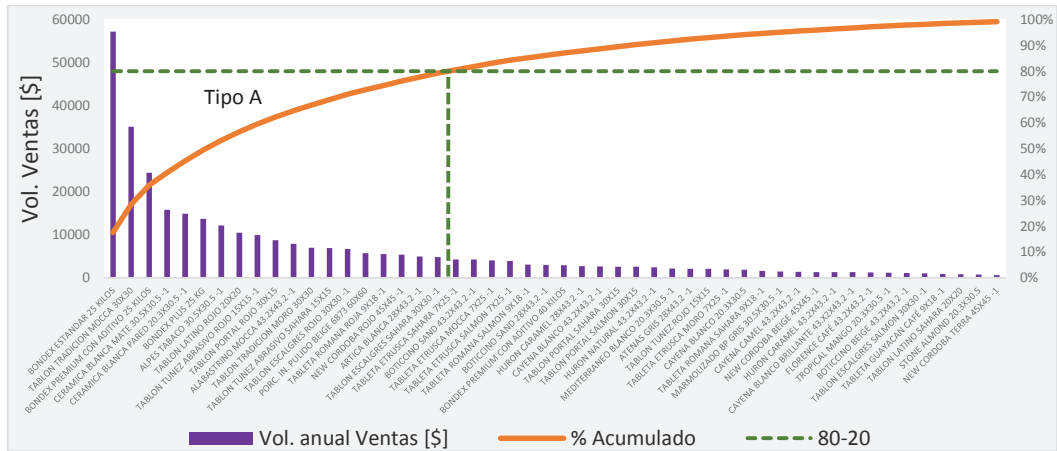


Figura 3.11 Diagrama de Pareto Bodega: V070
Elaboración: La autora

3.1.4.1.8. Bodega V080

Tabla 3.22 Clasificación ABC: Bodega V080

%	Tipo Producto	Nº Productos	% Productos	Volumen Ventas (\$)	% Ventas
80%	A	1	9,09%	\$ 7.181,90	68,43%
95%	B	2	18,18%	\$ 2.109,58	20,10%
100%	C	8	72,73%	\$ 1.203,71	11,47%
Total		11	100,00%	\$ 10.495,19	100,00%

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Tabla 3.23 Productos de mayor rotación por clasificación ABC: Bodega V080

BODEGA	V080					
NOMBRE DEL PRODUCTO	Vol. anual Ventas [cant.]	Vol. anual Ventas [\$]	% Rep. (Ventas [\$])	Costo unitario	% Acumulado	Clasificación ABC
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	42100,00	7181,90	68,43%	0,17	68,43%	A

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

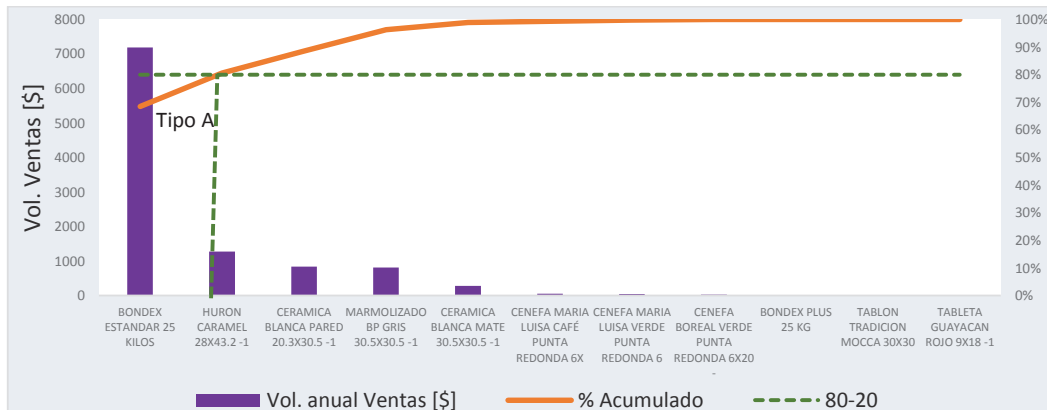


Figura 3.12 Diagrama de Pareto Bodega: V080
Elaboración: La autora

Finalmente, en la Tabla 3.24 se muestra el resumen de clasificación ABC de cada bodega, se estudiarán un total de 159 productos de tipo A, denominados de mayor rotación de todas las bodegas.

Tabla 3.24 Resumen Clasificación ABC por Bodega

Tipo Producto	BODEGAS								Total
	D010	D020	V005	V010	V015	V060	V070	V080	
A	43	11	21	23	22	19	19	1	159
B	30	6	19	13	17	8	18	2	113
C	74	130	107	111	108	21	40	8	599
Total	147	147	147	147	147	48	77	11	871

Fuente: Datos Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

3.1.5. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE DEMANDA

Identificamos la naturaleza o tipo de la demanda con el coeficiente de variación C_v , usamos la ecuación (2.41):

$$C_v = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Media}} * 100 = \frac{s}{\bar{x}} * 100$$

Deducimos el coeficiente de variación C_v , a partir de la información histórica mensual de la demanda en el período 2005-2013 (enero a diciembre) de los productos de mayor rotación.

Para explicar la metodología de identificación del tipo de demanda de cada producto tipo A, tomamos como ejemplo un producto de una bodega (Cerámica blanca pared 20.3X30.5 -1) al azar, donde su demanda mensual y descripción del mismo se exhibe en la Tabla 3.25.

Tabla 3.25 Media y Coeficiente de variación demanda: Cerámica blanca pared 20.3X30.5 -1

CÓDIGO: 135001497
PRODUCTO: CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1
UMB: M2
BODEGA: D010

Mes/ Año	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
2005	3363,2	818,97	2776,7	166,08	2228,4	1901,5	1027,7	349,52	1131,04	1581,2	916,9	1979,12
2006	1619,7	2489,1	1095,3	1586,5	994,75	2316,5	432,5	1824,4	1058,97	788,88	2309,55	915,17
2007	192,03	520,73	875,63	2389,1	1586,6	737,04	3067,4	1391,9	1058,76	1543,6	2238,35	1337,35
2008	3363,2	818,97	2776,7	166,08	2228,4	1901,5	1027,7	349,52	1131,04	1581,2	916,9	1979,12
2009	1619,7	2489,1	1095,3	1586,5	994,75	2316,5	432,5	1804,4	1018,97	788,88	2309,55	915,17
2010	192,03	520,73	875,63	2389,1	1586,6	737,04	3067,4	1391,9	1058,76	1543,6	2238,35	1337,35

2011	3363,2	818,97	2776,7	166,08	2228,4	1562,2	937,66	2216,7	1131,04	1581,2	916,9	1979,12
2012	1619,7	2489,1	1095,3	1586,5	994,75	2316,5	432,5	1804,4	1018,97	788,88	2309,55	915,17
2013	192,03	520,73	875,63	2389,1	1586,6	737,04	3067,4	1391,9	1058,76	1543,6	2238,35	1337,35
Media	1724,98	1276,27	1582,53	1380,56	1603,23	1613,96	1499,20	1391,61	1074,03	1304,56	1821,60	1410,55
Desv. Estándar	1375,43	918,75	900,63	974,92	534,31	703,16	1201,64	650,08	45,74	387,11	679,23	463,96
Coef. Var	79,74%	71,99%	56,91%	70,62%	33,33%	43,57%	80,15%	46,71%	4,26%	29,67%	37,29%	32,89%

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

Un examen de la media y el coeficiente de variación, revela lo siguiente:

- La demanda mensual promedio es aproximadamente constante.
- El coeficiente de variación, C_v , es alto (>20%) de modo que la demanda puede considerarse probabilística.

Se concluye que la demanda mensual para éste producto es probabilística y estacionaria. Según los resultados obtenidos se puede corroborar que: el tipo de demanda para todos los productos tipo A se comporta de manera similar.

3.1.6. ESTIMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD QUE SIGUE LA DEMANDA

Es importante elegir una distribución de probabilidad conocida que mejor se ajuste a los datos de la demanda, de esto dependerá que éstos sean válidos para la política de inventarios.

Determinamos una distribución de probabilidad de la demanda de productos de mayor rotación mediante la herramienta Crystal Ball de manera individual analizada en la aplicación metodológica descrita en la sección 2.2.6.

Crystal Ball realiza una prueba de bondad de ajuste, para evidenciar si los datos se ajustan a una distribución, inmediatamente busca estimadores de los parámetros de dicha distribución y su forma gráfica que describe la incertidumbre alrededor de la demanda.

3.1.6.1. Demanda con distribución de probabilidad discreta ajustada

En las siguientes figuras se muestran un ejemplo de cada distribución de probabilidad discreta que sigue la demanda (expuestas en el fundamento teórico).

Dentro de cada figura de la distribución viene incluido sus parámetros, los cuales usaremos para determinar la cantidad óptima a pedir q^* .

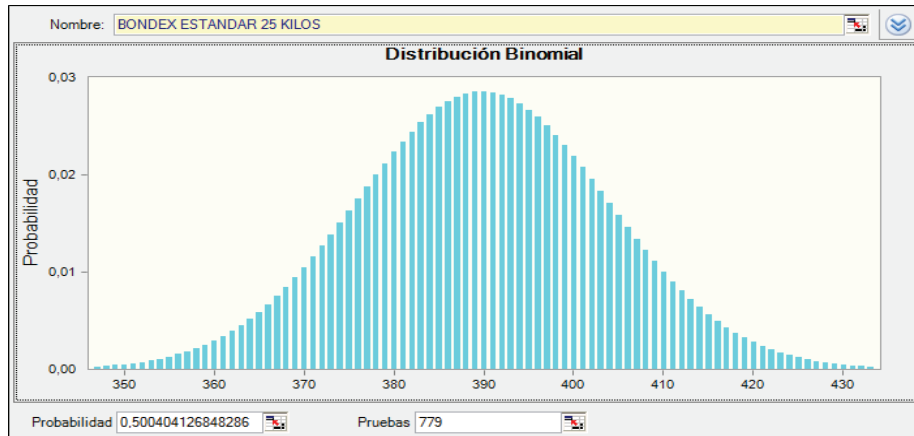


Figura 3.13 Demanda con distribución Binomial
Elaboración: La autora

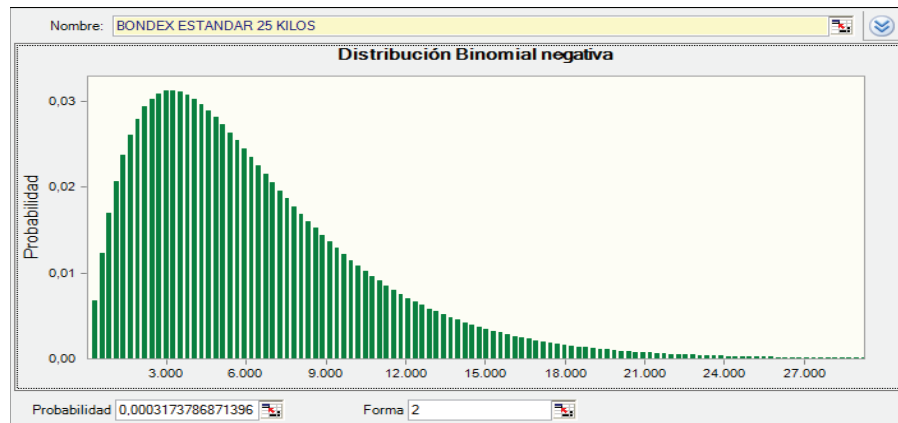


Figura 3.14 Demanda con distribución Binomial Negativa
Elaboración: La autora

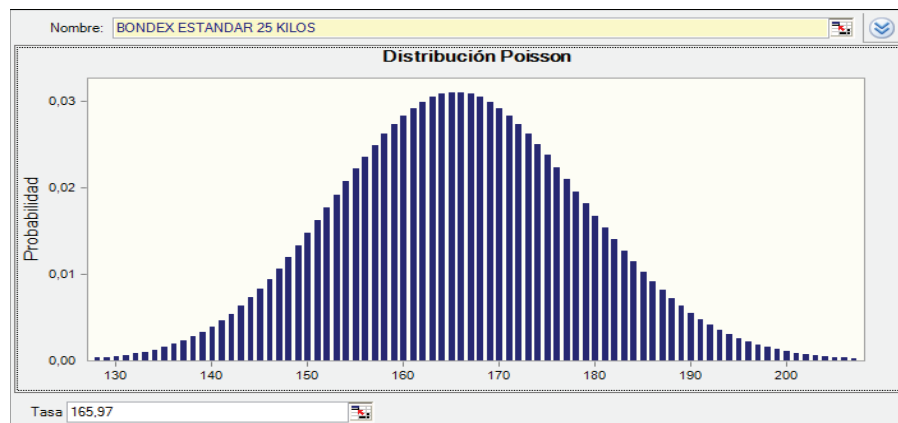


Figura 3.15 Demanda con distribución Poisson
Elaboración: La autora

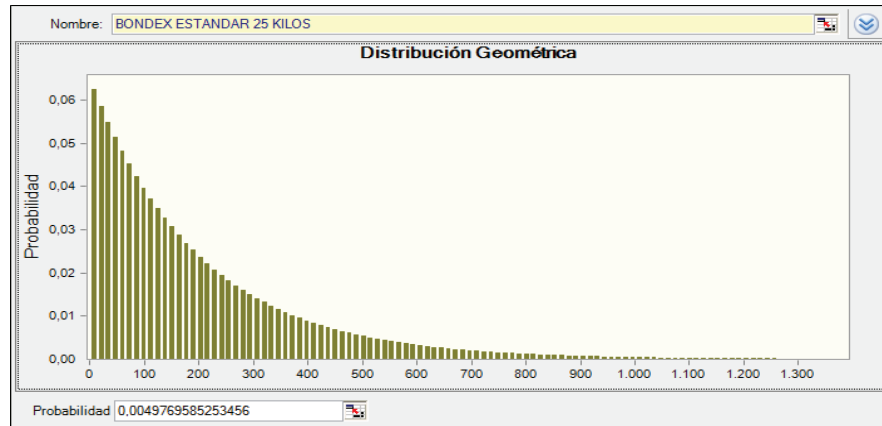


Figura 3.16 Demanda con distribución Geométrica
Elaboración: La autora

3.1.6.2. Demanda con función de distribución continua ajustada

En las figuras siguientes se muestra un ejemplo de demanda ajustada a una distribución continua.

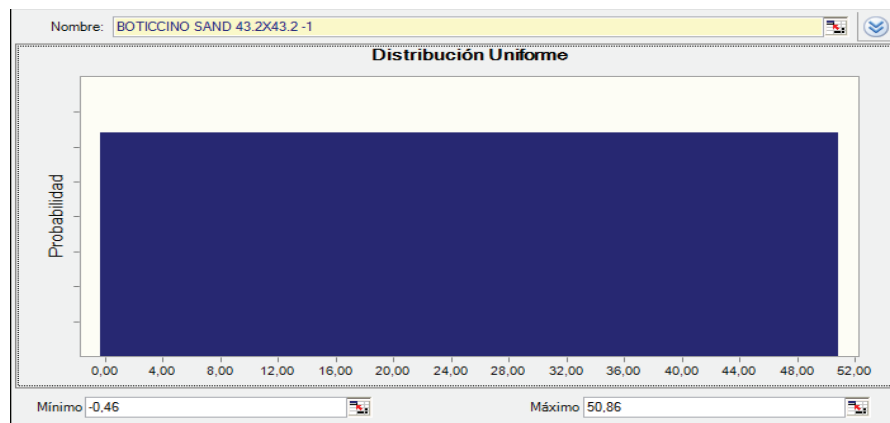


Figura 3.17 Demanda con función de distribución Uniforme
Elaboración: La autora

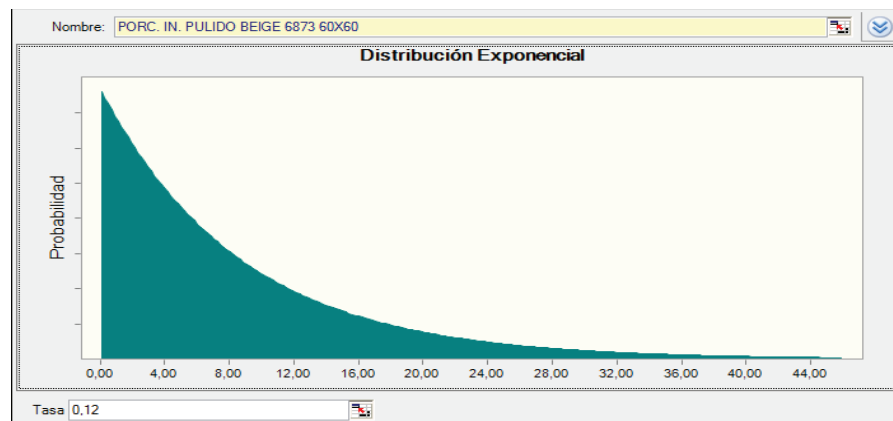


Figura 3.18 Función de distribución Exponencial
Elaboración: La autora

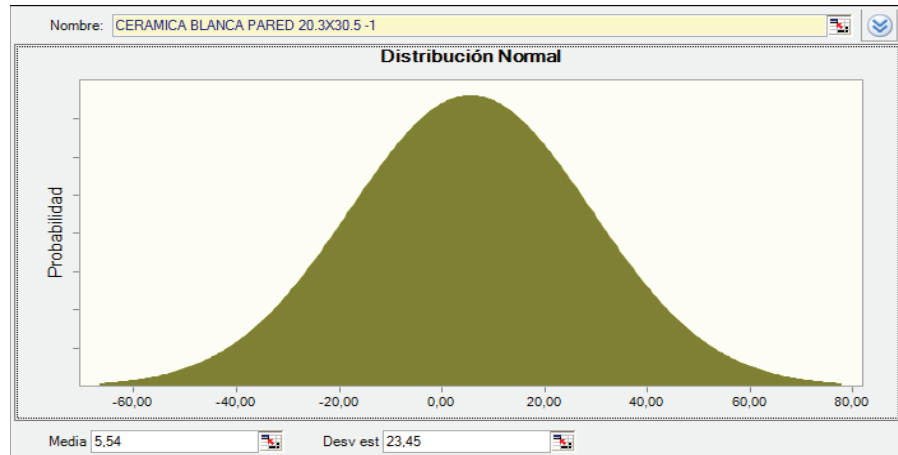


Figura 3.19 Demanda con función de distribución Normal
Elaboración: La autora

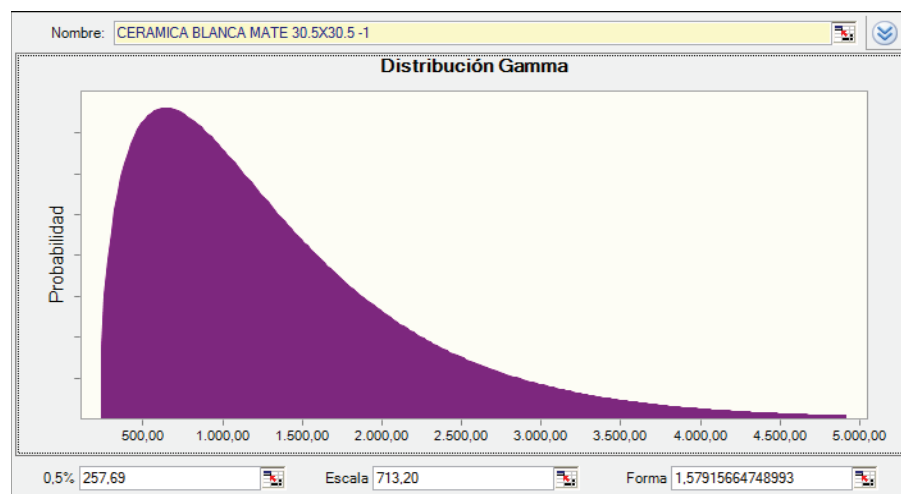


Figura 3.20 Demanda con función de distribución Gamma
Elaboración: La autora

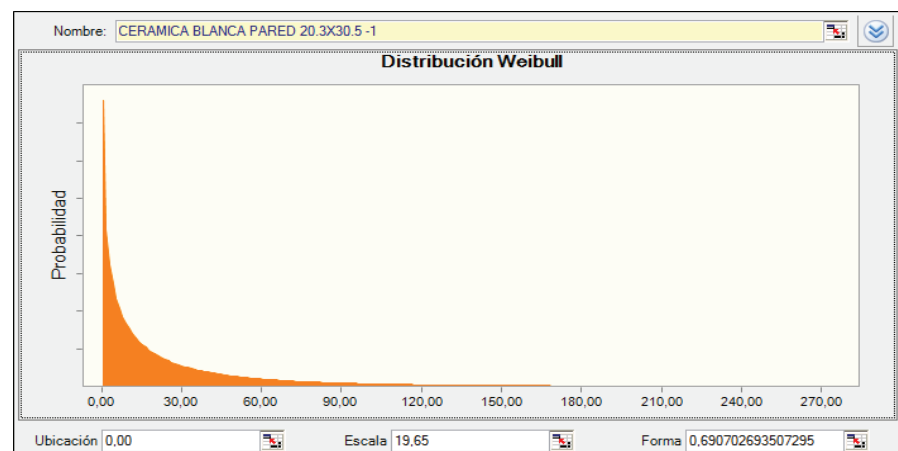


Figura 3.21 Demanda con función de distribución Weibull
Elaboración: La autora

3.1.7. PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

El pronóstico de la demanda consiste en realizar una estimación de las ventas futuras en unidades físicas o monetarias para un período determinado. A su vez obtenemos datos más acertados de la demanda, y por tanto menos excesos o escasez en el inventario.

El objetivo de todo pronóstico de la demanda es predecir las ventas y a partir de esto, realizar proyecciones de presupuestos para mejorar el control de inventarios y otras ventajas que conllevan a una buena planificación.

En nuestro caso de estudio el pronóstico para la demanda de productos de mayor rotación se enfocó en un horizonte de tiempo a corto plazo (mensual) en el período 2014-2016, con el apoyo de *Crystal Ball*, para lo cual se utilizaron métodos de previsión cuantitativos como análisis de series de tiempo que analiza datos históricos para localizar tendencias y patrones estacionales.

En la Tabla 3.26 se presenta la aplicación de la herramienta *predictor* del programa *Crystal Ball* donde se ejecutaron las siguientes predicciones mensuales para la demanda de un artículo (Bondex estándar 25 kilos).

Tabla 3.26 Predicciones de la demanda. Ene 2014 - dic 2016

Período	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
ene-14	23.765,90	25.531,20	27.296,51
feb-14	12.401,12	14.164,61	15.928,10
mar-14	18.301,20	20.087,22	21.873,24
abr-14	9.876,08	11.549,93	13.223,77
may-14	17.130,46	18.830,75	20.531,04
jun-14	1.482,76	3.141,61	4.800,47
jul-14	12.543,86	14.228,04	15.912,23
ago-14	10.488,84	12.144,36	13.799,87
sep-14	14.325,53	15.995,41	17.665,28
oct-14	6.719,97	8.412,86	10.105,74
nov-14	8.774,66	10.482,92	12.191,18
dic-14	14.192,48	15.918,81	17.645,14
ene-15	17.343,24	19.086,81	20.830,38
feb-15	5.806,82	7.566,89	9.326,97
mar-15	15.561,99	17.337,87	19.113,76
abr-15	15.561,62	17.352,65	19.143,68
may-15	16.907,93	18.713,42	20.518,90
jun-15	12.652,58	14.471,79	16.291,00
jul-15	18.596,83	20.428,97	22.261,11
ago-15	12.766,66	14.610,82	16.454,98
sep-15	6.487,79	8.342,95	10.198,11

oct-15	19.460,80	21.325,77	23.190,75
nov-15	9.061,12	10.934,55	12.807,99
dic-15	9.064,16	10.944,45	12.824,75
ene-16	17.070,31	18.955,55	20.840,78
feb-16	7.780,13	9.667,86	11.555,60
mar-16	12.619,47	14.506,38	16.393,29
abr-16	18.886,50	20.771,05	22.655,59
may-16	15.208,74	17.086,80	18.964,86
jun-16	11.450,51	13.328,57	15.206,64
jul-16	8.527,00	10.396,28	12.265,55
ago-16	17.789,57	19.664,83	21.540,09
sep-16	14.344,65	16.259,15	18.173,65
oct-16	20.757,09	22.704,17	24.651,25
nov-16	15.092,42	17.099,81	19.107,20
dic-16	20.256,74	22.320,99	24.385,24

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

En la Figura 3.22 se observa la previsión de la demanda y que el mejor método de previsión es el aditivo estacional ya que presenta los mejores resultados.

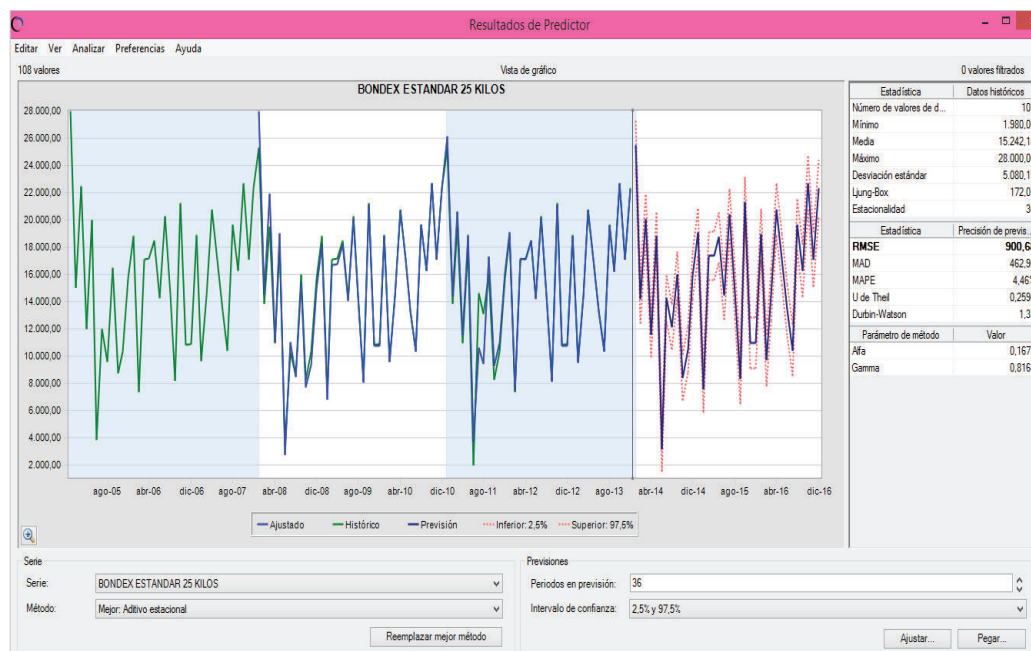


Figura 3.22 Pantalla de resultados de predictor en Crystal Ball

Elaboración: La autora

A continuación muestran las figuras de los métodos de previsión cuantitativos analizados con *Crystal Ball*.

3.1.7.1. Métodos de previsión cuantitativos aplicados

3.1.7.1.1. No estacionales

En la Figura 3.23 se observa la pantalla que arroja *Crystal Ball (predictor)*, donde se observan métodos de previsión no estacionales.

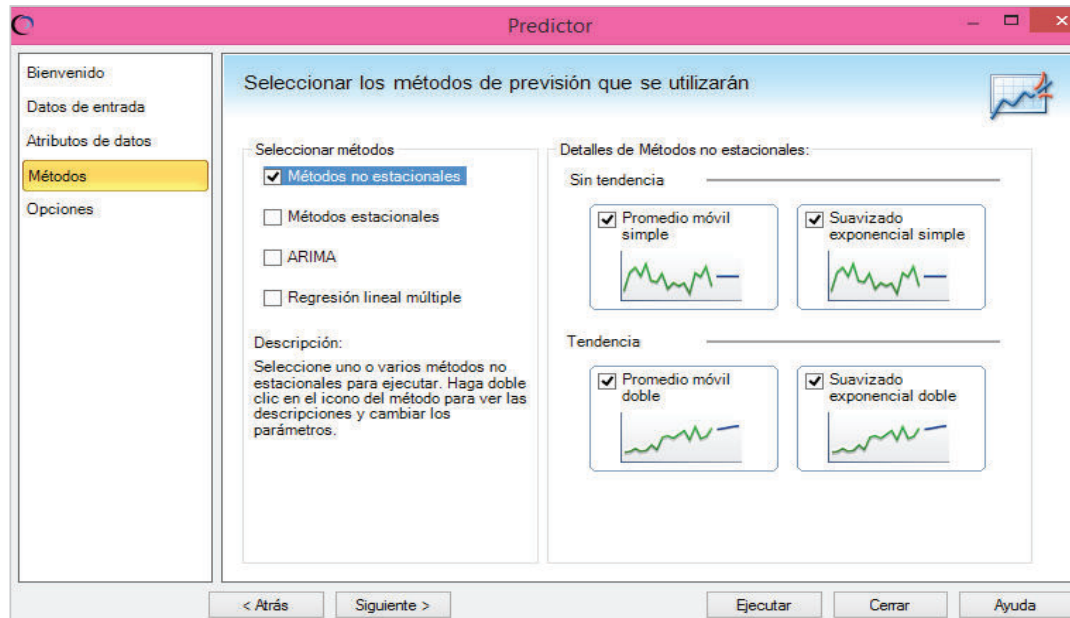


Figura 3.23 Métodos de previsión no estacionales en Crystal Ball
Elaboración: La autora

En las figuras siguientes se detalla la clasificación con tendencia y sin tendencia de métodos de previsión no estacionales:

- Sin tendencia:

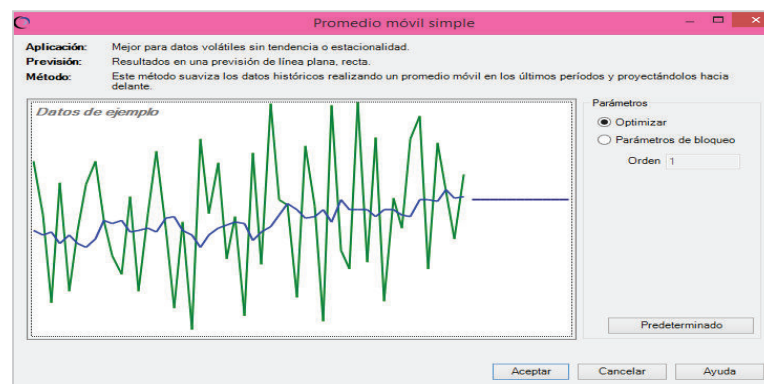


Figura 3.24 Promedio móvil simple
Elaboración: La autora

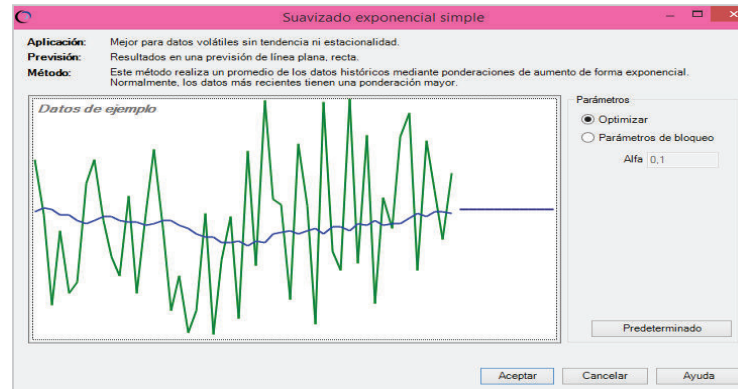


Figura 3.25 Suavizado exponencial simple
 Elaboración: La autora

- Con tendencia:

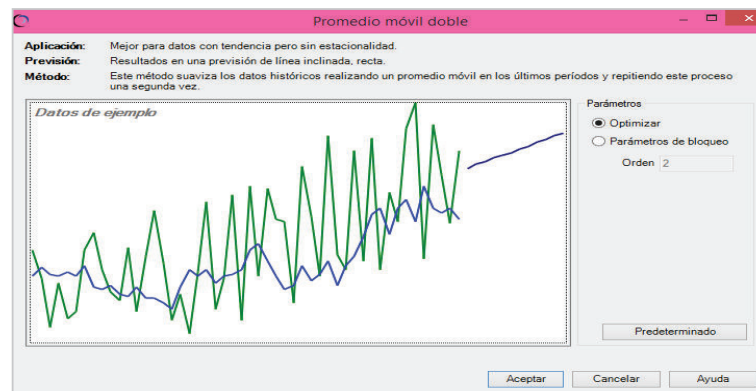


Figura 3.26 Promedio móvil doble
 Elaboración: La autora

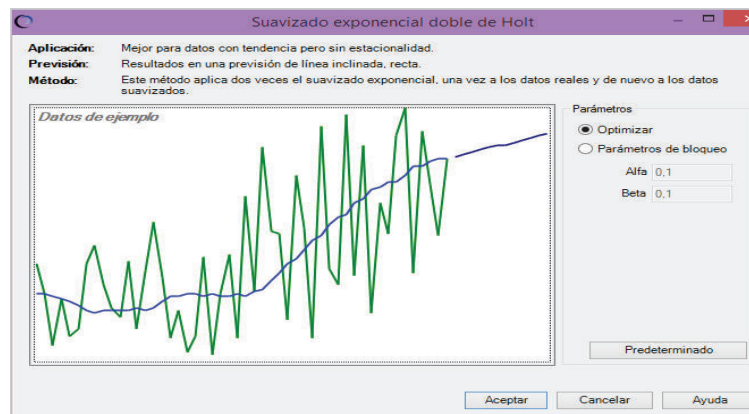


Figura 3.27 Suavizado exponencial doble
 Elaboración: La autora

3.1.7.1.2. Estacionales

En la Figura 3.28 se observa la pantalla que arroja *Crystal Ball (predictor)*, donde se observan métodos de previsión estacionales.

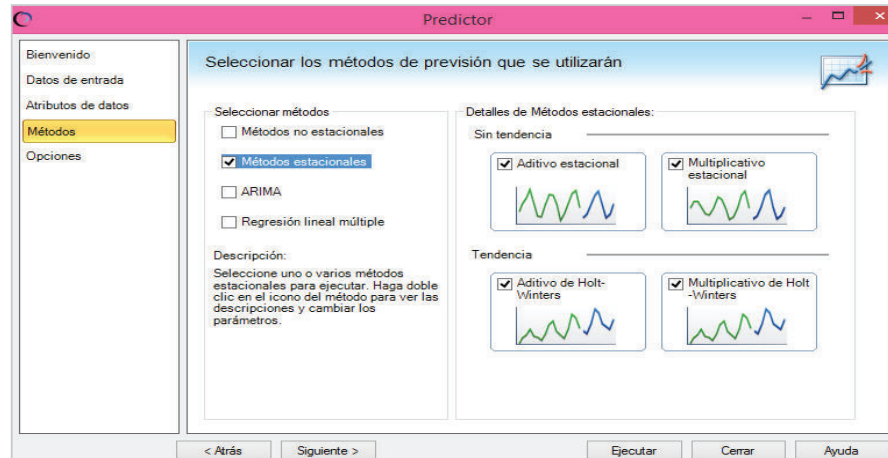


Figura 3.28 Presentación de métodos estacionales en Crystal Ball
Elaboración: La autora

En las figuras siguientes se detalla la clasificación con tendencia y sin tendencia de métodos estacionales:

* Sin tendencia

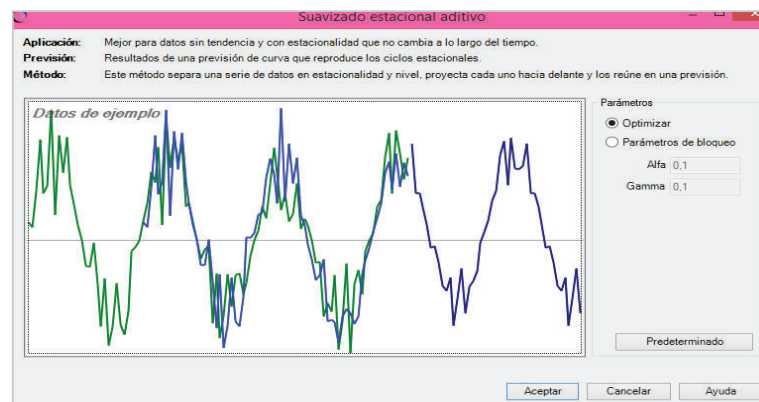


Figura 3.29 Suavizado aditivo estacional
Elaboración: La autora



Figura 3.30 Suavizado multiplicativo estacional
Elaboración: La autora

* Con tendencia:



Figura 3.31 Suavizado estacional aditivo de Holt-Winters
Elaboración: La autora



Figura 3.32 Suavizado multiplicativo estacional de Holt-Winters
Elaboración: La autora

3.1.7.1.3. ARIMA

En la Figura 3.23 se observa la pantalla que arroja *Crystal Ball (predictor)*, donde se observa detalles del método de previsión ARIMA.

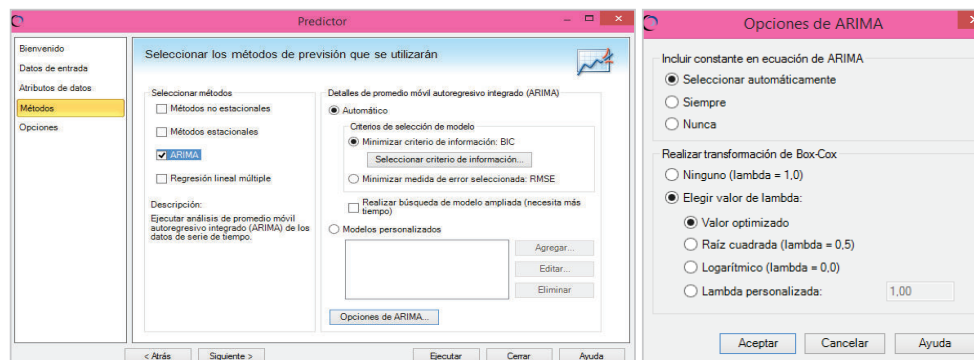


Figura 3.33 Métodos de previsión ARIMA en Crystal Ball
Elaboración: La autora

3.1.8. SELECCIÓN DE LA MEJOR POLÍTICA DE INVENTARIOS

Para seleccionar una política de inventarios analizamos el fundamento teórico de modelos de inventarios determinísticos y probabilísticos a aplicarse y buscamos ajustar las características de la demanda a un modelo para el caso de estudio.

De acuerdo a análisis realizados en la empresa Baldosines Alfa S.A., se llegó a las siguientes conclusiones:

- La empresa cuenta con un total de 159 productos de mayor rotación, clasificados por análisis ABC.
- Como $C_v > 20\%$ y la demanda mensual de productos de mayor rotación es aproximadamente constante, se considera que la demanda es probabilística y estacionaria. Es decir, la demanda sigue una distribución de probabilidad conocida y constante en el transcurso del tiempo.

Realizamos preguntas a los supuestos de cada modelo de inventario, para ver cuál de ellos se ajusta a la realidad de la empresa (Ver Anexo 7.1). Una vez resueltas estas interrogantes, elaboramos un cuadro comparativo (ver Tabla A 10) donde los supuestos que cumplen con las características de la empresa están señaladas con un asterisco (*).

En base a resultados arrojados, seleccionamos como política de administración de inventarios el *modelo de decisión única*, debido a que todos los supuestos del modelo coinciden con las características de la empresa, donde:

- Datos de la demanda de productos suficientes y confiables.
- Existe n artículos.
- La demanda es probabilística estacionaria: la demanda sigue una distribución de probabilidad conocida y constante en el transcurso del tiempo.
- La demanda es una variable aleatoria discreta o continua.
- Se ordena una sola vez en cada ciclo (cada 2 meses).
- Pedidos se colocan en un intervalo de tiempo fijo (cada 2 meses).
- Costos de colocación de pedido y almacenamiento de inventario son variables en un intervalo de tiempo.
- No existe descuento por volumen de pedido.

3.1.9. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD A ORDENAR q^*

Una vez obtenido el tipo de demanda y la distribución de probabilidad que sigue cada producto tipo A, se procede a estimar la cantidad a pedir q^* .

Para determinar la cantidad a pedir q^* recurrimos al programa estadístico *R* versión 3.1.2, usando los parámetros arrojados por el programa *Crystal Ball* de las distribuciones de probabilidad discreta y continua

La forma en que el programa *R* puede ser utilizado como alternativa a las tablas estadísticas clásicas para determinar q^* se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3.27 Códigos de R para calcular q^*

Distribución	Parámetros	Función Cuantil
Binomial	n, p	$qbinom(\alpha, n, p)$
Binomial Negativa	k, p	$qnbinom(\alpha, k, p)$
Poisson	λ	$qpois(\alpha, \lambda)$
Geométrica	p	$qgeom(\alpha, p)$
Uniforme	a, b	$qunif(\alpha, a, b)$
Normal	μ, σ	$qnorm(\alpha, \mu, \sigma)$
Gamma	a, μ	$qgamma(\alpha, a, \mu)$
Exponencial	λ	$qexp(\alpha, \lambda)$
Weibull	v, α, β	$qweibull(\alpha, a, \mu)$

Elaboración: La autora

3.1.9.1. Estimación de q^* en *R* con parámetros de *Crystal Ball* para distribución discreta

Empleamos la ecuación obtenida en el modelo de decisión única para estimar q^* de productos que sigue distribución de probabilidad discreta:

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u} = \alpha$$

El código que se usa para calcular q^* en el programa estadístico *R* para una demanda que sigue una distribución discreta son:

- Demanda con distribución Binomial

Parámetros: $n = \text{pruebas}$, $p = \text{probabilidad}$.

Código R: $qbinom(\alpha, n, p)$

- Demanda con distribución Binomial Negativa

Parámetros: $k = \text{forma}$, $p = \text{probabilidad}$.

Código R: $q\text{binom}(\alpha, k, p)$

- Demanda con distribución Poisson

Parámetro: $\lambda = \text{Tasa}$

Código R: $q\text{pois}(\alpha, \lambda)$

- Demanda con distribución Geométrica

Parámetro: $p = \text{probabilidad}$

Código R: $q\text{geom}(\alpha, p)$

3.1.9.2. Estimación de q^* en R con parámetros de *Crystal Ball* para distribución continua

Empleamos la ecuación obtenida en el modelo de decisión única para estimar la probabilidad de la demanda con distribución continua:

$$P(D \leq q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u} = \alpha$$

El código que se usa para calcular q^* en el programa estadístico R para una demanda que sigue una distribución continua son:

- Demanda con distribución Uniforme

Intervalo $[a, b]$: $a = \text{Mínimo}$, $b = \text{Máximo}$

Código R: $q\text{unif}(\alpha, a, b)$

- Demanda con distribución Normal

Parámetros: $\mu = \text{media}$, $\sigma = \text{desv. est.}$

Código R: $q\text{norm}(\alpha, \mu, \sigma)$

- Demanda con distribución Gamma

Parámetros: $a = \text{forma}$, $\mu = \text{escala}$.

Código R: $q\text{gamma}(\alpha, a, \mu)$

- Demanda con distribución Exponencial

Parámetros: $\lambda = Tasa$

Código R: $qexp(\alpha, \lambda)$

- Demanda con distribución Weibull

Parámetros: $\nu, \alpha, y \beta$. Parámetros de *Crystal Ball*: $a = forma, \mu = escala$.

Código R: $qweibull(\alpha, a, \mu)$.

3.2. APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS DISEÑADA

La aplicación se basará en resultados obtenidos del diseño de una política de inventarios visto en la anterior sección 3.1, donde se analizan productos de mayor rotación.

Con el fin de validar el funcionamiento de la política diseñada, se realiza una prueba piloto de un artículo tipo A de cualquier bodega con demanda que siga una distribución de probabilidad ya sea discreta o continua.

3.2.1. APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS DE DECISIÓN ÚNICA

Para corroborar los análisis realizados justificamos el modelo de decisión única mediante el siguiente ejemplo de aplicación. Escogemos de forma aleatoria un producto tipo A, elegimos *Bondex estándar 25 kilos de la Bodega V005*.

3.2.1.1. Cálculo de costos de inventarios

Antes de iniciar con la aplicación del modelo de inventario seleccionado es necesario calcular los costos de almacenamiento (CA) y de sobra (h) anual, que fueron calculados en la sección 3.1.3, sus resultados se expusieron en la Tabla 3.7. Los mismos que pueden ser modificados si se requiere recalcular con datos futuros.

Calculamos los costos requeridos y obtenemos los resultados siguientes:

$$CA = \frac{Q}{2} * T * P * TA = \frac{381660}{2} * \frac{2}{12} * 0,17 * 0,05757 = 307,312$$

$$CAu = \frac{CA}{Q} = \frac{1372,497}{1447209} = 0,000805$$

$$h = \frac{CAu}{12} = 0,000067$$

El costo que usaremos en el modelo de decisión única será el denominado costo de sobra (h).

3.2.1.2. Identificación del tipo de demanda

Identificamos el tipo de demanda mediante el análisis de la media y el coeficiente de variación presentado en la Tabla 3.28 y en la Figura 3.34.

Calculamos el coeficiente de variación con la ecuación (2.41):

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

Tabla 3.28 Media y C_v de la demanda para el producto Bondex estándar 25 kilos

CÓDIGO: 135001511

PRODUCTO: BONDEX ESTANDAR 25 KILOS

UMB: KG

Mes/ Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2005	18275	10875	12475	9400	6050	5325	10075	12400	6150	4175	5725	2100
2006	2700	4250	14650	1575	5425	7550	0	2325	12925	8300	12025	11100
2007	4625	7850	8300	14000	20275	13625	13450	10500	13850	6300	9125	10350
2008	18275	10875	12475	9400	6050	5325	10075	12400	6150	4175	5725	2100
2009	2700	4250	14650	1575	5425	7550	0	2325	12925	8300	12025	11100
2010	4625	7850	8300	14000	20275	13625	13450	10500	13850	6300	9125	10350
2011	18275	10875	12475	9400	6050	4725	9475	5990	6150	4175	5725	2100
2012	2700	4250	14650	1575	5425	7550	0	2325	12925	8300	12025	11100
2013	4625	7850	8300	14000	20275	13625	13450	10500	13850	6300	9125	10350
\bar{x}	8533	7658	11808	8325	10583	8767	7775	7696	10975	6258	8958	7850
S	6933,1	2708,0	2634,9	5129,1	6857,8	3578,9	5690,5	4180,6	3432,6	1684,3	2574,7	4077,4
C_v	81,25%	35,36%	22,31%	61,61%	64,80%	40,82%	73,19%	54,32%	31,28%	26,91%	28,74%	51,94%

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

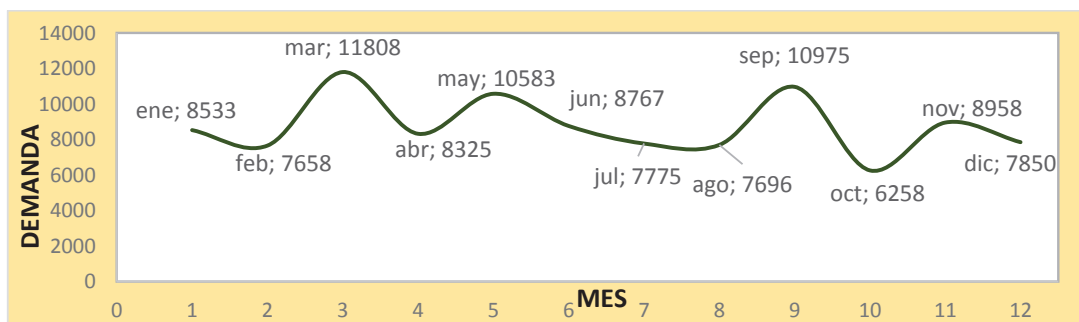


Figura 3.34 Media de la demanda mensual: Bodex estándar 25 kilos

Elaboración: La autora

Un examen de la media y el coeficiente de variación revelan lo siguiente:

- La media de la demanda mensual es aproximadamente constante (ver Figura 3.34).
- El coeficiente de variación es alto ($C_v > 20\%$) de modo que la demanda se considera probabilística.

Por tanto, la demanda mensual es probabilística y estacionaria.

3.2.1.3. Estimación distribución de probabilidad que sigue la demanda

Estimamos la distribución de probabilidad de la demanda mediante una prueba de bondad de ajuste con la herramienta *Crystal Ball*, en la Figura 3.35 se muestra la distribución de probabilidad que sigue la demanda del producto *Bondex estándar 25 kilos*.

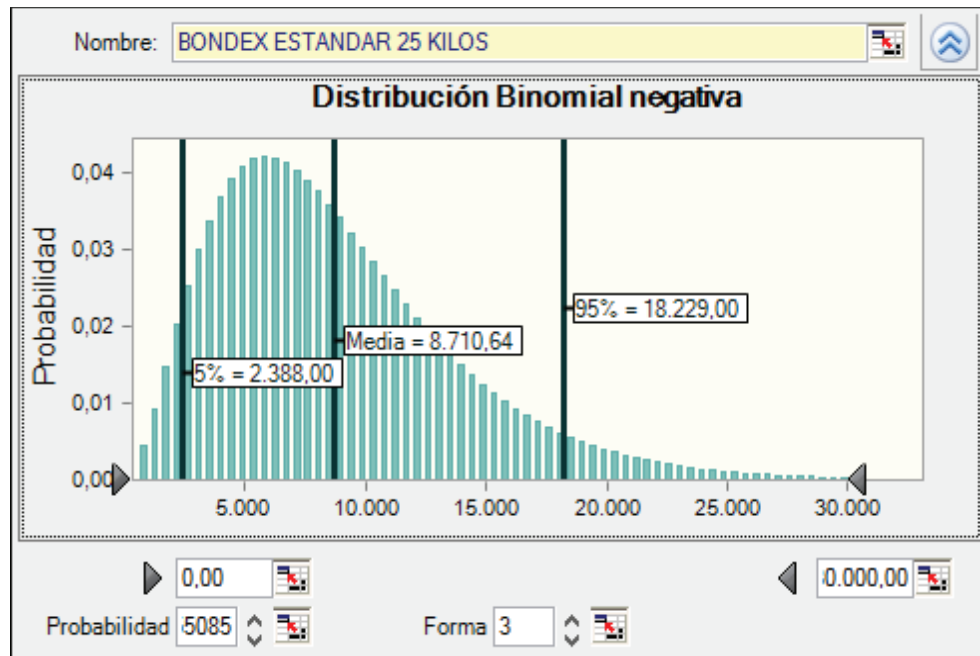


Figura 3.35 Bondex Estándar 25 kilos sigue una distribución Binomial Negativa
Elaboración: La autora

Estadística	Distribución Binomial negativa
▶ Pruebas	---
Caso base	8.765,65
Media	8.765,65
Mediana	7.813,00
Modo	5.844,00
Desviación estándar	5.059,98
Varianza	25.603.430,17
Sesgo	1,15
Curtosis	5,00
Coeficiente de variación	0,5773
Mínimo	3,00
Máximo	Infinito

Probabilidad: -Infinito Forma: 3
 Probabilidad: 5085 Forma: 3

Aceptar Cancelar Introducir Galería Correlacion Ayuda

Figura 3.36 Estadísticas de la demanda: Bondex estándar 25 kilos
Elaboración: La autora

La herramienta *Crystal Ball* arroja los siguientes resultados:

- La demanda es discreta y sigue una distribución binomial negativa.
- Los parámetros de la distribución binomial negativa son: Probabilidad = 0,000396245085508456 y Forma = 3.
- En la Figura 3.36 se muestran las estadísticas, donde se corrobora que $C_v = 57,73\%$ es mayor que el 20%; por tanto, su demanda es de tipo probabilística.

Se concluye que la demanda mensual para este artículo de demanda discreta es de tipo probabilística y estacionaria; y, sigue una distribución de probabilidad binomial negativa.

3.2.1.4. Pronósticos de la demanda

Estimamos las ventas futuras mediante el pronóstico de la demanda con la ayuda de la herramienta *Crystal Ball*. El mejor método de previsión para este caso es el aditivo estacional. En la Tabla 3.29 se presentan las predicciones encontradas, donde nos muestra la previsión, el valor inferior y el valor superior que tomaría las ventas futuras; y, en la Figura 3.37 se puede notar cómo se comportan estas predicciones del producto *Bondex estándar 25 kilos*.

Tabla 3.29 Predicciones de la demanda de Ene 2014 - dic 2016: Bondex estándar 25 kilos

Fecha	Inferior: 2,5%	Previsión	Superior: 97,5%
<i>ene-14</i>	16.535,42	18.011,09	19.486,75
<i>feb-14</i>	9.228,56	10.716,70	12.204,85
<i>mar-14</i>	10.790,57	12.292,00	13.793,42
<i>abr-14</i>	7.749,36	9.261,05	10.772,74
<i>may-14</i>	4.438,17	5.959,90	7.481,63
<i>jun-14</i>	3.128,93	4.661,05	6.193,16
<i>jul-14</i>	7.808,27	9.351,72	10.895,17
<i>ago-14</i>	4.400,30	5.954,38	7.508,45
<i>sep-14</i>	4.540,20	6.105,73	7.671,26
<i>oct-14</i>	2.567,97	4.144,10	5.720,22
<i>nov-14</i>	4.096,21	5.681,47	7.266,73
<i>dic-14</i>	487,08	2.083,61	3.680,15
<i>ene-15</i>	1.070,31	2.678,40	4.286,50
<i>feb-15</i>	2.594,74	4.215,18	5.835,62
<i>mar-15</i>	12.894,70	14.527,16	16.159,62
<i>abr-15</i>	-84,53	1.561,50	3.207,52
<i>may-15</i>	3.717,91	5.377,47	7.037,03
<i>jun-15</i>	5.809,14	7.482,46	9.155,78
<i>jul-15</i>	-1.687,34	0,00	1.687,34
<i>ago-15</i>	629,33	2.331,71	4.034,10
<i>sep-15</i>	11.242,29	12.959,92	14.677,54
<i>oct-15</i>	6.587,60	8.320,88	10.054,17
<i>nov-15</i>	10.303,25	12.053,03	13.802,81
<i>dic-15</i>	9.355,31	11.123,83	12.892,35
<i>ene-16</i>	2.844,88	4.634,08	6.423,28
<i>feb-16</i>	6.013,94	7.863,97	9.714,00
<i>mar-16</i>	6.443,37	8.313,26	10.183,15
<i>abr-16</i>	12.129,39	14.019,82	15.910,24
<i>may-16</i>	18.388,47	20.300,03	22.211,59
<i>jun-16</i>	11.705,70	13.639,36	15.573,02
<i>jul-16</i>	11.505,22	13.461,76	15.418,29
<i>ago-16</i>	8.527,09	10.507,30	12.487,50
<i>sep-16</i>	11.853,09	13.857,15	15.861,22
<i>oct-16</i>	4.272,54	6.302,13	8.331,73
<i>nov-16</i>	7.070,45	9.126,48	11.182,50
<i>dic-16</i>	8.266,43	10.349,85	12.433,27

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

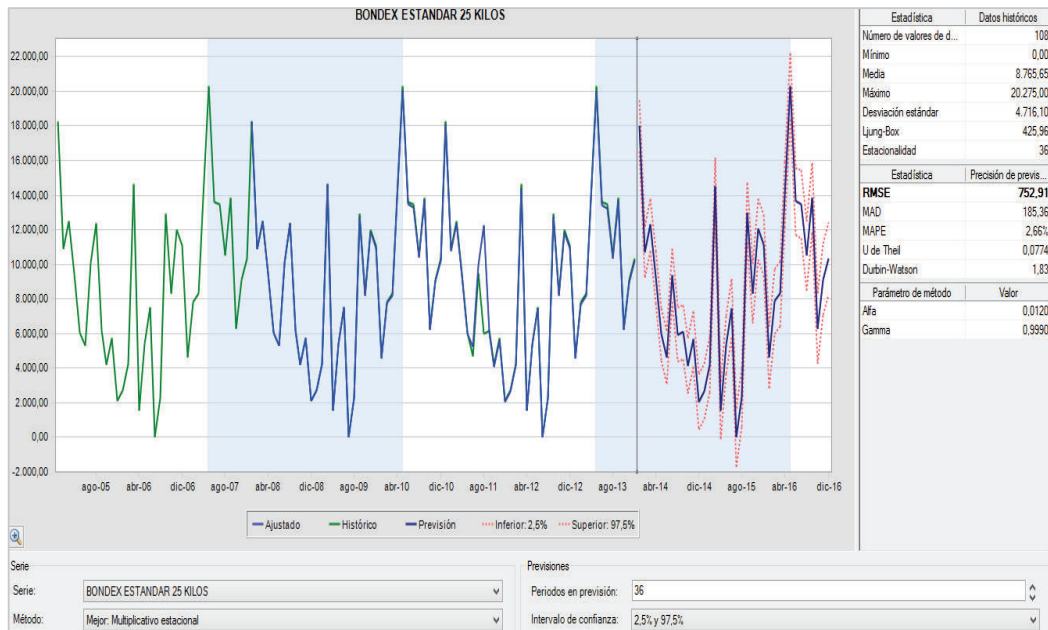


Figura 3.37 Pronósticos de la demanda. Ene. 14 - Dic. 16.
Elaboración: La autora

3.2.1.5. Determinación de la cantidad a ordenar q^*

En base a análisis realizados de la demanda se concluyó que la política de inventarios a aplicarse es el modelo de decisión única.

Una vez analizada la demanda y calculados los costos de sobra procedemos a estimar la cantidad a ordenar q^* , de acuerdo a las características de la empresa; y, al tipo y distribución de probabilidad que sigue la demanda.

Para conocer q^* (que minimiza los costos) empleamos la ecuación (2.16) obtenida en el modelo de decisión única con demanda discreta, siendo la siguiente:

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

Donde: C_o = costo de sobreabastecimiento, C_u =costo de subabastecimiento.

Se calcula los valores de C_o y C_u partiendo de los siguientes precios:

$$\text{Costo unitario } [P] = \$ 0,17$$

$$\text{Precio de venta } [V] = \$ 0,25$$

$$\text{Costo de sobra } [h][\$/mes] = 0,000067$$

El producto *Bondex estándar 25 kilos* es de demanda discreta, entonces el costo $c(d, q)$ es:

$$c(d, q) = \begin{cases} C_0 q + \text{términos sin } q & \text{si } d \leq q \\ -C_u q + \text{términos sin } q & \text{si } d \geq q + 1 \end{cases}$$

Partimos determinando los costos C_0 y C_u , para esto se analizan los dos casos posibles:

Caso 1. Si $d \leq q$. Sucede con probabilidad: $P(D \leq q)$

Se incurren los siguientes costos:

$$\text{Adquiere } q \text{ artículos a cada } \$ 0,17 \text{ c/u} = 0,17 q$$

$$\text{Costo de sobreestimar la demanda} = -0,000067 (q - d)$$

$$\text{Ganancia por ventas} = -0,25 d$$

$$c(d, q) = 0,17 q - 0,000067 (q - d) - 0,25 d$$

$$c(d, q) = 0,15 q - 0,2499 d$$

$$C_0 q = 0,16777 q$$

$$\text{términos sin } q = -0,2499 d$$

Caso 2. Si $d \geq q + 1$. Sucede con probabilidad: $P(D \geq q + 1)$

Se incurren los siguientes costos:

$$\text{Adquiere } q \text{ artículos} = 0,17 q$$

$$\text{Venta de } d \text{ artículos} = -0,25 q$$

$$c(d, q) = 0,16 q - 0,25 q = -0,082 q$$

$$-C_u q = -0,082 q$$

$$c(d, q) = \begin{cases} 0,16777 q - 0,25 d & \text{si } d \leq q \\ -0,082 q & \text{si } d \geq q + 1 \end{cases}$$

Por tanto, $C_0 = 0,16777$ y $C_u = 0,082$.

Finalmente, el valor de q^* , se obtiene de la distribución de probabilidad de la demanda, tal que:

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_0 + C_u} = \frac{0,082}{0,16777 + 0,082} = 0,3287$$

La demanda D del producto *Bondex estándar 25 kilos* sigue una distribución Binomial Negativa con parámetros (k, p) . Donde:

$$k = \text{forma} = 3$$

$$p = \text{probabilidad} = 0,000396245085508456$$

Estimamos q^* , con el código siguiente de R:

$$qnbinom(\alpha, k, p)$$

$$qnbinom(0.3287, 3, 0.000396245085508456) = 5095$$

Por tanto, la cantidad óptima a pedir es $q^* = 5095 \text{ kg}$ del producto *Bondex estándar 25 kilos*; y, es aconsejable ordenar 10190 kg cada dos meses que se realiza el pedido.

En la siguiente Tabla 3.30 se muestra la cantidad óptima a ordenar encontrados mediante la aplicación de la política de administración de inventarios para productos de mayor rotación de las bodegas ubicadas en la ciudad de Quito. En el Anexo 11.1 se detalla la cantidad óptima a ordenar de productos tipo de cada bodega.

Tabla 3.30 Cantidad óptima a pedir por bodegas de productos tipo A

Bodegas	Cantidad Óptima a pedir [q^*]	q^* anual	Ventas anual q^* [\\$]	Costo Ventas	Utilidad Bruta
D010	22.262,51	267.150,07	1.020.104,07	534.705,08	485.398,99
D020	159,05	1.908,62	8.125,87	4.601,83	3.524,05
V005	6.773,49	81.281,90	47.612,22	28.272,93	19.339,29
V010	1.661,64	19.939,73	21.942,70	11.930,87	10.011,83
V015	4.066,72	48.800,69	34.505,29	19.053,87	15.451,42
V060	310,81	3.729,67	20.522,79	11.323,87	9.198,92
V070	1.730,84	20.770,07	20.286,23	11.724,30	8.561,93
V080	185,00	2.220,00	555,00	378,71	176,29
Total general	37.150,06	445.800,74	1.173.654,17	621.991,46	551.662,71

Elaboración: La autora

3.2.2. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS DE DECISIÓN ÚNICA

3.2.2.1. Validación de hipótesis para demanda que sigue distribución discreta

Para la validación del modelo de decisión única con distribución discreta usamos el análisis marginal, donde se desea hallar q^* , valor que minimiza el costo esperado $E(q)$.

Consideraciones del modelo de decisión única:

- La demanda D es una variable aleatoria discreta (v.a.d.).
- El costo esperado $E(q)$ al ordenar q artículos y tener una demanda d se puede expresar de la siguiente manera:

$$E(q) = \sum_d p(d)c(d, q)$$

- Se busca minimizar el costo $c(d, q)$ de los artículos en inventario.

$$c(d, q) = \begin{cases} C_o q + \text{términos sin } q & \text{si } d \leq q \\ -C_u q + \text{términos sin } q & \text{si } d \geq q + 1 \end{cases}$$

- Si $E(q)$ se reduce al mínimo, la probabilidad para calcular la cantidad óptima a ordenar q^* es:

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

- El análisis marginal considera qué sucede si se ordena una unidad más:

$$\begin{aligned} E(1) - E(0) &\leq 0 \\ E(2) - E(1) &\leq 0 \\ &\vdots \\ E(q^*) - E(q^* - 1) &\leq 0 \\ E(q^* + 1) - E(q^*) &\geq 0 \end{aligned}$$

Buscamos solucionar este problema, dado que se encontraría q^* cuando $E(q^* + 1) - E(q^*) \geq 0$.

3.2.2.1.1. Ejemplo de validación de resultados para demanda que sigue distribución discreta

Se toma como ejemplo el artículo *Bondex estándar 25 kilos*, el mismo que se escogió en la aplicación de la política de inventarios, donde obtuvimos:

$$C_0 = 0,16777$$

$$C_u = 0,082$$

$$c(d, q) = \begin{cases} 0,16777 q - 0,25 d & \text{si } d \leq q \\ -0,082 q & \text{si } d \geq q + 1 \end{cases}$$

$$q^* = 5095$$

Calculamos $E(q) = \sum_d p(d)c(d, q)$ con la probabilidad de la demanda $p(d)$ y costo $c(d, q)$ para cada q (cantidad a ordenar) aleatorio. Sus resultados los exponemos en la Tabla 3.31.

Tabla 3.31. Costo esperado $E(q)$: *Bondex estándar 25 kilos*

q	E(q)	E(q+1) - E(q)
95	-7,81	-74,36
1.000	-82,16	-79,67
2.000	-161,83	-63,99
3.000	-225,82	-75,27
4.000	-301,10	-23,42
5.095	-324,52	17,40
5.900	-307,11	56,36
7.000	-250,76	61,74
8.000	-189,02	94,68
9.000	-94,34	161,22
10.000	66,89	484,15
12.000	551,04	516,28
13.000	1067,32	691,00
14.000	1758,31	

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

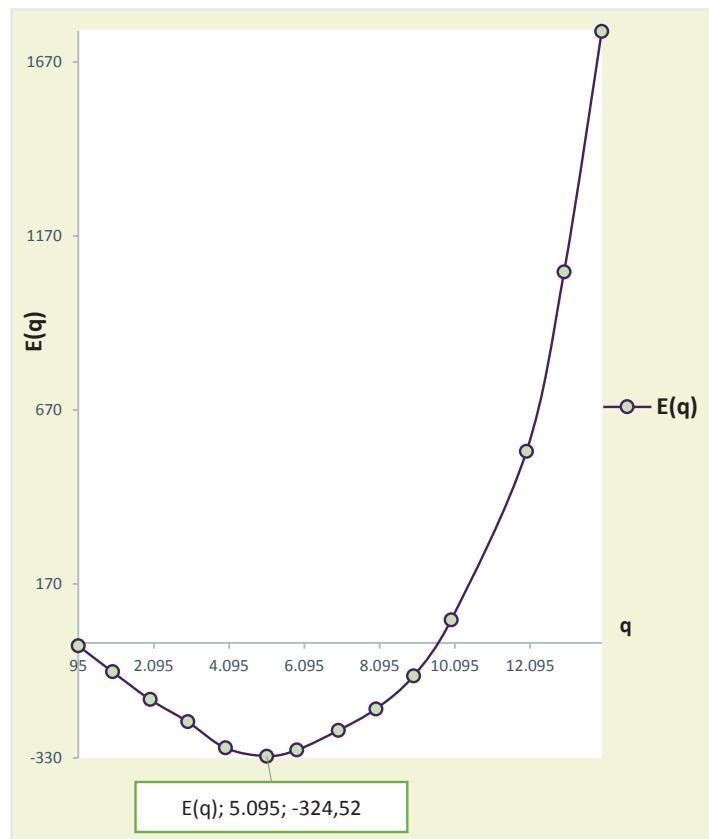


Figura 3.38 Costo esperado $E(q)$: *Bondex estándar 25 kilos*

Elaboración: La autora

Note que en la Tabla 3.31 y en la Figura 3.38, $E(q)_{\min} = -324,52$ alcanza el mínimo en $q = 5095$, a partir de este valor $E(q+1) - E(q) \geq 0$; es decir $q^* = 5095$ encontrado previamente es el valor que minimiza a $E(q)$.

Por otra parte, se observa que la Figura 3.38 es una función convexa en q . Por tanto, se cumple la hipótesis del modelo de decisión única y queda demostrado que la política de administración de inventarios diseñada es válida para productos tipo A con demanda discreta.

3.2.2.2. Validación de hipótesis para demanda que sigue distribución continua

Para la validación de hipótesis del modelo de decisión única con distribución continua efectuamos mediante análisis marginal, donde se tiene:

- La demanda D es una variable aleatoria continua (v.a.c.) con función de densidad $f(d)$.
- El costo esperado $E(q)$ al ordenar q artículos y tener una demanda d es:

$$E(q) = \int_0^q C_o q f(t) dt + \int_q^{+\infty} (-C_u) q f(t) dt + \text{términos sin } q$$

- Se busca minimizar el costo $c(d, q)$ en base a q unidades solicitadas:

$$c(d, q) = \begin{cases} C_o q + \text{términos sin } q & \text{si } d \leq q \\ -C_u q + \text{términos sin } q & \text{si } d \geq q \end{cases}$$

- Si $E(q)$ se reduce al mínimo, q^* se determina con la probabilidad:

$$P(D \leq q^*) = \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

A diferencia del caso de demanda discreta, calculamos $E(Q)$ resolviendo la integral donde reemplazando la función de densidad $f(d)$ correspondiente.

Validamos los resultados encontrados tomando aleatoriamente productos tipo A con demanda que sigue una distribución continua.

3.2.2.2.1. Ejemplo de validación de resultados para demanda con función de distribución uniforme

Sea D una v.a.c. distribuida uniformemente sobre el intervalo (a, b) , con función de densidad,

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a < t < b \\ 0 & \text{de otra forma} \end{cases}$$

Reemplazamos la función de densidad $f(d)$ en la ecuación de $E(q)$:

$$E(q) = \int_0^q C_o q f(t) dt + \int_q^{+\infty} (-C_u) q f(t) dt + \text{términos sin } q$$

$$E(q) = \int_{d_{\min}}^q C_o q \left(\frac{1}{b-a} \right) dt + \int_q^{d_{\max}} (-C_u) q \left(\frac{1}{b-a} \right) dt$$

Integrando $E(q)$ obtenemos:

$$E(q) = \frac{C_o q}{b-a} (q - d_{\min}) - \frac{-C_u q}{b-a} (d_{\max} - q)$$

$$E(q) = \frac{1}{b-a} [C_o q (q - d_{\min}) - C_u q (d_{\max} - q)] \quad (3.2)$$

Por tanto, con la ec. (3.2) calculamos $E(q)$ y realizamos la gráfica del modelo de decisión única con demanda uniforme.

Para validar la hipótesis del modelo de decisión única con distribución uniforme escogemos de forma aleatoria el producto *Cerámica blanca mate 30.5x30.5 -1* de la bodega D020, del cual mostramos la gráfica de distribución, parámetros y costos:

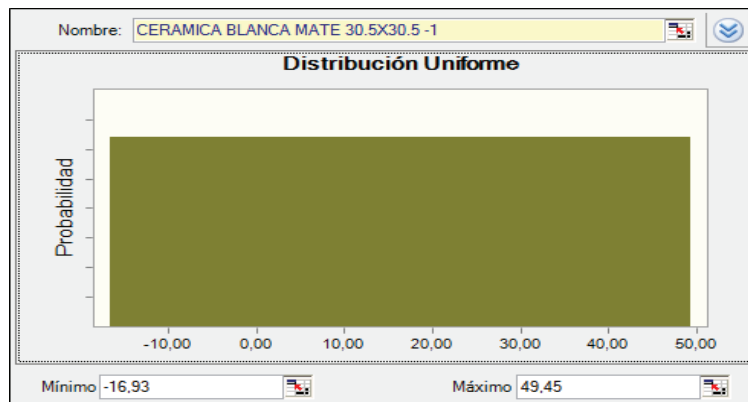


Figura 3.39 Demanda que sigue una distribución uniforme
Elaboración: La autora

$$\text{Costo unitario } (P) = 5,45$$

$$\text{Precio de venta } (V) = 11,42$$

$$h = 0,040$$

$$C_o = 5,41$$

$$C_u = 5,97$$

$$c(d, q) = \begin{cases} 5,41 q - 11,38 d & \text{si } d \leq q \\ -5,97 q & \text{si } d \geq q \end{cases}$$

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u} = \frac{5,97}{5,41 + 5,97} = 0,52465$$

Intervalo [a, b]: $a = \text{Mínimo}, b = \text{Máximo}$

$$a = -16.931$$

$$b = 49.4513$$

Código R: $qunif(\alpha, a, b) = qunif(0.52465, -16.931, 49.4513)$

$$q^* = 17,90$$

$$d_{\text{mín}} = 0$$

$$d_{\text{máx}} = 68,82$$

Para la gráfica del modelo de decisión única con distribución uniforme calculamos

$E(q) = \frac{1}{b-a} [C_o q (q - d_{\text{mín}}) - C_u q (d_{\text{máx}} - q)]$ con q aleatorio. Sus resultados exponemos en la Tabla 3.32.

Tabla 3.32 Costo esperado
 $E(q)$: Cerámica blanca mate

q	E(q)	E(q+1)-E(q)
2,02	-11,80	-10,40
4,04	-22,21	-9,01
6,06	-31,21	-7,61
8,08	-38,82	-6,21
10,1	-45,03	-4,81
12,12	-49,84	-3,41
14,14	-53,25	-1,90
16	-55,15	-0,72
17,9	-55,87	0,79
20,2	-55,08	2,19
22,22	-52,90	3,59
24,24	-49,31	4,98
26,26	-44,33	6,38
28,28	-37,94	7,78
30,3	-30,16	9,18
32,32	-20,98	10,58
34,34	-10,40	11,98
36,36	1,58	13,38
38,38	14,96	14,78
40,4	29,74	16,18
42,42	45,92	17,58
44,44	63,49	18,98
46,46	82,47	20,37
48,48	102,84	

Elaboración: La autora

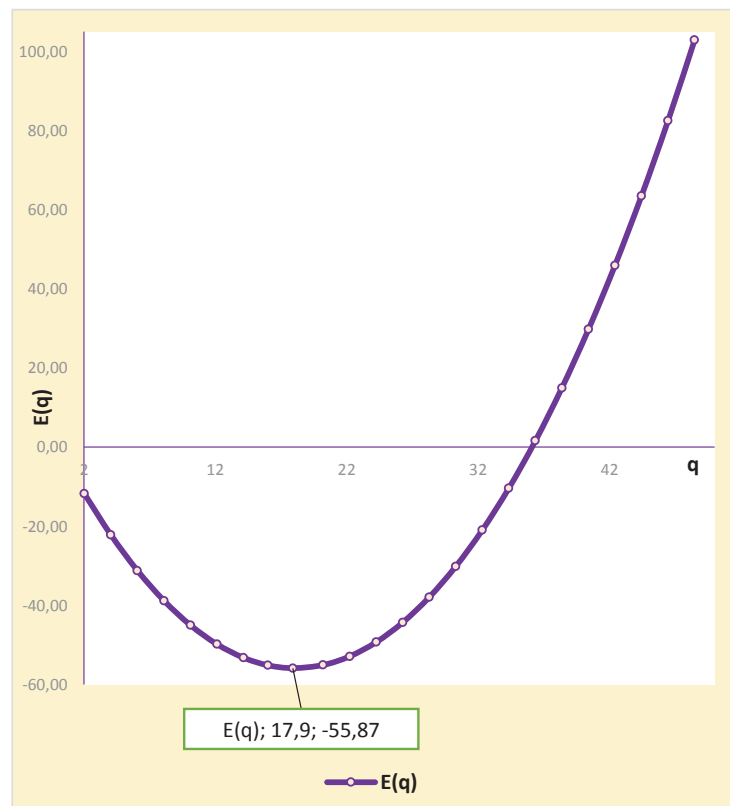


Figura 3.40 Costo esperado $E(q)$: Cerámica blanca mate
Elaboración: La autora

En la Tabla 3.32 y en la Figura 3.40 se puede notar que $E(q)_{\min} = -55,87$ se minimiza en $q = 17,90$, a partir de este valor $E(q + 1) - E(q) \geq 0$; es decir, el mínimo costo esperado se alcanza en q^* (deducido en nuestro análisis).

Por otra parte, se observa que la Figura 3.40 es una función convexa en q ; por tanto, se cumple la hipótesis del modelo de decisión única y queda demostrado que la política de inventarios diseñada es válida para productos tipo A con demanda que sigue una distribución uniforme.

3.2.2.2.2. Ejemplo de validación de resultados para demanda con función de distribución exponencial

Se D una v.a.c. que tiene una distribución *Exponencial*, con parámetro $\lambda > 0$, con función de densidad,

$$f(t; \lambda) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda t} & \text{para } t > 0 \text{ y } \lambda > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Reemplazamos la función de densidad $f(d)$ en la función de $E(q)$:

$$E(q) = \int_0^q C_o q f(t) dt + \int_q^{+\infty} (-C_u) q f(t) dt + \text{términos sin } q$$

$$E(q) = \int_{d_{\min}}^q C_o q \lambda e^{-\lambda t} dt + \int_q^{d_{\max}} (-C_u) q \lambda e^{-\lambda t} dt$$

Integrando $E(q)$ obtenemos:

$$E(q) = C_o q [-(e^{-\lambda q} - e^{-\lambda d_{\min}})] - C_u q [-(e^{-\lambda d_{\max}} - e^{-\lambda q})]$$

$$E(q) = C_o q [e^{-\lambda d_{\min}} - e^{-\lambda q}] - C_u q [e^{-\lambda q} - e^{-\lambda d_{\max}}] \quad (3.3)$$

Por tanto, con la ec. (3.3) calculamos $E(q)$ y realizamos la gráfica del modelo de decisión única con demanda exponencial.

Para validar la hipótesis del modelo de decisión única con distribución exponencial escogemos de forma aleatoria el artículo *Marmolizado bp gris 30.5x30.5 -1*, del cual mostramos la gráfica de distribución, parámetros y costos.

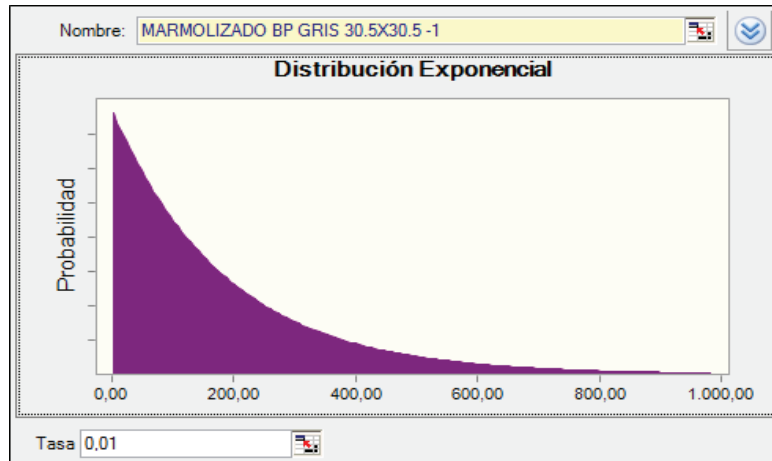


Figura 3.41 Demanda que segue uma distribuição exponencial
Elaboración: La autora

$$\text{Costo unitario } (P) = 5,08$$

$$\text{Precio de venta } (V) = 10,66$$

$$h = 0,019293$$

$$C_o = 5,06$$

$$C_u = 5,58$$

$$c(d, q) = \begin{cases} 5,06 q - 10,64 d & \text{si } d \leq q \\ -5,58 q & \text{si } d \geq q \end{cases}$$

$$P(D \leq q^*) \geq \frac{C_u}{C_o + C_u} = \frac{5,58}{5,06 + 5,58} = 0,5244$$

$$\alpha = 0,5244$$

$$\lambda = 0,0126$$

$$\text{Código } R: qexp(\alpha, \lambda) = qexp(0,5244, 0,0126) = 58,98$$

$$q^* = 58,98$$

$$d_{\min} = 0$$

$$d_{\max} = 578,55$$

Para la gráfica del modelo de decisión única con distribución exponencial calculamos valores para $E(q)$ con q aleatorio utilizando la fórmula (3.3). Los resultados exponemos en la Tabla 3.33.

Tabla 3.33 Costo esperado $E(q)$: *Marmolizado bp gris*

q	$E(q)$	$E(q+1) - E(q)$
34,00	-120,81	-3,73
36,02	-124,54	-3,38
38,04	-127,92	-3,04
40,06	-130,96	-2,70
42,08	-133,67	-2,37
44,10	-136,04	-2,05
46,12	-138,09	-1,73
48,14	-139,82	-1,42
50,16	-141,24	-1,11
52,18	-142,35	-0,80
54,20	-143,15	-0,51
56,22	-143,66	-0,22
58,98	-143,88	0,38
62,02	-143,50	0,60
64,04	-142,90	0,87
66,06	-142,03	1,14
68,08	-140,89	1,41
70,10	-139,48	1,67
72,12	-137,81	1,92
74,14	-135,89	2,17
76,16	-133,72	2,42
78,18	-131,30	2,66
80,20	-128,63	2,90
82,22	-125,73	3,13
84,24	-122,60	3,36
86,26	-119,24	3,59
88,28	-115,65	3,23
90,00	-112,42	

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

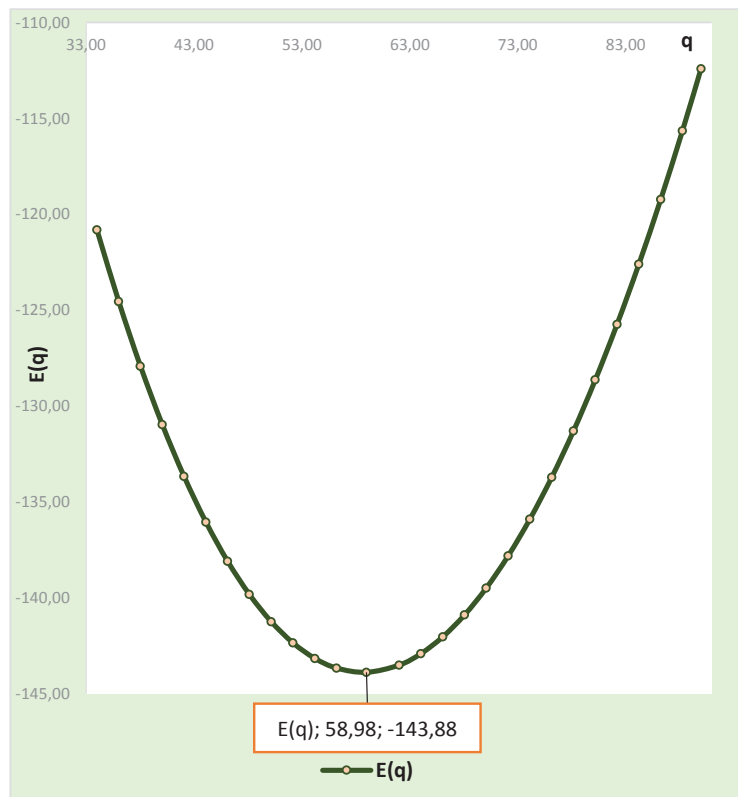


Figura 3.42 Costo esperado $E(q)$: *Marmolizado bp gris*
30.5x30.5-1

Elaboración: La autora

$$E(q)_{\text{mín}} = -143,88$$

$$q^* = 58,98$$

En la Tabla 3.33 y en Figura 3.42 nótese que $E(q)_{\text{mín}} = -143,88$ se minimiza en $q = 58,98$, a partir de este valor $E(q+1) - E(q) \geq 0$; es decir, el mínimo costo esperado se alcanza en q^* encontrado en la aplicación del modelo.

Por otra parte, la Figura 3.42 es una función convexa en q ; por tanto, se cumple la hipótesis del modelo de decisión única y queda demostrado que la política de inventarios diseñada es válida para productos tipo A con demanda que sigue una distribución exponencial.

Finalmente, con la validación de hipótesis de la política de inventarios de decisión única se demuestra que la política de inventarios diseñada para la empresa Baldosines Alfa S.A. es válida para todos los productos de mayor rotación que siguen una distribución de probabilidad discreta o continua.

CAPÍTULO 4.

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO DE LA APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIO

El punto de partida para la evaluación financiera con la posible implementación de la política de inventarios debe ser identificando datos encontrados del volumen de ventas y costos de ventas (asociados en el proceso de pedido y almacenamiento) encontrados en la sección 3.2; y, las predicciones de la utilidad bruta, utilidad operacional, utilidad neta, patrimonio, activo total.

En el capítulo anterior se diseñó y aplicó la mejor política de administración de inventarios seleccionada. Por tanto, en el presente capítulo se realiza una evaluación y análisis financiero de la política de inventarios propuesta, con el fin de conocer si se incrementan de manera positiva los indicadores de rentabilidad y se disminuyen los costos asociados al área de inventarios. Si ocurre lo señalado, el modelo de inventarios es apropiado para la empresa objeto de estudio.

El objetivo es aumentar la rentabilidad de la empresa por medio del manejo apropiado del inventario, prediciendo el impacto que produce las ventas futuras, consecuentemente las políticas de inventarios aplicadas; y, minimizando el costo asegurando un buen servicio al cliente.

La administración financiera se divide en tres partes [25]:

1. Análisis financiero (análisis pasado): es la evaluación del desempeño de la empresa en un período determinado.
2. Administración real de la empresa (análisis presente): es el control de la empresa en el momento.
3. Planeación financiera (análisis futuro): permite prever posibles problemas y encontrar alternativas de solución.

4.1. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE RENTABILIDAD ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS

Se realiza la evaluación y análisis de los indicadores de rentabilidad con la finalidad de obtener información de la gestión operativa de la empresa; para el mismo usamos datos del período 2005-2013.

Para la evaluación y análisis de indicadores de rentabilidad es necesario contar con ciertos datos del Balance general y el estado de resultados mensuales y anuales, por consiguiente en la Tabla 4.1 se muestra dicha información requerida.

Tabla 4.1 Datos para el cálculo de indicadores de rentabilidad. Período: 2005-2013

Año	Vol. Ventas [\$]	Costo Ventas	Utilidad Bruta	Utilidad Operacional	Utilidad Neta	Inventarios	Activo Total	Patrimonio
2005	1.516.536,59	1.268.621,94	247.914,65	3.830,63	-2.438,10	3.996.108,78	12.014.972,43	613.861,60
2006	2.115.027,08	1.594.581,09	520.445,99	164.828,11	164.828,11	3.900.993,85	11.286.750,43	2.593.891,90
2007	1.071.344,19	779.251,21	292.092,98	212.878,95	155.137,04	5.492.410,34	14.797.402,35	2.593.891,90
2008	1.517.990,26	1.265.860,68	252.129,58	277.121,50	149.726,22	5.805.471,57	18.608.620,60	4.190.416,82
2009	2.114.571,47	1.594.018,12	520.553,35	- 20.733,77	-28.654,49	9.539.421,58	23.051.453,40	5.079.678,04
2010	1.071.151,51	778.959,39	292.192,12	164.828,11	156.277,78	14.403.879,20	31.917.373,36	3.766.736,12
2011	2.012.979,40	1.621.754,39	391.225,01	281.680,36	157.474,03	19.274.374,72	46.376.207,94	6.546.626,39
2012	2.114.324,18	1.593.934,42	520.389,76	69.637,91	50.330,47	27.593.280,71	70.548.780,41	9.149.782,10
2013	1.070.833,36	855.724,65	215.108,71	73.386,69	17.956,45	28.252.756,03	72.560.500,33	7.609.861,35

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

En las siguientes figuras se muestra la evolución de ventas (en cantidad y en unidades monetarias y costo de ventas del período 2005-2013.

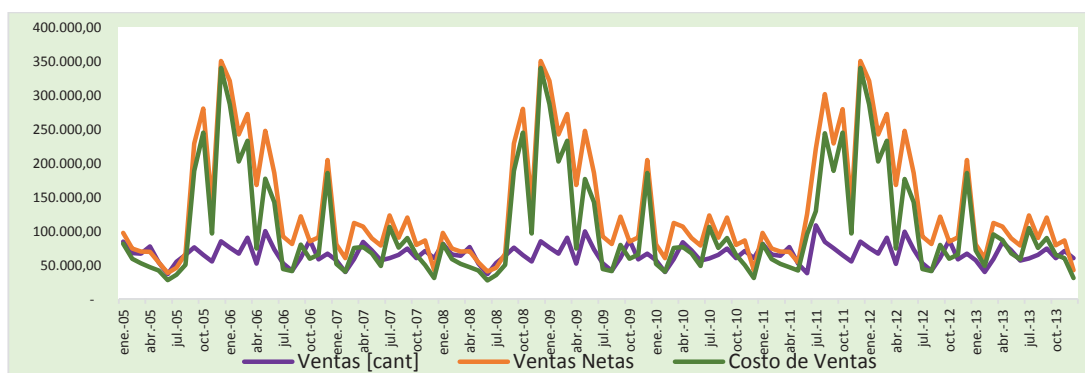


Figura 4.1 Evolución Ventas y Costo de ventas mensual. Período: 2005-2013

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora



Figura 4.2 Evolución de Ventas y Costo de ventas anual. Período: 2005-2013
Fuente: Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

4.1.1. INDICADORES DE RENTABILIDAD

El análisis e interpretación de los indicadores de rentabilidad nos permite tener un mejor conocimiento de la situación y desempeño financiero de la empresa.

A continuación se procede a realizar un análisis de los índices de rentabilidad del período 2005-2013 de Baldosines Alfa S.A. con el objetivo de conocer la gestión en el área de inventarios.

4.1.1.1. Margen Bruto

Realizando un análisis histórico del margen bruto, se observa en que entre los años 2005 al 2013 la empresa genera un promedio de 22,32% de margen neto.

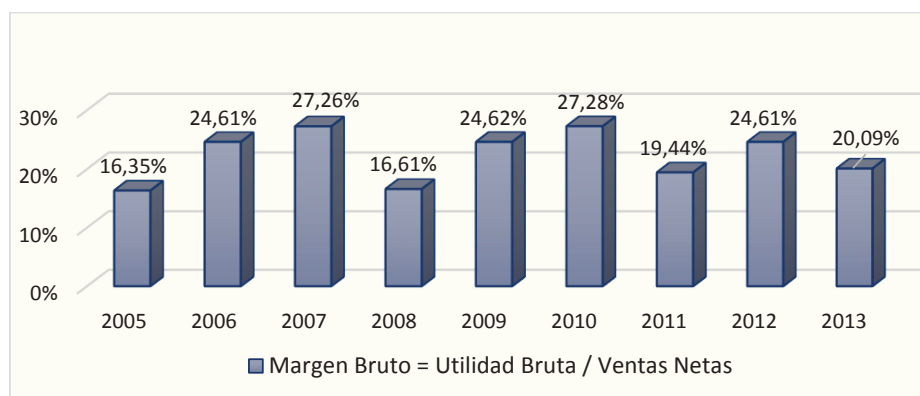


Figura 4.3 Margen Bruto. Período: 2005-2013
Fuente: Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

4.1.1.2. Margen Operacional

Entre los años 2005 al 2007 fue aumentando el margen operacional, al año 2009 decreció abruptamente al -0,98%, debido a su inversión de activos adquiridos. El año 2010 la empresa creció al 15,39%, y de ahí ha ido decreciendo años tras año.

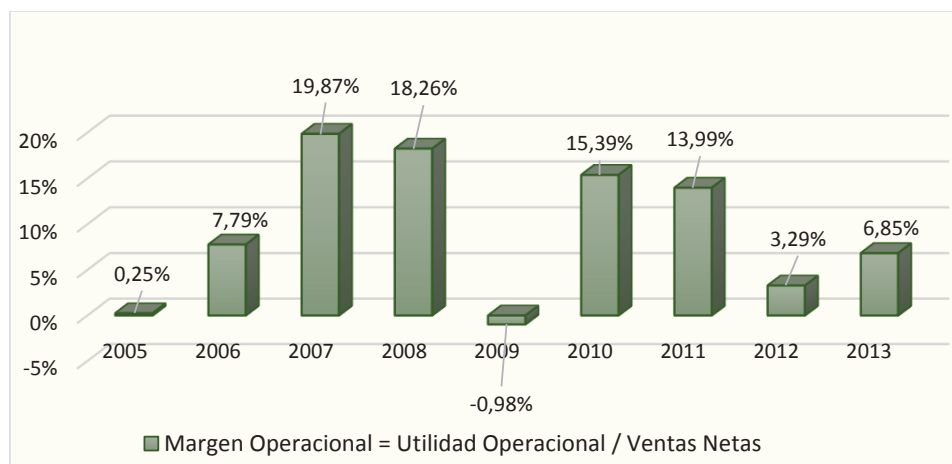


Figura 4.4 Margen Operacional. Período: 2005-2013

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

4.1.1.3. Margen Neto

El margen neto entre los años 2005 al 2007 fue aumentando, al año 2009 decreció hasta llegar al -136%. En el año 2010 la empresa representa un margen del 14,59%, y de ahí ha ido decreciendo hasta llegar al 1,68% en el año 2013.

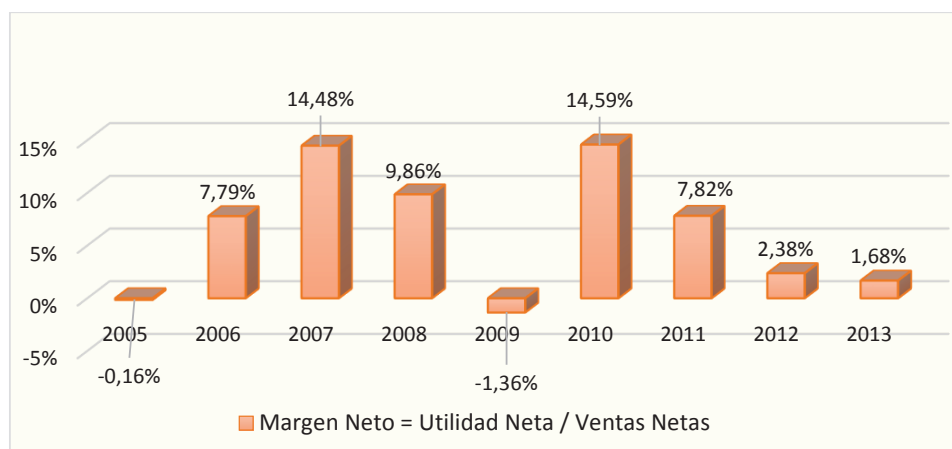


Figura 4.5 Margen Neto. Período: 2005-2013

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

4.1.1.4. Rentabilidad Neta del Activo (ROA)

El ROA de la empresa entre los años 2005 al 2008 representa un promedio del 0,82%, al año 2009 decreció hasta llegar al -0,12%. En el año 2010 el rendimiento crece al 0,49%, y de ahí ha ido decreciendo hasta llegar al 0,02% en el año 2013.

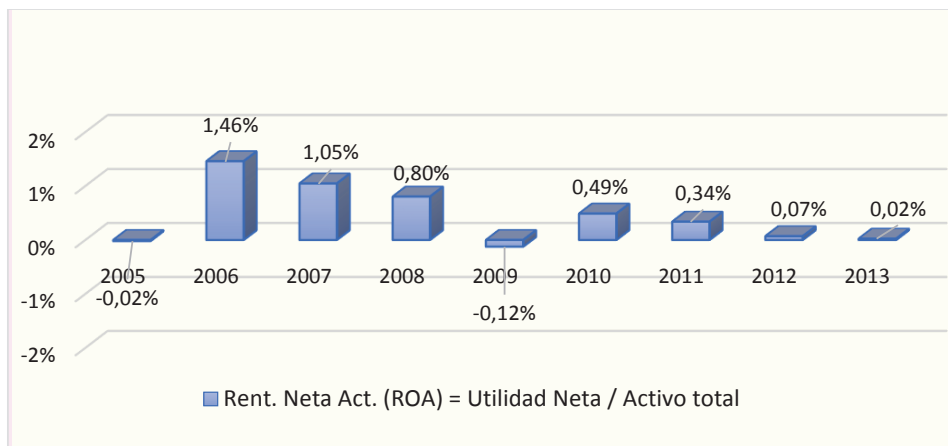


Figura 4.6 Margen Neto del Activo (ROA). Período: 2005-2013

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

4.1.1.5. Rentabilidad Financiera (ROE)

El ROE de la empresa entre los años 2006 al 2009 ha ido decreciendo hasta llegar al -0,56%. En el año 2010 el rendimiento crece al 4,15%, y de ahí ha ido decreciendo hasta llegar al 0,24 en el año 2013.

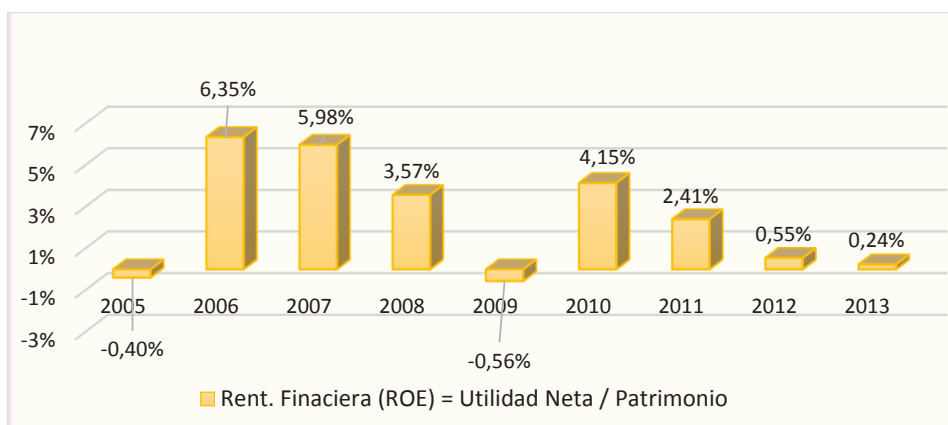


Figura 4.7 Rentabilidad Financiera (ROE). Período: 2005-2013

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

4.1.1.6. Rentabilidad Operacional del Patrimonio

La rentabilidad operacional del patrimonio entre los años 2005 al 2007 ha ido creciendo hasta llegar al 8,21% (máximo rendimiento), en el año 2009 el rendimiento presenta un decrecimiento del -0,41%, en el año 2010 crece al 4,38% y de ahí ha ido decreciendo hasta llegar al año 2013.

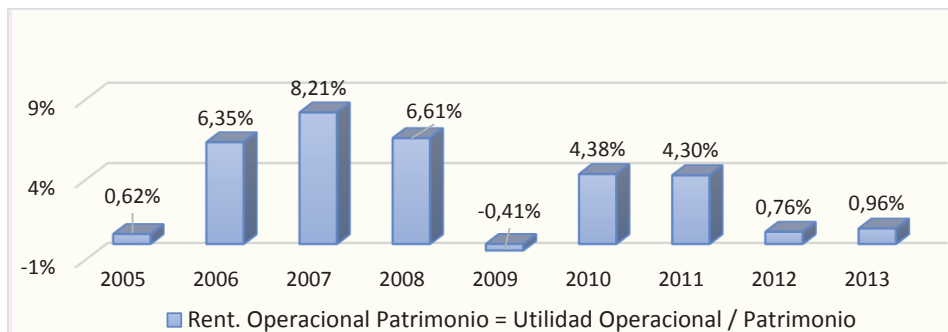


Figura 4.8 Rentabilidad Operacional del Patrimonio. Período: 2005-2013

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

4.2. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES DE RENTABILIDAD CON LA POLÍTICA DE INVENTARIOS PROPUESTA

Luego de obtener la cantidad óptima a pedir mediante la aplicación de la política de administración de inventarios diseñada (para productos de mayor rotación), calculamos ventas (\$) y costo de ventas; y, con la herramienta *Crystal Ball* realizamos predicciones (utilidad operacional, utilidad neta, activo total, patrimonio) mensuales para el período 2014-2016. Finalmente, se procede a comparar y a analizar el impacto de los índices de rentabilidad arrojados por la empresa y los obtenidos con la aplicación de la política de inventarios de decisión única.

Tabla 4.2 Datos obtenidos para cálculo de indicadores de rentabilidad. Período: 2013-2016

Año	2013	2014	2015	2016
Ventas Netas	1.070.833,36	1.173.654,17	1.202.995,53	1.179.561,66
Costo Ventas	855.724,65	621.991,46	629.766,36	621.991,46
Utilidad Bruta	215.108,71	551.662,71	573.229,17	557.570,20
Utilidad Operacional	73.386,69	310.302,46	213.441,55	289.950,31
Utilidad Neta	17.956,45	277.379,84	202.456,44	282.340,18
Activo Total	72.560.500,33	61.006.601,46	60.674.134,32	60.262.678,02
Patrimonio	7.609.861,35	9.107.603,91	9.941.499,07	10.092.650,16

Elaboración: La autora

En la Figura 4.9 se presenta la evolución de ventas y costo de ventas del período 2013-2016; donde se asevera que la política de inventarios diseñada para la empresa es correcta porque a pesar de estar considerando sólo productos de mayor rotación se observa que las ventas del año 2014 con respecto al año 2013 presenta un crecimiento del 9,6%, y un decrecimiento en el costo de ventas del 27,31%.

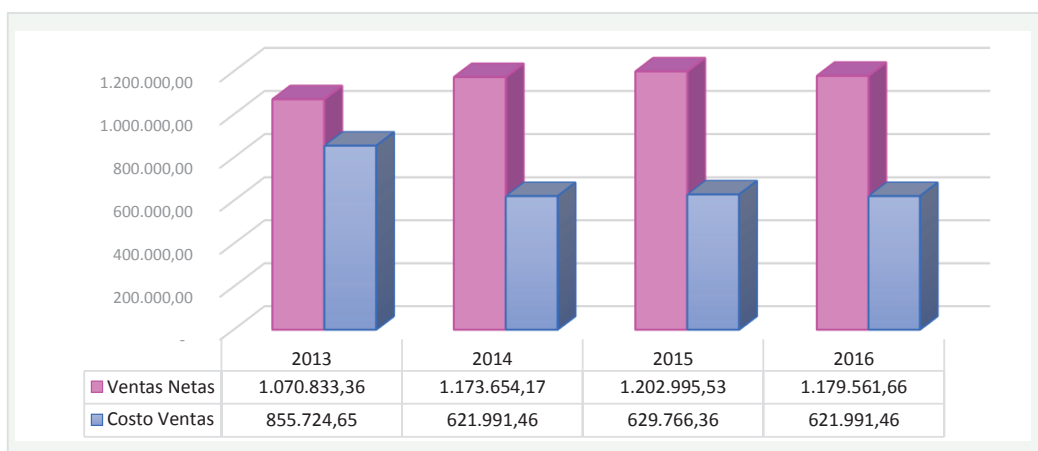


Figura 4.9 Ventas y Costo de ventas. Período: 2013-2016

Elaboración: La autora

4.2.1. INDICADORES DE RENTABILIDAD

4.2.1.1. Margen Bruto

El margen mide la rentabilidad de las ventas.

El margen bruto para los años 2014 al 2016 con las ventas y el costo de ventas obtenidos de la aplicación de la política de inventarios en relación al año 2013 se obtuvo un crecimiento promedio del 47,31%, lo que representa crecimiento en las ventas, y decrecimiento en el costo de ventas de la empresa.

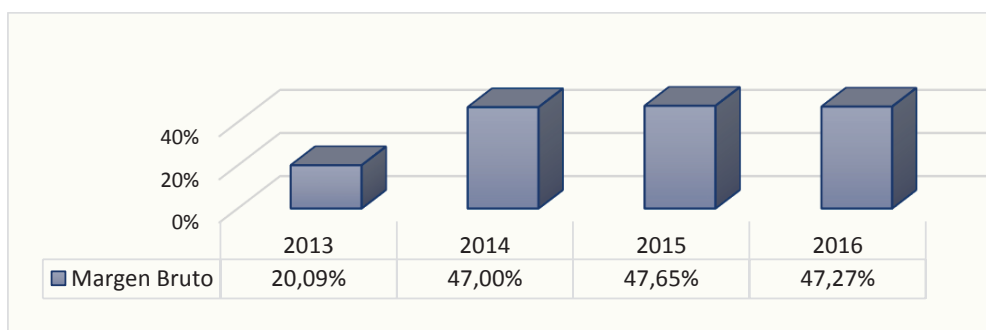


Figura 4.10 Margen Bruto. Período: 2013-2016

Elaboración: La autora

4.2.1.2. Margen Operacional

El margen operacional para el período 2014-2016 se obtuvo un crecimiento promedio del 22,92%; y, un crecimiento significativo con respecto al año 2013.

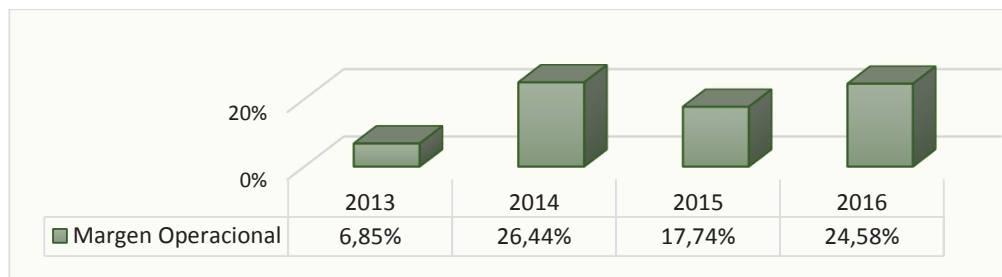


Figura 4.11 Margen Operacional. Período: 2013-2016
Elaboración: La autora

4.2.1.3. Margen Neto

El margen neto para los años 2014 al 2016 se obtuvo un crecimiento promedio del 21,47%, con respecto al año 2013 el crecimiento es representativo y significativo.

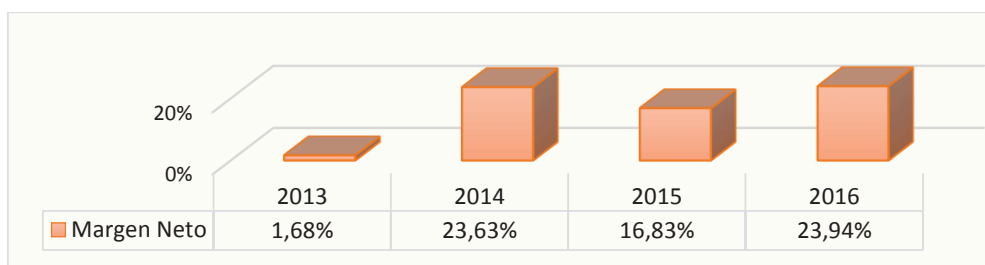


Figura 4.12 Margen Neto. Período: 2013-2016
Elaboración: La autora

4.2.1.4. Rentabilidad Neta del Activo (ROA)

Se observa que el ROA para los años 2014 al 2016 se obtuvo un crecimiento promedio del 0,42%, este promedio es muy representativo en relación al año 2013 que el rendimiento es apenas el 0,02%.

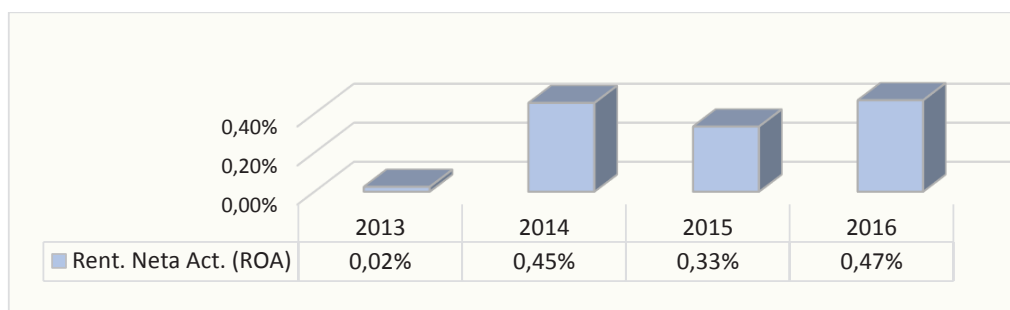


Figura 4.13 Rentabilidad Neta del Activo (ROA). Período: 2013-2016
Elaboración: La autora

4.2.1.5. Rentabilidad Financiera (ROE)

El ROE para el período 2014-2016 tiene un crecimiento promedio del 2,63%, este promedio es significativo en relación al indicador obtenido en el año 2013 (0,02%).

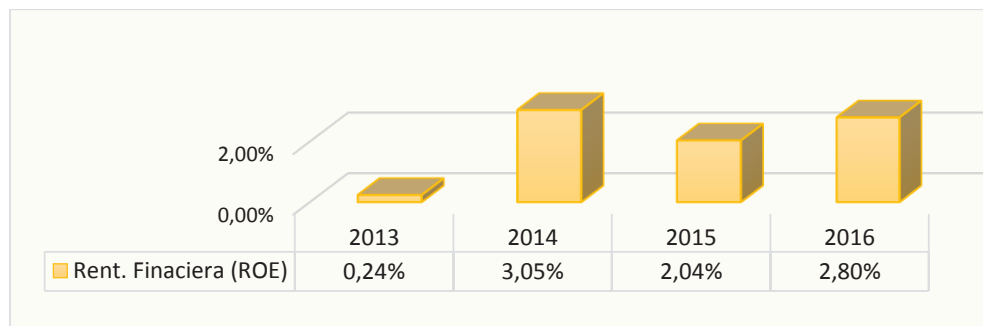


Figura 4.14 Rentabilidad Financiera (ROE). Período: 2013-2016
Elaboración: La autora

4.2.1.6. Rentabilidad Operacional del Patrimonio

Se observa que este indicador para los años 2014 al 2016 se obtuvo un crecimiento en promedio del 2,81%.

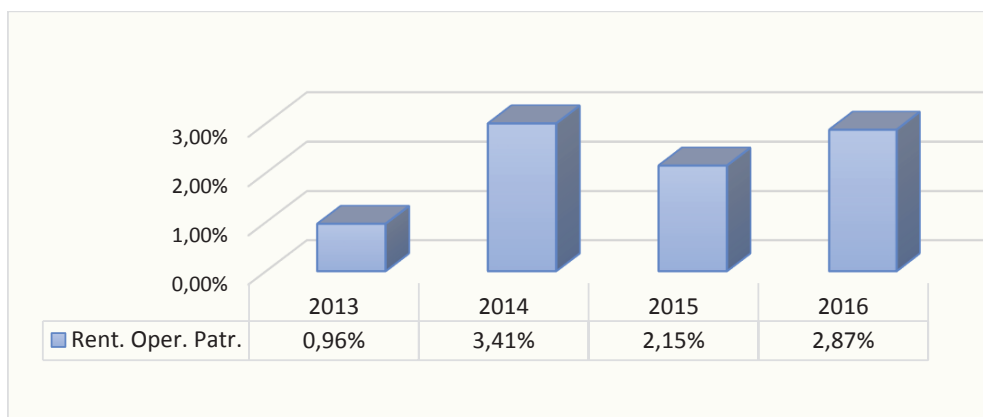


Figura 4.15 Rentabilidad Operacional del Patrimonio. Período: 2013-2016
Elaboración: La autora

4.2.1.7. Rotación de Ventas

Mide el número de veces que se recupera el activo a través de las ventas. Permite conocer el grado de aprovechamiento de los activos, y con ello si existe o no capacidad ociosa en las inversiones.

$$\text{Rotación de ventas} = \frac{\text{Ventas Netas}}{\text{Activo Total}}$$

En la Figura 4.16 se observa que para el período 2014-2016 las rotaciones de ventas (grado de aprovechamiento de los activos) son más rentables que el año 2013.

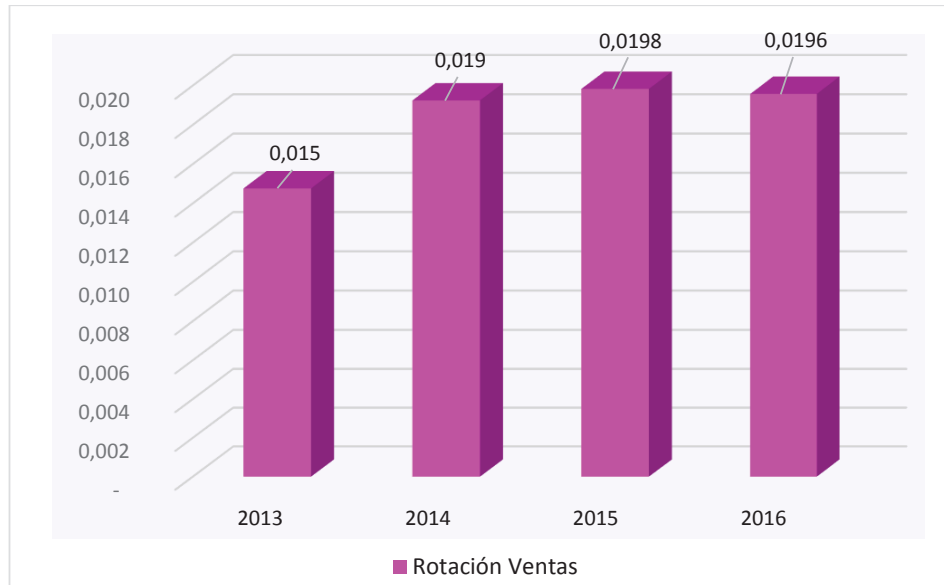


Figura 4.16 Rotación de ventas. Período: 2013-2016

Elaboración: La autora

4.2.1.8. Rotación de inventarios

La rotación de inventarios son las veces que renovamos los inventarios. En la Figura 4.17 se observa que para el período 2014-2016 las rotaciones de inventarios es más rentable que el año 2013.

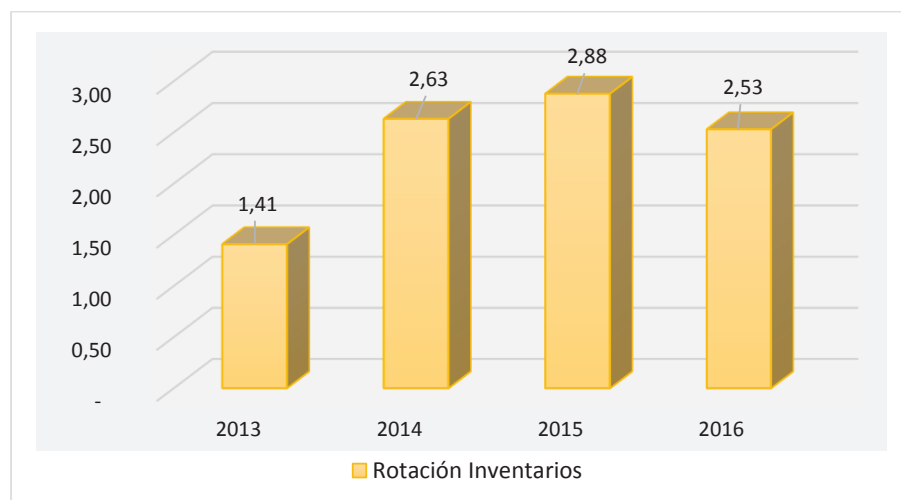


Figura 4.17 Rotación de inventarios. Período: 2013-2016

Elaboración: La autora

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.3.1. POSIBLES VENTAJAS Y BENEFICIOS FINANCIEROS, EN CASO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIO DISEÑADA

Nótese en la Figura 4.18 un cuadro comparativo donde todos los indicadores de rentabilidad para los años del 2014 al 2016 aumentaron y son mejores en relación a los de los anteriores años. Por tanto, la política de administración de inventarios de decisión única propuesta es válida para la empresa Baldosines Alfa S.A.

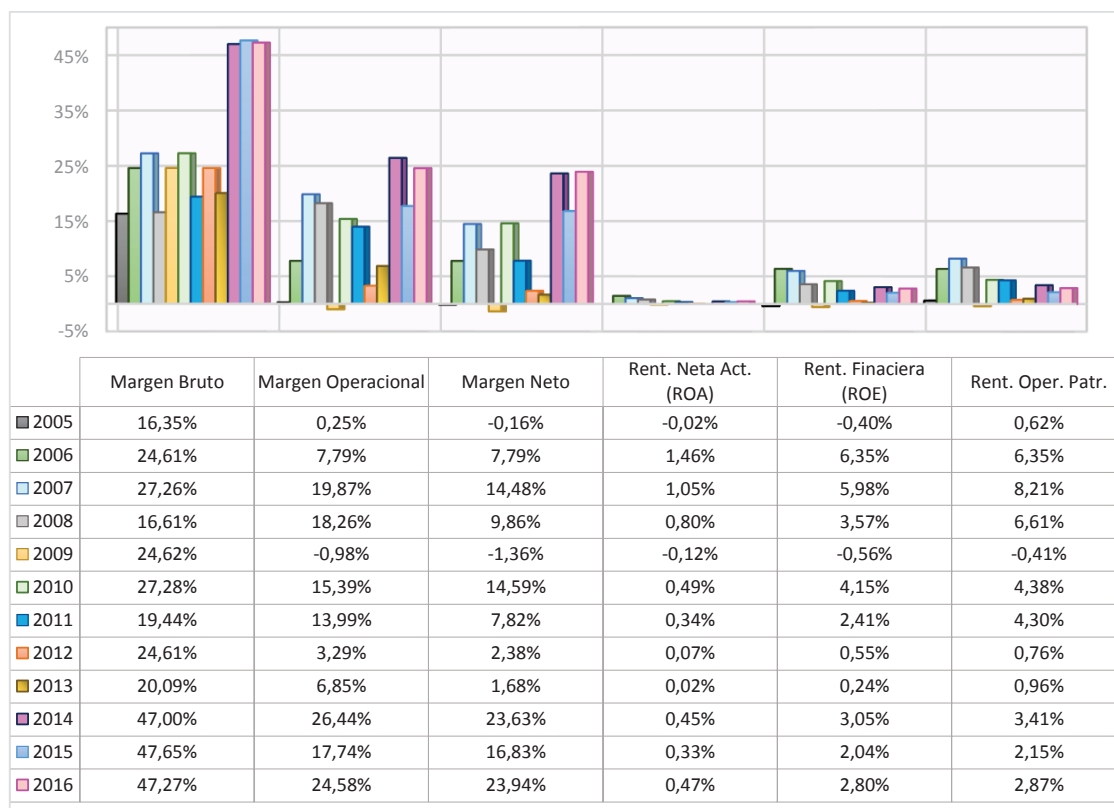


Figura 4.18 Indicadores de rentabilidad. Período: 2005-2016
Elaboración: La autora

Tabla 4.3. Índices de Rentabilidad: 2013-2016

Año	2013	2014	2015	2016
Margen Bruto	20,09%	47,00%	47,65%	47,27%
Margen Operacional	6,85%	26,44%	17,74%	24,58%
Margen Neto	1,68%	23,63%	16,83%	23,94%
Rent. Neta Act. (ROA)	0,02%	0,45%	0,33%	0,47%
Rent. Financiera (ROE)	0,24%	3,05%	2,04%	2,80%
Rent. Oper. Patr.	0,96%	3,41%	2,15%	2,87%

Fuente: Baldosines Alfa S.A.
Elaboración: La autora

Los beneficios que se obtuvieron fueron aumento en las ventas y disminución del costo de ventas; es decir se cumple con el objetivo del estudio. Por otro lado se obtuvo la cantidad óptima a ordenar para evitar sobreabastecimiento o subabastecimiento.

En la Figura 4.19 se muestra un resumen de los indicadores de rentabilidad para el período 2013-2016, donde se puede ver que los índices de rentabilidad para el período 2014-2016 se incrementan notablemente en relación al año 2013.

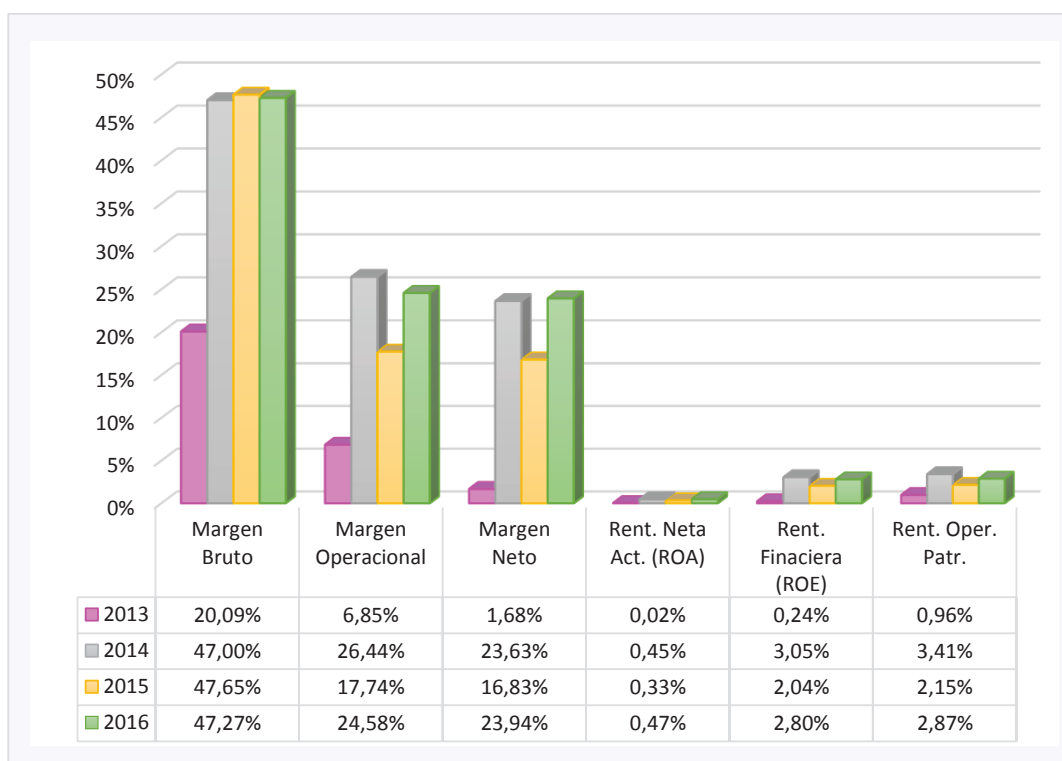


Figura 4.19 Indicadores de Rentabilidad. Período 2013-2016

Elaboración: La autora

Se concluye, que la empresa Baldosines Alfa S.A. aumenta su rentabilidad y disminuye sus gracias a la implementación de la política de administración de inventarios de decisión única propuesta en este proyecto.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante el estudio de las teorías de inventarios se diseñó una política de administración de inventarios apropiada para la empresa Baldosines Alfa S.A. siendo ésta el modelo de decisión única, misma que permite disminuir los costos en la gestión de inventarios de los productos de mayor rotación.
- La política de inventarios elegida es la que más se ajusta a la realidad de la empresa en base a los siguientes criterios: clasificación ABC, análisis del tipo de demanda, determinación de la distribución de probabilidad que sigue la demanda entre otros; mismos que apoyan a la política seleccionada y a la metodología desarrollada.
- Se analizó la situación actual de la empresa mediante la recopilación y procesamiento de datos del historial de ventas del período 2005-2013 a través de un formulario programado en Visual Basic Administration (VBA). Posteriormente, se ordenó la información mediante formatos de tablas dinámicas automatizadas, lo cual facilitó el análisis para el diseño de la política de inventarios.
- La empresa Baldosines Alfa S.A. no cuenta con un sistema de categorización para productos de mayor rotación, por lo que se puso en práctica la clasificación ABC que es un método que se usa para agrupar los productos en tres tipos (Tipo A, Tipo B, Tipo C) identificando aquellos que tienen mayor impacto sobre los costos, en función del volumen anual de ventas en unidades monetarias. De la clasificación ABC se obtuvo los siguientes resultados: de un total de 871 productos de todos los centros de distribución y salas de ventas ubicadas en la ciudad de Quito, 159 productos son de tipo A, en base a estos productos se hicieron los análisis correspondientes de inventarios, y para los cuales se diseñó una política de inventarios.

- Se estudiaron los artículos tipo A (los cuales denominamos productos de mayor rotación), que son de mayor criticidad para la empresa y tienen mayor valor monetario del inventario, esto quiere decir, que el personal responsable debería llevar mayor control en este tipo de productos y así evitar pérdidas por mala rotación, obsolescencia entre otros. Se debe resaltar que los artículos de tipo A inciden en el 80%, artículos tipo B inciden en el 15% y artículos tipo C en el 5%. del volumen monetario de ventas de la empresa.
- En la administración de inventarios los modelos de simulación sirven para construir modelos matemáticos y evaluar diferentes alternativas de solución para comprobar los resultados de decisión antes de aplicarlas a la realidad. Aprovechando las bondades de la herramienta "*Crystal Ball*", se aplicó la simulación de Montecarlo en este proyecto a fin de elegir una política adecuada de inventarios. Entre las fortalezas y funcionalidades de esta herramienta se pueden destacar las siguientes: estimación de la distribución de probabilidad que sigue la demanda, determinación del coeficiente de variación y obtención de los pronósticos de la demanda futura.
- En este trabajo, se identificó que la demanda para productos tipo A de la empresa Baldosines Alfa S.A. es probabilística y estacionaria, debido a que la demanda mensual promedio es aproximadamente constante y el coeficiente de variación es mayor que el 20%.
- Se realizó la estimación de distribución de probabilidad que sigue la demanda de productos de mayor rotación mediante *Crystal Ball*, el cual también arrojó los parámetros de cada distribución. La demanda puede seguir una distribución de probabilidad Discreta: Binomial, Binomial Negativa, Poisson, Geométrica; o, Continua: Uniforme, Normal, Gamma, Exponencial, Weibull.
- Mediante métodos de previsión cuantitativos y en base a datos históricos se pronosticó la demanda mensual a tres años; los pronósticos propuestos se acercaron notablemente a la realidad de la empresa debido a la comparación de datos actuales otorgados por la empresa. Se puede afirmar que las

predicciones son aplicables a fin de evitar faltantes o sobreestimar la demanda, de manera que esto nos permita satisfacer la demanda del cliente.

- Para el diseño de la política de administración de inventarios se tomó en cuenta los requerimientos de las bodegas ubicadas en la ciudad de Quito, el análisis de modelos de inventarios y de la demanda, en el caso vigente se puede afirmar que se obtuvieron resultados satisfactorios, por lo que se concluye que la política de decisión única es adecuada para otros tipos de artículos.
- Con la aplicación de la política de administración de inventarios diseñada para la empresa Baldosines Alfa S.A. se obtuvo un aumento en las ventas y una disminución en el costo de ventas para el período 2014-2016. Por tanto, todos los indicadores de rentabilidad de la empresa aumentaron pese a que se tomaron en cuenta sólo el volumen de ventas de productos de mayor rotación (80% de las ventas en unidades monetarias) dejando de lado los demás productos (20% de las ventas en unidades monetarias).
- Mediante cálculos realizados en la aplicación de la política de administración de inventarios de decisión única, se obtuvo una mejora en la gestión de inventarios para la empresa objeto de estudio. Donde se evidenció mediante el análisis financiero que la empresa aumentó su rentabilidad y disminuyó sus costos en la gestión de inventarios, a través de la obtención de la cantidad óptima a pedir; es decir, la empresa con la aplicación del modelo de decisión única proyectó ahorros en la administración de sus inventarios. Por tanto, la política de inventarios diseñada es un modelo fiable y adecuado.
- Luego de la aplicación de la política de inventarios de decisión única se procedió a la validación de hipótesis del modelo. Donde, se verificó mediante la gráfica del costo esperado que es una función convexa en q para productos tipo A con demanda que siguen una distribución de probabilidad discreta o continua. Por tanto, se cumple la hipótesis del modelo y queda demostrado que la política de administración de inventarios diseñada es válida para productos de mayor rotación.

- La evaluación y análisis financiera de la política de administración de inventarios propuesta, ayudó a la organización Baldosines Alfa S.A. a conocer si sus costos en el área de inventarios son los adecuados, así como también a optimizar sus recursos.
- De acuerdo al análisis y cálculos realizados la empresa Baldosines Alfa S.A. aumentó su rentabilidad gracias a la implementación de la política de administración de inventarios de decisión única propuesta en este proyecto de titulación. Por tanto es válido el modelo de inventarios diseñado para productos de mayor rotación de la empresa.
- Es vital contar con una política de administración de inventarios en una empresa para lograr competitividad, rentabilidad y sobre todo para la planificación estratégica.
- Para la aplicación del modelo de decisión única es necesario tener disponibles los registros históricos de la demanda, un sistema de cálculo de costos de inventarios y una herramienta que permita determinar las características de la demanda. El no disponer de estos requisitos, dificulta la aplicación de este modelo.
- Si la empresa objeto de estudio decidiese contratar a un experto de investigación de operaciones a fin de realizar los análisis y cálculos en relación al modelo, éste podría presentar costos altos, costos que no tienen comparación con los ahorros proyectados con la implementación de la política de inventarios.
- Las predicciones de la demanda futura estimadas en el presente proyecto de titulación, podrían verse afectadas dada la crisis económica que atraviesa actualmente nuestro país, perturbando principalmente los altos costos de los materiales y acabados de construcción.

5.2. RECOMENDACIONES

- Poner en práctica la política de inventarios de decisión única diseñada para la empresa Baldosines Alfa S.A. para disminuir costos en el área de inventarios y mejorar las ventas de la empresa.
- Generalizar el procedimiento propuesto a otros centros de distribución y salas de ventas ubicadas en el Ecuador.
- Organizar actividades de capacitación para directivos, especialistas y técnicos en relación con la administración de inventarios.
- Automatizar las técnicas e instrumentos estadístico-matemáticos para elevar la eficiencia en la administración de inventarios.
- Implementar la política de administración de inventarios propuesta en este trabajo, para obtener mayores y mejores índices de rentabilidad, evitando el sobreabastecimiento o subabastecimiento de productos.
- Implementar la política de administración de inventarios diseñada para la empresa Baldosines Alfa S.A. para mejorar su administración de inventarios y aumentar su rentabilidad gracias a los ahorros proyectados y a la disminución de costos.
- Realizar pronósticos de productos mediante la herramienta *Crystal Ball* para evitar sobreabastecimiento o subabastecimiento.
- Automatizar los procesos de análisis en caso de la implementación de la política de administración de inventarios diseñada.

REFERENCIAS

- [1]. Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. "Administración de Operaciones. Procesos y cadenas de valor". (Octava ed.). *Pearson Educación*. México (2008). Pág. 544.
- [2]. Hillier, Frederick S. & Lieberman, Gerald J. "Investigación de operaciones" (Séptima ed.). *Mc Graw-Hill*. México (2002). Pág. 935.
- [3]. Superintendencia de Compañías. "Tabla de Indicadores". Internet. http://docs.universidadecotec.edu.ec/tareas/2012D/CON120/alum/2008542032_654_2012D_CON120_TABLAS_FORMULAS_Y_CONCEPTOS_financieros.pdf. Acceso: 3 de noviembre de 2013.
- [4]. Hillier, Frederick S. & Lieberman, Gerald J. "Investigación de operaciones" (Séptima ed.). *Mc Graw-Hill*. México (2002). Pág. 935.
- [5]. Simchi-Levi, D., Bramel, J., & Chen, X.. "The Logic of Logistics. Theory, Algorithms, and Applications for Logistics and Supply Chain Management". *Springer*. USA (1997). Pág. 179.
- [6]. Porteus, E.L. "Stochastic inventory theory" (Vol. 2). *Handbooks in OR & MS*. North Holland (1990).
Lee, H.L.; Nahmias, S. "Single-product, single-location models" (Vol. 4). *Handbooks in OR & MS*. S.C. Graves et al., *Elsevier Science Publishing*. North Holland (1993).
- [7]. Taha, H. "Investigación de Operaciones" (Séptima ed.). *Pearson*. México (2004). Pág. 429.
- [8]. Wayne L, W. "Investigación de operaciones. Aplicaciones y algoritmos" (Cuarta ed.). *Thomson*. México (2004). Pág. 546.
- [9]. Mathur, K., & Solow, D. "Investigación de operaciones. El arte de la toma de decisiones" (Primera ed.). *Pearson Educación*. México (1996). Pág. 639.
- [10]. Taha, Hamdy A. "Investigación de Operaciones". (Novena ed.). *Pearson Educación*. México (2012). Pág. 457-458.

- [11]. Hillier, Frederick S. & Lieberman, Gerald J. "Investigación de operaciones" (Séptima ed.). *Mc Graw-Hill*. México (2002). Pág. 936.
- [12]. Taha, Hamdy A. "Investigación de Operaciones". (Novena ed.). *Pearson Educación*. México (2012). Pág. 460.
- [13]. Taha, Hamdy A. "Investigación de Operaciones". (Novena ed.). *Pearson Educación*. México (2012). Pág. 469.
- [14]. Ramos, A. (2012). "Optimización de gestión de inventarios". *Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Departamento de organización industrial.*, 20-38. Obtenido de <http://www.iit.upcomillas.es/aramos/>
- [15]. Taha, Hamdy A. "Investigación de Operaciones". (Novena ed.). *Pearson Educación*. México (2012). Pág. 477.
- [16]. Montgomery, D., & Runger, G. "Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería". (Segunda ed.). *Editorial Limusa, S.A. de C.V.* México (2004). Págs. 112-136, 155-160, 179, 189, 193.
- [17]. Superintendencia de Compañías. "Baldosines Alfa S.A.". Internet. http://www.supercias.gov.ec:8080/sector_sociedades/faces/parametros_consulta_cias_x_ruc.jsp;jsessionid=48d0c7d04678ffffff85d5a5ad50b7c65. Acceso: 3 de Noviembre de 2013.
- [18]. Villalva, J. "Monografías.com". Internet. <http://www.monografias.com/trabajos12/alma/alma.shtml>. Acceso: 3 de Enero de 2015.
- [19]. Render, B., & Heizer, J. "Principios de Administración de Operaciones". (Primera ed.). *Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.* México (1996). Pág. 423.
- [20]. Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. "Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros". (Duodécima ed.). *McGraw-Hill*. México (2006). Pág. 569.
- [21]. Taha, Hamdy A. "Investigación de Operaciones". (Novena ed.). *Pearson Educación*. México (2012). Pág. 458-459.

- [22]. Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. "Administración de Operaciones. Procesos y cadenas de valor". (Octava ed.). *Pearson Educación*. México (2008). Pág. 522.
- [23]. Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. "Administración de Operaciones. Procesos y cadenas de valor". (Octava ed.). *Pearson Educación*. México (2008). Pág. 522.
- [24]. Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. "Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros". (Duodécima ed.). *McGraw-Hill*. México (2006). Pág. 653.
- [25]. Rivadeneira Bastidas, C. E. "Análisis de la planificación financiera de una entidad de ahorro y crédito: caso práctico mutualista Pichincha." *Repositorio Digital EPN*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2572>. Acceso: 6 de Marzo de 2015.

ANEXOS

ANEXO 1.

Anexo 1.1. Organigrama Posicional

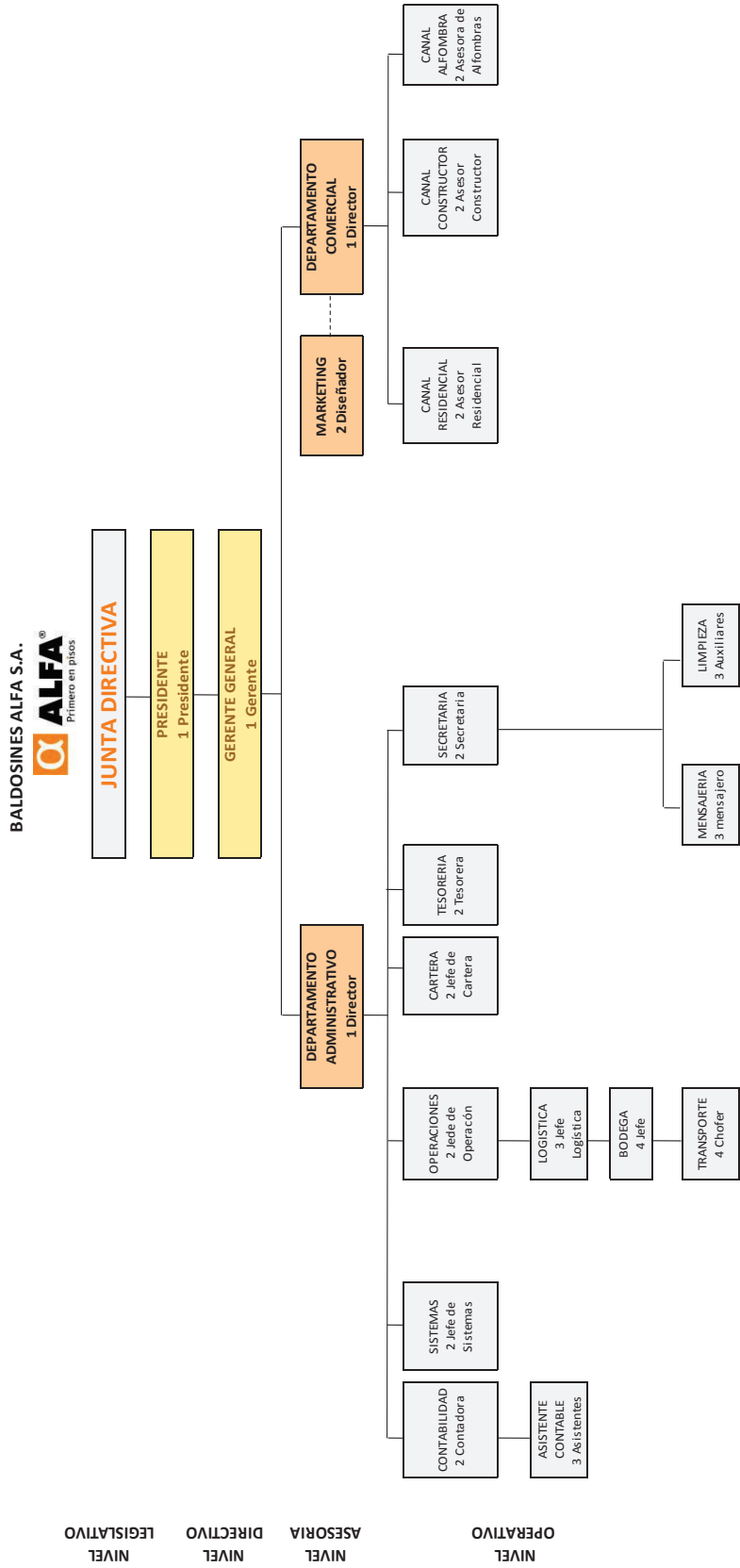


Figura A 1 Organigrama Posicional
 Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Anexo 1.2. Organigrama Funcional

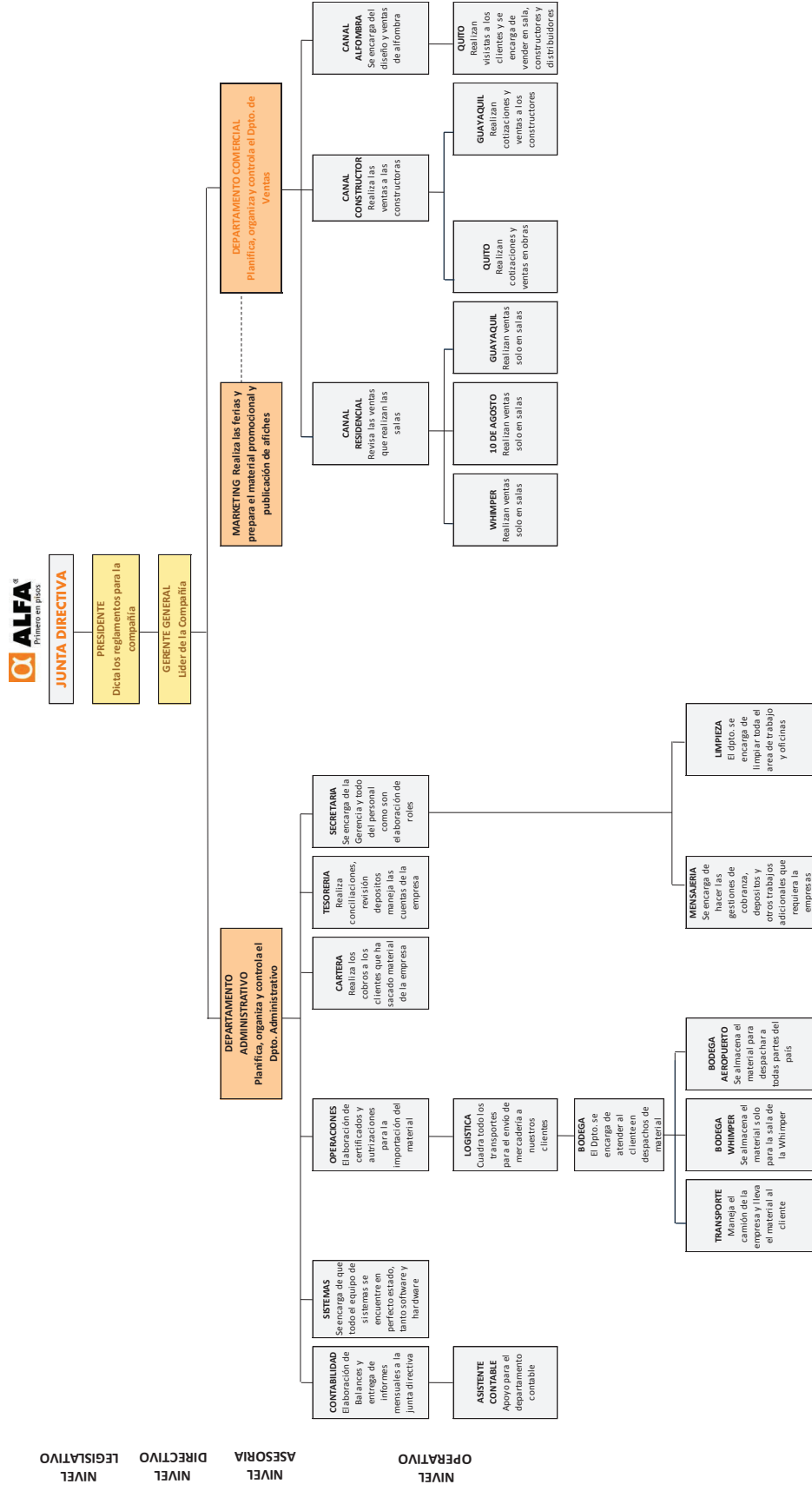


Figura A 2 Organigrama funcional Fuente: Baldosines Alfa S.A.

ANEXO 2.

Anexo 2.1. Uso del programa Crystal Ball

Crystal Ball es usado por organizaciones y negocios, trabaja con Microsoft Excel.

Para correr el programa es necesario primero abrir Crystal Ball, y luego el libro Excel que necesitamos analizar.



Figura A 3 Ubicación de Crystal Ball
Elaboración: La autora

Crystal Ball mejora el rendimiento de Excel, adiciona una nueva barra de herramientas a Excel, y cinco menús (Definir, Ejecutar, Analizar, Herramientas, Ayuda).

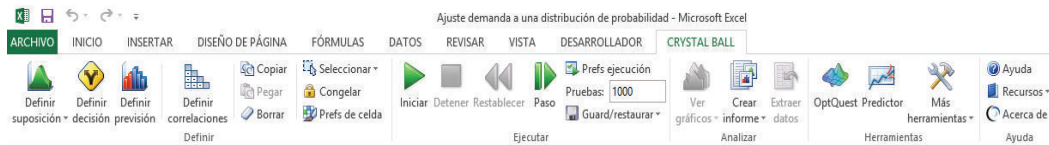


Figura A 4 Barra de herramientas de Crystal Ball
Elaboración: La autora

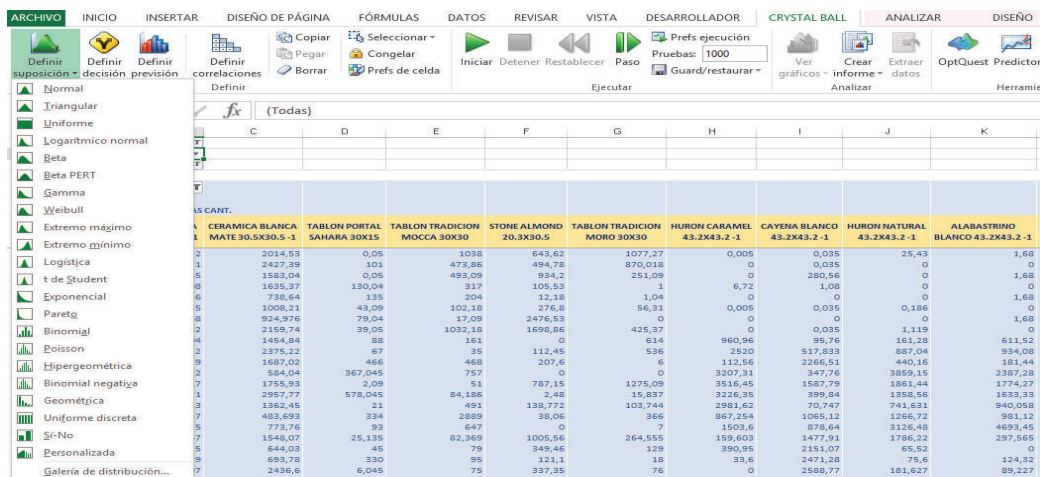


Figura A 5 Menú Crystal Ball: Definir
Elaboración: La autora

ANEXO 3.

Anexo 3.1. Procedimientos de análisis y control de inventarios

Para el buen funcionamiento de la organización se deben cumplir los siguientes procedimientos de análisis y control de inventarios.

Anexo 3.1.1. Procedimientos para ingresos de mercadería

Anexo 3.1.1.1. Por importación y compras locales

- Revisar que la mercadería no tenga ninguna anomalía, daño, movimiento antes de ser descargada o recibida.
- En caso de encontrar alguna novedad el recepcionista del material debe notificar al jefe de bodega para documentar el caso y realizar el reclamo al seguro, transportista, almacenadora o lugar de origen del material.
- El material debe ser recibido en base a lista de empaque u orden de compra.
- Una vez ingresada la mercadería a bodega se realiza la guía de remisión de entrada y se entrega a persona encargada de ingresos de importación para que sea respaldo para ingreso de material al sistema SAP.
- Es responsabilidad del jefe de bodega verificar que los materiales ingresados a sistema por parte del departamento de importaciones o compras locales sean iguales a lo registrado en la guía de remisión por entrada de material.

Anexo 3.1.1.2. Por traslados

1. Entre centros de distribución. (Ver Anexo 4.1).
2. Entre salas de ventas.
 - Cumplir con lo solicitado en el Anexo 4.1.
 - Es responsabilidad del bodeguero de cada sala realizar la guía de remisión por salida de material, y enviar a operaciones en un plazo de 24 horas que se realice el almacenamiento de material.

Anexo 3.1.1.3. Por devolución

Tener autorización de parte del departamento de cartera y ventas para los casos de rotura, cambio, o inconformidad.

1. Por rotura: Para reposición por rotura, se debe especificar en la guía de remisión como respaldo, caso contrario no se realizara reposición.
 - Recepción en bodega
 - Cuando el material es entregado en bodega, se revisara que la cantidad como los ítems coincidan con lo autorizado.
 - Realizar informe de recepción de mercadería e informar a la asesora y demás personas involucradas para seguimiento hasta que se proceda a registrar en el sistema.
 - Notificación desde cliente
 - Si el material esta en lugares donde los costos de transporte no amerite traer la mercadería, el cliente debe documentar fotográficamente las roturas y enviar a la asesora para su revisión.
 - La asesora debe informar a jefe de bodega que revise si el material efectivamente salió o no roto cuando se despachó.
 - Luego de revisado el material se envía el informe para que se proceda a realizar el trámite de nota de crédito o cambio y hacer seguimiento hasta que se dé la baja por rotura.
2. Por cambio
 - Si las devoluciones son por cambio de tono color y de un mismo tamaño, línea y precio se plasma un movimiento de clasificación en el sistema.
 - Si el cambio es por otro material de diferente línea, medida y precio se debe generar una nota de crédito y generar una nueva factura por el envío del nuevo material.
3. Por inconformidad
 - El material se recibirá en las mismas condiciones entregadas, luego notificar a la asesora para que haga una nota de crédito.

Anexo 3.1.2. Procedimientos para salidas de mercaderías

- Es obligatorio que todo material salga con guía de remisión.
- No está permitido cometer guías manuales.
- En caso de excepción extraordinaria las guías manuales serán autorizadas solo por gerencia general.

Anexo 3.1.2.1. Por ventas

- Todo material debe salir en base a una orden de pedido generado por la asesora.
- A través de la orden de pedido se debe generar la guía de remisión y factura.
- El material debe ser revisado por la persona que entrega frente al cliente o transportista antes de hacer firmar las guías de remisión y factura.

Anexo 3.1.2.2. Por traslado

1. Entre centros de distribución (Ver Anexo 4.1).
2. Entre salas de ventas (Ver Anexo 4.1)
 - Es responsabilidad del bodeguero de cada sala realizar la guía de remisión por salida de material para que se ejecute el almacenamiento de material en sistema.

Anexo 3.1.2.3. Por rotura

- El Jefe de bodega emite el listado de roturas generadas en la semana y hace verificar por el Analista de inventarios.
- Una vez revisado y aprobado por el Analista de inventarios se envía a desechar la rotura.
- La rotura debe ser dada de baja por el Jefe de bodega de cada punto en base a la aprobación de rotura previamente revisada.
- Ver Anexo 4.2.

Anexo 3.1.3. Procedimiento de almacenamiento de mercadería

La compañía Baldosines Alfa S.A. cuenta con un gran volumen de productos, por lo que ha diseñado un manual del bodeguero (Ver Anexo 4.4.1.), para que sirva de guía en la elaboración y utilización de los documentos de inventario y un adecuado control y manejo de los materiales existentes en las bodegas.

El jefe de bodega debe concientizarse de la responsabilidad que tiene ante la compañía por los materiales que se le entregan para su óptimo manejo, y ante el cliente por el buen servicio que siempre se le debe ofrecer.



Figura A 6 Almacenamiento en salas
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura A 7 Almacenamiento en bodegas
Fuente: Baldosines Alfa S.A.



Figura A 8 Etiquetado de material
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Anexo 3.1.4. Procedimientos para inventarios cíclicos y generales

Centros de distribución y salas de ventas deben estar organizados, limpios y manteniendo lo solicitado en el procedimiento de almacenamiento de materiales.

Anexo 3.1.4.1. Centros de distribución y salas de ventas

- Los inventarios se cumplen de acuerdo al cronograma establecido por auditoria de inventarios autorizado por gerencia general. Ver Anexo 4.3.
- Es responsabilidad del jefe de bodega cumplir al 100% de los inventarios cíclicos durante el mes.
- En caso de faltantes, se justifica dentro de 72 horas luego de ser detectados.
- En caso de no ser justificado el faltante, el valor será descontado al jefe de bodega.

Anexo 3.2. Procedimientos para faltantes de inventario y caja chica

- Si se detecta un faltante por primera vez que no supere \$200 y es justificado por el jefe de bodega, será descontado en su totalidad a PVP.
- Si reincide en faltante que no supere \$200 y se justifica, se sanciona al jefe de bodega con un llamado de atención y descuento del faltante a PVP.
- Si se detecta un faltante por primera vez que no supere \$ 200 y no es justificado, se sanciona al jefe de bodega con un llamado de atención y descuento de los materiales a PVP.
- Si se detecta un faltante por segunda vez que no supere \$200 y no es justificado, se envía visto bueno al empleado y se le descuenta los materiales a PVP.
- En el caso de faltantes de materiales que superen \$200, se notifica a Gerencia General.
- En casos de pérdidas o robos de materiales que superen \$200 deben ser denunciados a la policía y los justificativos presentar a la aseguradora para la reposición de valores dentro de los siguientes 5 días hábiles.

ANEXO 4.

Anexo 4.1. Procedimiento de traslados

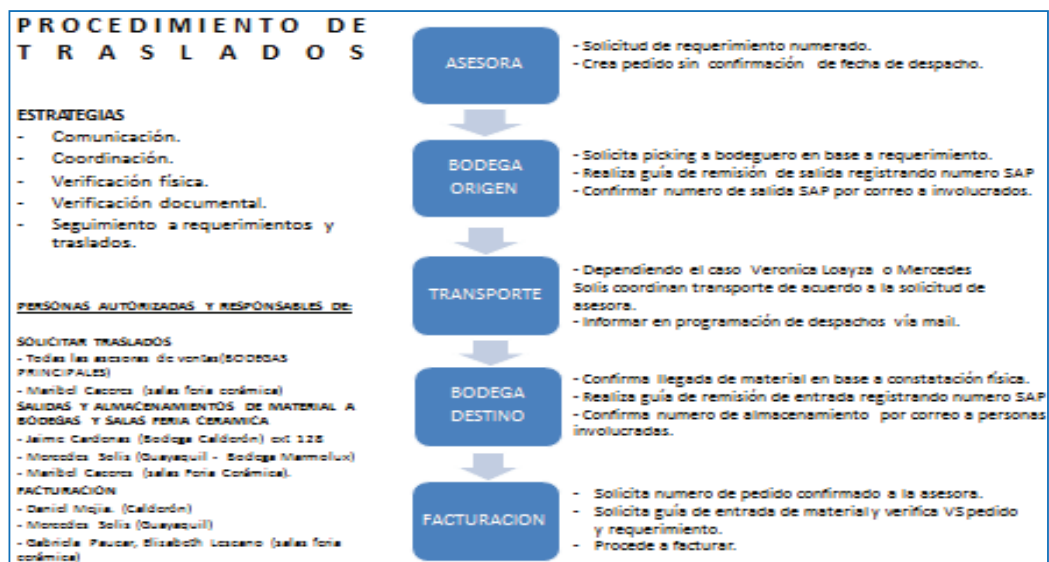


Figura A 9 Procedimientos de traslados

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

- Paso 1: *Solicitud de requerimientos*
- Asesora envía a través de correo electrónico.
 - Cumplir con requerimientos de formato.
 - En base a requerimiento se procede a realizar el picking.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	FECHA EN QUE SE REQUIERE EL MATERIAL	FECHA CONFIRMADA
135001500	NEW CORDOÑA ROJO 43X43	60.06	M2	13/05/2012	
135001483	BOTICINO BLANCO 28X43	15.7	M2	13/05/2012	
135001478	BOTICINO BEIGE 28X43	1.57	M2	13/05/2012	

Figura A 10 Solicitud de requerimiento
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

- Paso 2: *Guía de salida de material*
- Realizar guía de remisión de salida de material cumpliendo los requerimientos de formato.
 - Obligatorio se debe registrar el número de salida de material que genera SAP.
 - Una vez realizada la salida de material en sistema ya no aparece en disponibilidad.

CÓDIGO	CAL	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PESO	N° DE CAJAS
135001500		NEW CORDOÑA ROJO 43X43	M2	60.06		33
135001483		BOTICINO BLANCO 28X43	M2	15.70		10
135001478		BOTICINO BEIGE 28X43	M2	1.57		1

Figura A 11 Guía de salida de material
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

- Paso 3: *Confirmación de traslado*
- Confirmar vía correo electrónico tanto el traslado por salida como entrada de material.

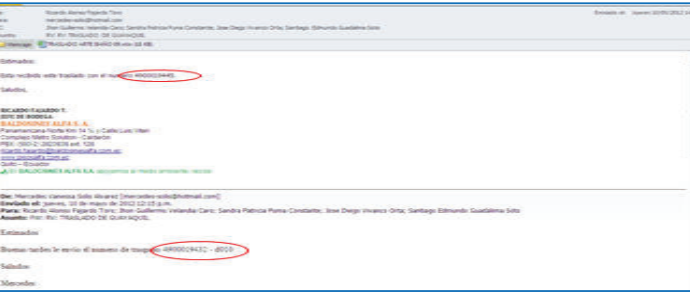


Figura A 12 Confirmación de traslados
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

- Paso 4: *Guía de entrada de material*
- Verificar físicamente el material a recibir.
 - En caso de que sea entregado directo a cliente comunicarse con persona que despachó o asesora para confirmar si se despachó al cliente lo requerido.
 - Una vez constatado el material realizar guía de remisión por entrada de material y registrar el número SAP.

CÓDIGO	CAL	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PESO	N° DE CAJAS
135001500		NEW CORDOÑA ROJO 43X43	M2	60.06		33
135001483		BOTICINO BLANCO 28X43	M2	15.70		10
135001478		BOTICINO BEIGE 28X43	M2	1.57		1

Figura A 13 Guía de entrada de material
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Paso 5: Confirmación de pedido

- Una vez recibido confirmación de ingreso de material, la asesora debe revalidar fecha de despacho en pedido confirmando materiales y cantidades en base a requerimiento y guía de entrada de material.
- Luego envía pedido a facturador para que proceda a la facturación del mismo.
- La asesora debe realizar seguimiento a la facturación del pedido y revisar que lo facturado este correcto a lo solicitado antes de entregar al cliente.

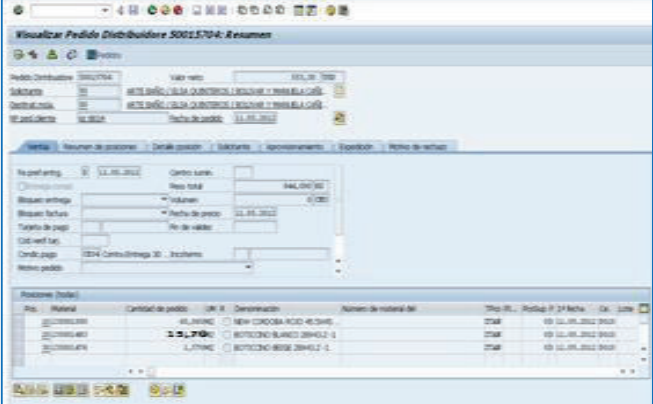


Figura A 14 Confirmación de pedido
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Paso 6: Facturación

- El facturador debe verificar que coincida el requerimiento Vs guía de entrada de material Vs pedido.
- En caso de diferencias entre documentos, NO facturar y comunicarse con asesora, caso contrario se procede a facturar.
- Obligatorio verificar en VLO1N que la cantidad solicitada sea igual a la cantidad que el sistema dispone para facturar, en caso de diferencias NO facturar y buscar solución.

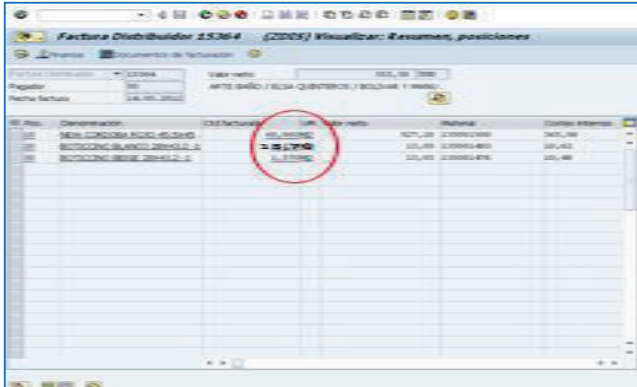


Figura A 15 Facturación
Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Anexo 4.2. Procedimiento roturas Baldosines Alfa S.A.

Actualmente en Baldosines Alfa S.A. se manejan 3 tipos de rotura

1. Manipulación
2. Transporte
3. Exportaciones

Anexo 4.2.1. Rotura por manipulación

Durante los movimientos de material en las Bodegas y salas se pueden presentar roturas o fisuras, los cuales representan una perdida para la compañía, como el material no queda en condiciones para la venta ni en calidad segunda, y con el fin de que estos no afecten las disponibilidades este material se debe trasladar a stock bloqueado, su baja de los saldos contables solo se realizara con el aval de auditoria.



Figura A 16 Rotura por manipulación

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Anexo 4.2.2. Rotura por transporte

Bajo esta transacción se realizan las salidas derivadas de todas las roturas presentadas durante el transporte.

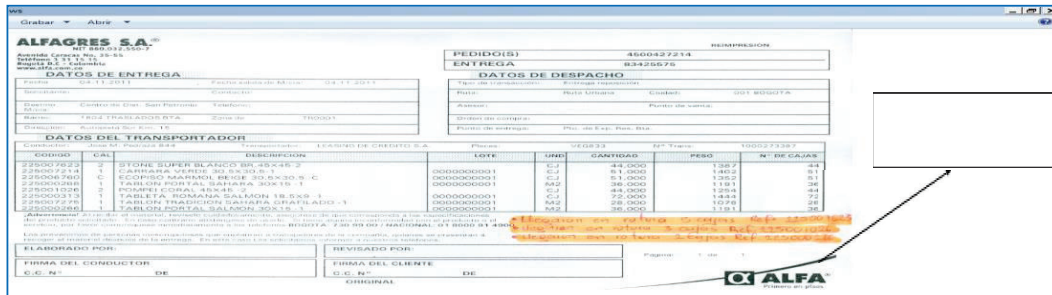


Figura A 17 Registro en SAP: Rotura por transporte

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Cuando se realice la salida en el documento SAP es importante colocar el nombre del transportador y las placas del vehículo, con el fin de realizar los correspondientes controles y determinar los cobros respectivos.

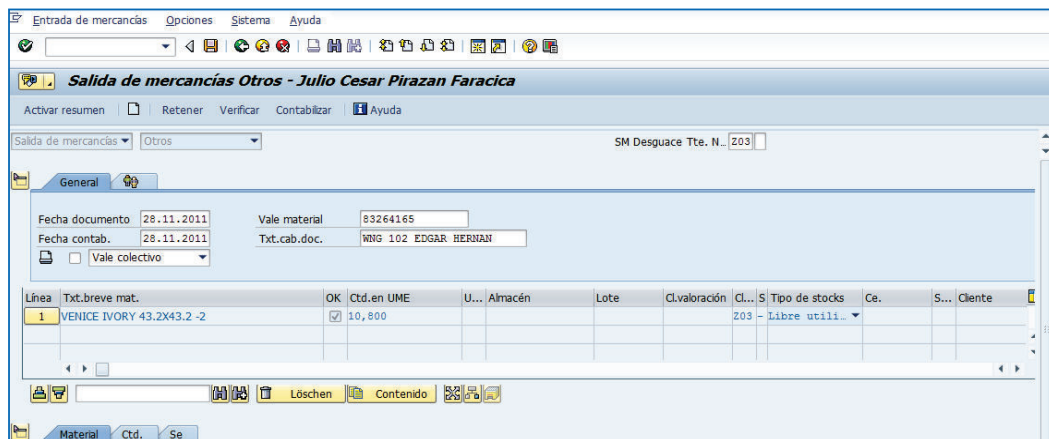


Figura A 18 Registro SAP: Salida de mercancías

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Se deben emitir informes a los departamentos involucrados con el fin de realizar los seguimientos respectivos. Una vez que se dé baja estas mercancías se deben mantener organizadas, por ningún motivo se puede disponer de ellas hasta que sean certificadas por el departamento de auditoría.

Anexo 4.2.3. Rotura por importaciones

Movimiento generado por las roturas originadas durante el transporte de importaciones.

Se plasma en el documento SAP el nombre del transportador, las placas del vehículo y las novedades encontradas, con el fin de establecer la responsabilidad, nota crédito y realizar los seguimientos respectivos.

Se generan las correspondientes bajas de inventario en coordinación con el departamento de transportes, y se asigna un vehículo el cual recogerá dichos materiales los cuales serán trasladados al botadero de basura.

Para el caso de los centros de distribución y salas de ventas, todas y cada una de las roturas seguirán siendo certificadas por un funcionario de auditoría.

Anexo 4.3. Políticas y procedimientos de almacenamiento para centros de ventas

Documento otorgado por el Departamento de Auditoría.

La empresa en el manejo de los inventarios con el propósito de facilitar el control de inventarios, toma en cuenta los siguientes puntos:

1. Velar por el cuidado, aseo y custodia de los productos o locaciones de la compañía
2. Marcar en forma visible, legible y bien presentada de todos y cada una de las referencias almacenadas en centros, teniendo en cuenta códigos o números de pedido si es el caso.
3. Proceder en forma constante con la realización de inventarios por parte del personal encargado de cada centro con el fin de detectar las novedades oportunamente, evitar que se dilaten en el tiempo y así no afectar la fidelidad de las disponibilidades.
4. Mantener un orden adecuado de los materiales averiados por manipulación e informar de manera oportuna, por correo o vía telefónica de los accidentes

que se presenten. Para el caso del centro de distribución es conveniente nombrar una persona que administre el almacenamiento y manejo de los datos de rotura.

5. Mantener una correcta marcación de todos los materiales correspondientes a pedidos de otros centros.
6. Cada solicitud de despacho, recibo de mercancías, insumos entre otros, se deben hacer vía correo electrónico en forma clara y específica.
7. La organización de los materiales debe hacerse en forma discriminada por líneas, formatos y zona de pedidos de otras bodegas, ya que se conserva en el orden de almacenamiento como también la ubicación ágil al momento de entrega.
8. Realizar despachos de material en forma oportuna, con la documentación correcta. Por ningún motivo se puede proceder con entregas sin los documentos establecidos.
9. Mantener un óptimo control y marcación de los materiales exhibidos, con una correcta distinción entre los que están o no ingresados en el inventario.
10. Verificar constantemente los materiales que aparezcan en tránsito y presentar oportunamente reportes ante el centro suministrador de aquellas referencias que no llegan a cada centro.
11. Mantener un orden adecuado que permita visualizar los materiales para ser contados en forma ágil. Se debe estandarizar al máximo la forma de hacer los arrumes, discriminado lotes.
12. Establecer a la mayor brevedad el sitio de disposición de roturas y la forma de almacenamiento que faciliten el cargue al momento del envío para ser reprocesados o desechados.
13. Las solicitudes de documentos referente a pedidos, reposición, reserva o anulaciones debe hacerse de manera oportuna para evitar dilatación e incremento en la labor operativa.
14. Se reitera que las salidas por desguace pueden ser avaladas por el Dpto. de auditoría. De lo contrario, se incurrirá en faltas al reglamento de la compañía. En cuanto al transporte nacional y transporte importación (para centros de distribución), se debe dejar datos de transportador.

15. En el momento de ventas y entregas se darán instrucciones a cada cliente, referentes al transporte, manejo e instalación de los materiales. A fin de evitar reclamos por desconocimiento, que finalmente conllevan a falta de credibilidad y pérdida de los mismos clientes.

Anexo 4.4. Manual de inventarios del bodeguero

Anexo 4.4.1. Almacenamiento y manejo de la bodega

La bodega y los materiales almacenados son responsabilidad del jefe de bodega. A su vez los materiales deberán estar distribuidos adecuadamente en las instalaciones de la bodega, atendiendo las siguientes indicaciones:

- Distribuir los materiales por pasillos dentro de la bodega.
- Ubicar los materiales de mayor movimiento con prioridad cerca de la puerta y cerca del pasillo principal.
- Realizar seguimiento a los materiales que tienen caducidad e informar para su rotación.
- Se deben agrupar en un solo sitio todo el material correspondiente a una misma referencia, teniendo en cuenta la calidad de los mismos tonos y de tal forma que se faciliten los conteos físicos, así como en el control de entregas y recibo del material.
- Los arrumes de un material deben estar a una altura adecuada para evitar accidentes, roturas de materiales y facilitar las entregas.
- Al estibar un material empacado en cajas; se debe tener en cuenta la posición de puesto para no generar roturas por el peso de todo el arrume.
- En un arrume de material todas las planchas deben tener el mismo número de unidades, para facilitar los conteos.
- Las mercancías deben ser manejadas con cuidado necesario para protegerlas de roturas y deterioros.
- No se debe permitir el ingreso de personas ajenas a la compañía, solamente se permite la permanencia de personas para el cargue o descargue de materiales mientras dure dicha labor.
- La bodega debe permanecer aseada y con los pasillos libres de obstáculos.

- Todos los materiales tanto en los centros de distribución como en salas de ventas deben estar etiquetados donde conste: nombre, código SAP y unidad de medida.

Anexo 4.4.2. Inventarios cíclicos

Procedimientos que se deben seguir para la realización de inventarios Cíclicos:

1. Las cantidades del conteo físico se debe anotar frente a los saldos de los listados.
2. El inventario cíclico debe hacerse en estricto orden según el listado diario o por línea.
3. En el evento de presentarse diferencias en los inventarios, se deberá emitir a este departamento las justificaciones respectivas.
4. Todo Cíclico realizado debe ser enviado al departamento de inventarios así: El 50% antes del 15 de cada mes y el otro 50% antes del cierre.
5. El gerente regional o jefe de sala deben velar por que los conteos se realicen efectivamente y no se trasciban los saldos.

Anexo 4.4.3. Entrada de materiales

En el momento de recibir materiales, se debe verificar la cantidad, calidad, referencia y estado de la totalidad de los productos; el transportador presenta los documentos emitidos por la planta para iniciar el correspondiente descargue.

El bodeguero controla el descargue y ubicación del material recibido, una vez terminado este procedimiento se verificara las cantidades físicas las cuales deberán coincidir con los documentos emitidos por las plantas, proveedores o bodegas que envían el material.

En caso de presentarse alguna diferencia entre el material y lo relacionado en la remisión, se deberá anotar en la remisión del transportador la inconsistencia presentada (faltante, sobrante, rotura o calidad).

Anexo 4.4.4. Salida de materiales

Entrega a clientes: Para realizar entrega de mercancías a un cliente deberá existir un pedido y soportada de su correspondiente orden de entrega y factura.

El material puede ser retirado por el cliente en bodega o en ocasiones la compañía lo entrega en la obra.

Sí el cliente retira el material de las bodegas debe presentar el original del pedido, se elabora su correspondiente orden de entrega, y la factura.

ANEXO 5.

Anexo 5.1. Pasos en Crystal Ball para ajustar la demanda a una distribución de probabilidad

1. Seleccione la celda que contiene el valor de la variable (no debe contener fórmulas).
2. En el menú Crystal Ball del grupo *Definir* escoja: *Definir suposición*.

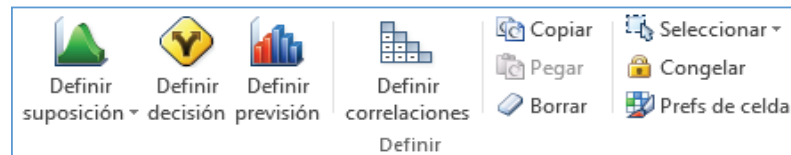


Figura A 19 Crystal Ball: Grupo Definir

Elaboración: La autora

3. En el cuadro *Galería de distribuciones* se elige la distribución de probabilidad apropiada, seleccione *ajustar*.

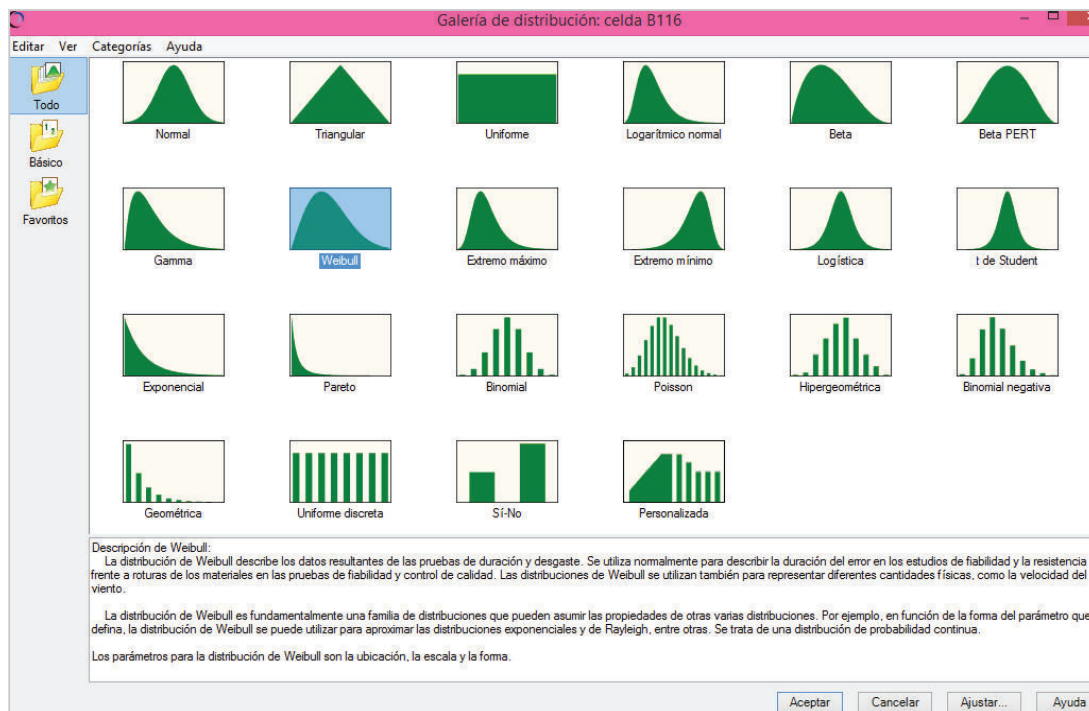


Figura A 20 Galería de distribuciones de probabilidad en Crystal Ball

Elaboración: La autora

4. Definir la *ubicación de datos*.
5. Escoger *distribuciones para el ajuste*.
 - Selección automática
 - Todas continuas
 - Todas Discretas
 - Elegir
6. Elegir el método para *Clasificar por estadísticas de bondad del ajuste*.
 - Anderson-Darling
 - Kolmogorov-Smirnov
 - Chi-cuadrado

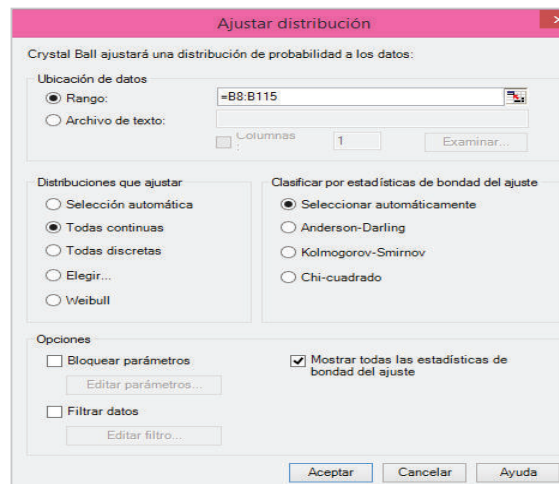


Figura A 21 Ajustar datos a una distribución con Crystal Ball
Elaboración: La autora

7. Finalmente *Aceptar*. Se obtiene una distribución de probabilidad ajustada, en la parte inferior se ve los parámetros de la distribución.

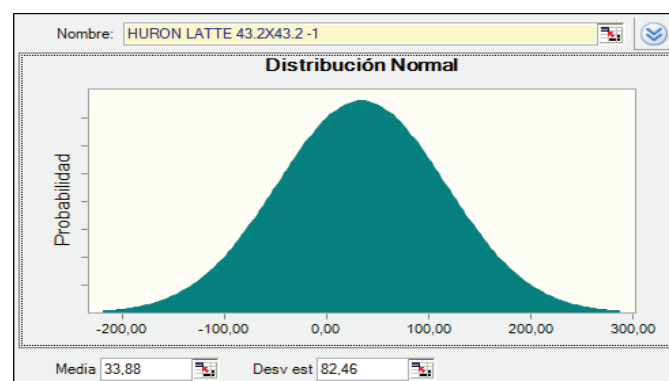


Figura A 22 Demanda con distribución normal
Elaboración: La autora

ANEXO 6.

Anexo 6.1. Pasos en Crystal Ball para predecir la demanda

1. Seleccione los datos de la demanda mensual incluyendo el mes.
2. En el menú Crystal Ball del grupo *herramientas* escoja: *predicador*.

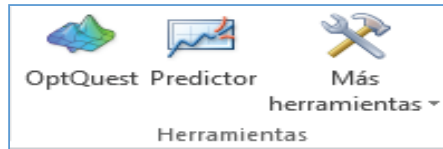


Figura A 23 Crystal Ball: Grupo Herramientas
Elaboración: La autora

3. Se presenta el cuadro bienvenida a predictor, datos de entrada entre otros, presentadas en las gráficas siguientes:

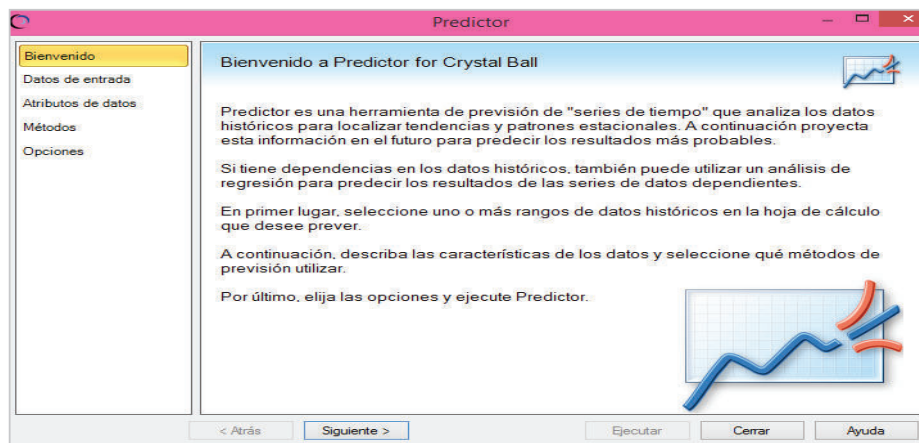


Figura A 24 Pantalla de bienvenida a Predictor de Crystal Ball
Elaboración: La autora

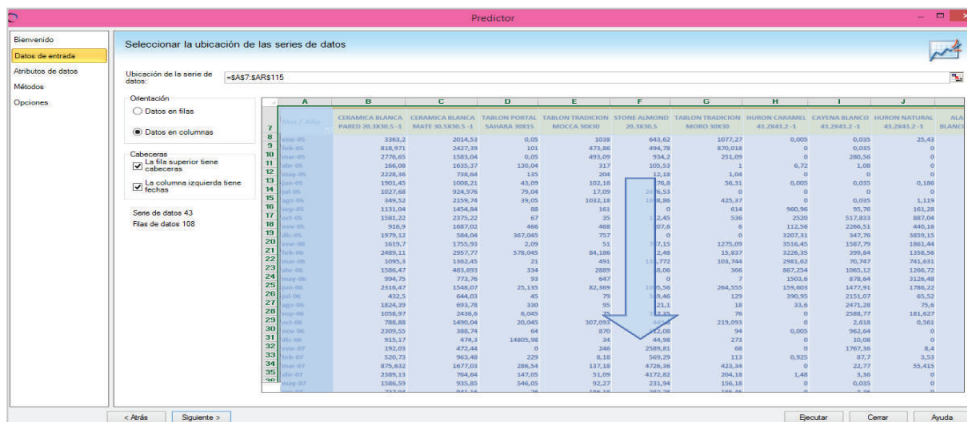


Figura A 25 Datos de entrada de predictor en Crystal Ball
Elaboración: La autora

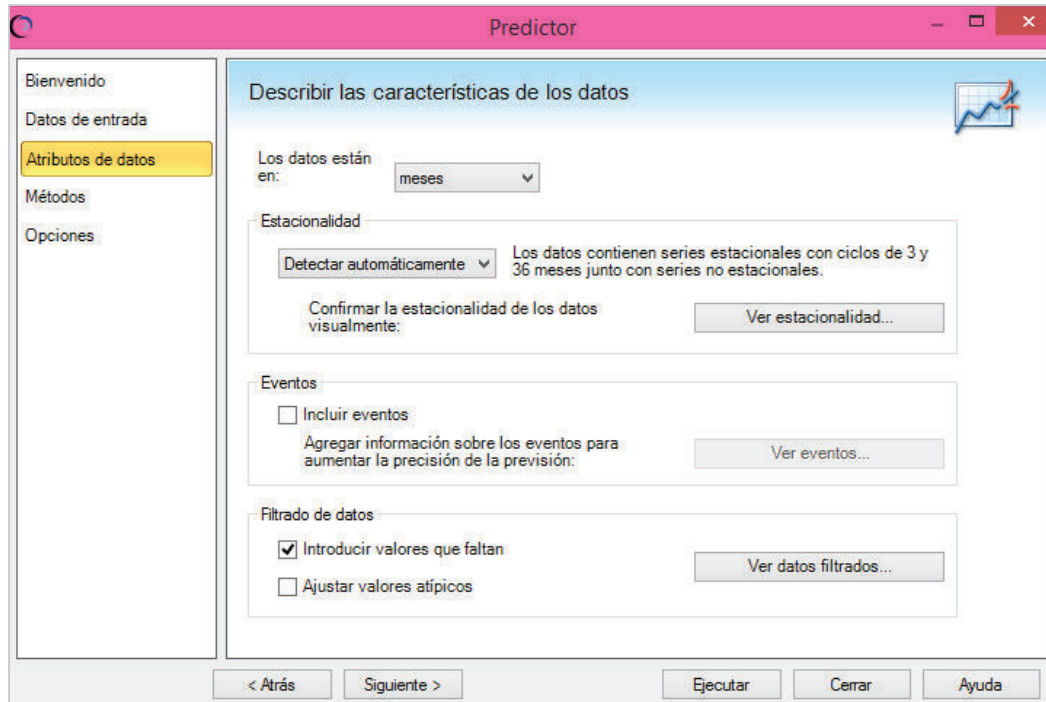


Figura A 26 Atributos de datos de predictor en Crystal Ball
Elaboración: La autora

4. Finalmente, se ejecuta la predicción de la demanda.

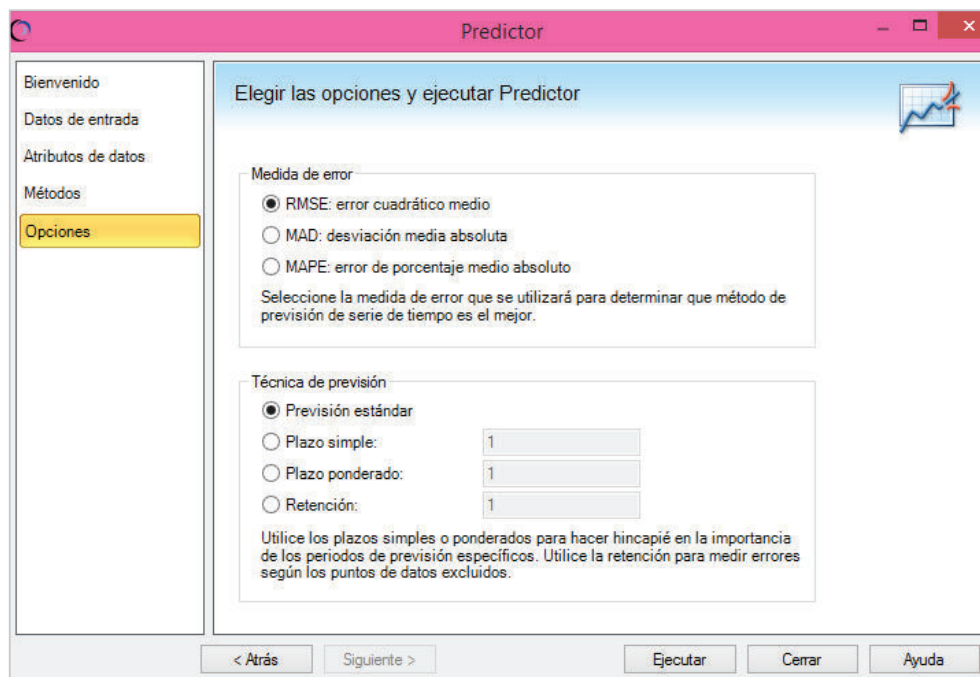


Figura A 27 Pantalla de opciones y ejecutar de predictor en Crystal Ball
Elaboración: La autora

ANEXO 7.

Anexo 7.1. Preguntas a supuestos de cada modelo de inventarios a aplicarse

Anexo 7.1.1. MODELOS DETERMINÍSTICOS DE INVENTARIOS

- * Modelo CEP clásico

Tabla A 1 Supuestos modelo CEP clásico

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda determinística		
Demanda constante y conocida		
Existencias se agotan uniformemente		
Programación para un solo producto		
El artículo se compra por pedidos		
Costos constantes en el horizonte de planificación		
No hay faltantes		
No hay descuentos		

Elaboración: La autora

- * Modelo CEP de varios artículos con limitación de almacenamiento

Tabla A 2 Supuestos modelo CEP de varios artículos con limitación de almacenamiento

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda determinística		
Demanda constante y conocida		
n artículos		
No hay faltantes		
Artículos compiten por un espacio de almacenamiento		

Elaboración: La autora

- * Modelo Wagner-Whiten

Tabla A 3 Supuestos Modelo Wagner-Whiten

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda determinística		
Demanda conocida, pero varía con el tiempo		
Costos de inventarios, mantenimiento e instalación variables en n períodos		
En cada período se evalúa un nuevo costo de colocación		
Tiempos de entrega cero		
Pedidos y demanda ocurren al inicio del período		
No hay faltantes		

Elaboración: La autora

- Heurístico Silver-Meal

Tabla A 4 Supuestos Heurístico Silver-Meal

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda determinística		
Demanda conocida, pero varía con el tiempo		
Costos de producción constante		
Costos de colocación y almacenamiento variables		
Demanda futura se puede satisfacer con la demanda actual		
No pronostica costo de faltante		
No hay descuento por volumen		

Elaboración: La autora

Anexo 7.1.2. MODELOS PROBABILÍSTICOS DE INVENTARIOS

- Modelo de decisión única (período único)

Tabla A 5 Supuestos modelo de decisión única

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda probabilística		
Demanda discreta o continua		
Se ordena una sola vez en cada ciclo		
Períodos de pedidos fijos		

Elaboración: La autora

- Modelos de revisión continua: Modelo CEP probabilizado

Tabla A 6 Supuestos Modelo de revisión continua: Modelo CEP probabilizado

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda probabilística		
Utiliza existencias de reserva para satisfacer la demanda		
La demanda sigue una distribución de probabilidad normal		
Busca mantener existencias de seguridad constantes		
No hay faltantes		

Elaboración: La autora

- Modelo de revisión continua: Modelo CEP probabilístico

Tabla A 7 Supuestos modelo de revisión continua: Modelo CEP probabilístico

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda probabilística		
La demanda sigue una distribución de probabilidad conocida		
Demanda no satisfecha se acumula		
No se permite más de un pedido pendiente		

Elaboración: La autora

- Modelo de revisión periódica

Tabla A 8 Supuestos modelo de revisión periódica

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda probabilística		
Existe n artículos		
Se revisa el inventario cada cierto intervalo de tiempo		
Pedidos se colocan en un intervalo de tiempo		

Elaboración: La autora

- Simulación

Tabla A 9 Supuestos para una simulación de inventarios

Supuestos de modelo a inventario a aplicar	SI	NO
Demanda es variable aleatoria		
Tiempos de entrega son variables aleatorias		
Datos suficientes y confiables para la simulación		

Elaboración: La autora

Anexo 7.1.3. Cuadro comparativo de modelos de inventarios y supuestos

Después de realizar cuestionamientos a cada uno de los supuestos de los modelos de inventarios, realizamos un cuadro comparativo entre supuestos y modelos de inventarios mostrada en la **Tabla A 10**. Donde los supuestos que cumplen con un modelo de inventario están señalado con un visto. Los supuestos que cumplen con las características de la empresa Baldosines Alfa S.A. con un asterisco (*) y de color verde.

Por tanto, se observa que la política de inventarios que se adapta al caso de estudio es el de decisión única, debido a que sus supuestos coinciden con todas las características de la empresa.

Tabla A 10 Cuadro comparativo de supuestos de modelos inventarios

MODELOS DE INVENTARIOS

SUPUESTOS	Modelos Determinísticos						Modelos Probabilísticos			
	CEP clásico	CEP varios artículos con limitación almacenamiento	Wagner-Whiten	Heurístico Silver-Meal	Decisión Única	CEP probabilizado	CEP probabilístico	Revisión periódica	Simulación	
Demanda es determinística constante	✓									
Existencias se agotan uniformemente	✓									
Programación para un solo producto	✓									
El artículo se compra por pedidos	✓									
Costos de colocación y almacenamiento constantes	✓									
No existen faltantes	✓	✓	✓		✓	✓				
* Existen faltantes					✓					
* No hay descuentos por volumen de pedido				✓	✓					
* Hay n artículos		✓			✓			✓		
Descuento por volumen de pedido		✓								
Artículos compiten por espacio de almacenamiento		✓								
Demanda es determinística dinámica			✓	✓						
* Costos variables de almacenamiento y colocación cada n períodos			✓	✓						
Tiempos de entrega cero			✓							
Demanda ocurren al inicio del período			✓							
Costos de producción constante				✓						

ANEXO 8.

Anexo 8.1. Gastos de ventas mensuales Baldosines Alfa S.A.

Tabla A 11 Gastos de ventas mensuales Baldosines Alfa S.A.

GASTOS DE VENTAS / MES	ene.-13	feb.-13	mar.-13	abr.-13	may.-13	jun.-13	jul.-13	ago.-13	sep.-13	oct.-13	nov.-13	dic.-13	Gasto Anual
GASTOS DE PERSONAL BODEGA	38.820	38.167	39.842	39.620	38.592	38.459	38.344	39.298	39.082	38.946	42.289	43.501	474.961
COMISIONES	7.548	7.967	7.285	7.336	8.133	8.353	6.793	8.304	7.945	7.832	6.763	8.322	92.582
HONORARIOS	5.744	6.097	9.077	9.518	9.338	9.554	9.865	12.690	12.145	12.878	11.801	11.745	120.451
IMPUESTOS	461	515	187	44	502	274	112	613	945	2.668	533	2.176	9.030
ARRENDAMIENTOS	30.395	32.444	31.423	30.510	30.476	30.616	30.627	31.817	34.782	34.811	33.724	32.932	384.556
SEGUROS	2.822	1.354	1.777	1.715	1.787	1.823	1.647	1.749	1.760	1.744	1.784	1.856	21.819
SERVICIOS PÚBLICOS	6.319	3.579	6.075	4.644	4.588	7.705	8.660	4.927	6.813	5.522	6.086	5.202	70.120
TRANSPORTES FLETES Y ACARREOS	21.208	22.940	20.008	22.599	30.176	29.055	33.723	33.040	24.520	33.717	23.782	21.195	315.964
PUBLICIDAD, PROPAGANDA Y PROMOCION	4.489	8.706	6.000	7.452	8.135	8.066	8.915	7.918	7.558	12.180	13.305	11.386	104.110
GASTOS LEGALES	250	250	400	250	239	-	239	720	499	-	250	-	3.095
MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	1.561	2.112	849	230	2.303	1.181	312	4.196	1.001	-492	2.629	405	16.285
GASTOS DE VIAJE	3.656	2.451	1.085	884	3.721	1.804	1.629	707	962	1.295	1.931	1.415	21.540
DEVALUACIÓN POR OBSOLESCENCIA	1.580	1.591	557	559	563	563	563	559	556	553	527	555	8.725
VIGILANCIA	1.467	1.633	1.534	1.541	1.773	-	20	1.169	1.692	1.552	2.149	1.694	16.220
DIVERSOS	5.731	5.077	6.728	6.939	7.426	5.165	8.038	6.353	6.551	10.070	8.266	5.585	81.930
MANTENIMIENTO SAP	3.750	4.636	4.636	1.865	1.551	3.260	1.011	1.011	1.011	1.011	1.011	1.011	25.763
AMORTIZACIONES	362	362	362	362	361	337	337	337	337	337	1.721	1.721	6.937
TOTAL GASTOS VENTAS	138.698	140.854	141.859	137.885	151.907	160.578	153.811	161.127	149.302	165.360	161.069	151.532	1.813.981

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

ANEXO 9.

Anexo 9.1. Probabilidad de la Demanda a través del Análisis Marginal

Tabla A 12 Probabilidad de la Demanda a través del análisis marginal

BODEGA	CÓDIGO	NOMBRE PRODUCTO	UBM	Costo unitario [P]	Precio Venta [V]	Costo sobre [h] [\$ /mes]	Costo Sobreabastecimiento o [Co]	Costo Subabastecimiento [Cu]	Prob. Demanda [P]
D010	1350001512	BONDEX PLUS 25 KG	M2	5,45	11,42	0,039676	5,409686341	5,970637659	0,525
D010	1350001497	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	M2	5,47	11,54	0,0017801	5,46432033	6,073899507	0,526
D010	1350001498	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	M2	5,41	11,42	0,002009	5,404818389	6,013172216	0,527
D010	1350001539	MARMOLIZADO BP GRIS 30.5X30.5 -1	KG	0,23	0,30	0,0184257	0,214783207	0,066791054	0,237
D020	1350001497	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	KG	0,25	0,30	0,0001162	0,251333921	0,04854387	0,162
D020	1350001498	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	M2	5,79	11,31	0,0012139	5,79246964	5,516316411	0,488
D020	1350001512	BONDEX PLUS 25 KG	M2	5,40	11,54	0,0017989	5,393658911	6,144542213	0,533
V005	1350001512	BONDEX PLUS 25 KG	M2	5,58	11,88	0,0009682	5,57915365	6,299878138	0,530
V005	1350001462	HURON LATTE 43.2X43.2 -1	M2	5,42	11,42	0,0023644	5,419299466	5,998336173	0,525
V005	1350001497	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	KG	0,27	0,30	0,0023409	0,263505274	0,034153865	0,115
V005	1350002937	BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	M2	5,23	11,88	0,0036377	5,22736988	6,64899241	0,560
V005	1350001498	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	M2	5,82	11,31	0,0015750	5,814037821	5,494387148	0,486
V010	1350001512	BONDEX PLUS 25 KG	KG	0,25	0,30	0,0008370	0,247867714	0,05129525	0,171
V010	1350002937	BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	M2	5,66	11,88	0,0063367	5,652095823	6,221567478	0,524
V015	1350001462	HURON LATTE 43.2X43.2 -1	M2	5,00	10,66	0,002188	4,996827278	5,660984678	0,531
V015	1350001512	BONDEX PLUS 25 KG	M2	5,79	11,31	0,0079748	5,784300655	5,517724567	0,488
V015	1350002937	BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	KG	0,27	0,30	0,0110222	0,258060505	0,030917333	0,107
V015	1350001539	MARMOLIZADO BP GRIS 30.5X30.5 -1	M2	5,45	11,42	0,003384	5,447070021	5,969545998	0,52
V060	1350001462	HURON LATTE 43.2X43.2 -1	M2	5,48	11,54	0,0041117	5,478895241	6,056993048	0,53
V060	1350001512	BONDEX PLUS 25 KG	KG	0,25	0,30	0,0010702	0,246343372	0,052586639	0,18
V070	1350001498	CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	M2	5,62	11,54	0,1758088	5,44400659	5,920184464	0,521
V070	1350001497	CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	M2	5,45	11,42	0,039676	5,409686341	5,970637659	0,525
V070	1350001512	BONDEX PLUS 25 KG	KG	0,23	0,30	0,0184257	0,214783207	0,066791054	0,237
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Elaboración: La autora

ANEXO 10.

Anexo 10.1. Depreciación Propiedad planta e equipo

Tabla A 13 Costos de depreciación: Propiedad, planta y equipo

PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO				Tasa anual depreciación %
DETALLE	2013	2012	2011	
EXHIBIDORES DE SALA	-	6.000	-	10%
MAQUINARIA Y EQUIPOS	36.468,93	36.109,34	35.808,02	10%
EQUIPO DE OFICINA	148.738,32	143.441,81	139.507,00	10%
EQUIPO PROCESAMIENTO DATOS	86.776,59	69.243,52	57.739,61	33%
FLOTA Y EQUIPO DE TRANSPORTE	63.228,92	57.229,30	57.229,30	20%
TOTALES	335.213	312.024	290.284	
DEPRECIACIONES ACUMULADAS	224.828,78	207.426,00	190.302,00	
TOTAL PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO	110.384	104.598	99.982	

Fuente: Baldosines Alfa S.A.

Nota: Se muestran al costo histórico menos la correspondiente depreciación acumulada. Se deprecian en línea recta sin valor residual.

ANEXO 11.

Anexo 11.1. Cantidad óptima a ordenar de productos de mayor rotación

Tabla A 14 Cantidad óptima a pedir de productos de mayor rotación

BODEGAS	Cantidad Óptima a pedir [q*]	q* anual	Ventas anual q* [q\$]	Costo Ventas	Utilidad Bruta
D010	22.262,51	267.150,07	1.020.104,07	534.705,08	485.398,99
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	55,41	664,93	7.899,42	3.685,04	4.214,39
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	92,33	1.108,00	12.165,88	6.392,37	5.773,50
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	119,25	1.430,98	16.999,99	8.604,15	8.395,85
ALPES TABACO 30.5X30.5 -1	34,87	418,46	2.987,83	2.339,57	648,26
ARTICA BLANCA 28X43.2 -1	111,56	1.338,68	16.064,12	9.185,14	6.878,99
ARTICA BLANCA 43.2X43.2 -1	104,81	1.257,74	14.941,93	7.265,12	7.676,81
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	12.814,00	153.768,00	38.442,00	24.562,12	13.879,88
BONDEX PLUS 25 KG	2.905,00	34.860,00	10.458,00	8.688,63	1.769,37
BOTICCINO BLANCO 28X43.2 -1	78,45	941,35	9.065,24	6.229,93	2.835,31
BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	105,93	1.271,17	15.101,45	7.574,94	7.526,52
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	84,93	1.019,13	12.107,26	6.211,09	5.896,17
CAYENA BEIGE 28X43.2 -1	72,57	870,81	10.710,97	5.817,92	4.893,05
CAYENA BEIGE 43.2X43.2 -1	118,19	1.418,34	17.020,04	8.405,19	8.614,84
CAYENA BEIGE BRILLANTE 43.2X43.2 -1	54,07	648,80	7.707,75	4.047,18	3.660,56
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	205,90	2.470,79	27.129,29	14.542,92	12.586,37
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	139,61	1.675,27	11.944,69	10.112,07	1.832,62
CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	952,82	11.433,84	130.574,45	61.820,80	68.753,65
CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	1.874,65	22.495,80	259.601,53	122.964,30	136.637,23
ECOISO MARMOL GRIS 43.2X43.2 -1	83,38	1.000,52	11.886,15	4.552,54	7.333,61
HURON CAMEL 28X43.2 -1	142,63	1.711,60	20.333,85	11.812,11	8.521,73

HURON CARAMEL 43.2X43.2 -1	185,35	2.224,23	26.423,84	13.301,90	13.121,94
HURON LATTE 28X43.2 -1	44,00	528,04	3.696,27	3.505,66	190,61
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	66,64	799,73	9.044,92	4.815,46	4.229,46
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	127,52	1.530,18	18.178,60	9.376,78	8.801,82
MADERA PARKET ROJO 45X45	116,17	1.393,98	17.243,55	8.194,05	9.049,50
MARMOLIZADO BP GRIS 30.5X30.5 -1	137,90	1.654,79	17.640,07	8.406,73	9.233,33
NEW CORDOBA ROJO 45X45 -1	153,22	1.838,64	24.950,34	11.431,58	13.518,77
PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	51,84	622,13	10.793,93	8.484,64	2.309,29
ROMA ANTICA BLANCO 43.2X43.2 -1	26,32	315,84	2.520,36	1.895,87	624,49
STONE ALMOND 20.3X30.5	338,06	4.056,72	46.814,55	22.641,29	24.173,26
TABLON ESCALGRES ROJO 30X30 -1	93,85	1.126,18	23.559,64	13.034,14	10.525,50
TABLON ESCALGRES SAHARA 30X30 -1	80,99	971,82	20.962,24	11.377,16	9.585,08
TABLON LATINO ROJO 20X20	23,49	281,83	4.974,25	3.031,18	1.943,07
TABLON LATINO SAHARA 20X20	37,29	447,44	7.897,27	4.727,84	3.169,43
TABLON PORTAL ROJO 30X15	85,88	1.030,53	20.208,78	10.997,97	9.210,81
TABLON PORTAL SAHARA 30X15	149,68	1.796,21	33.391,46	17.340,39	16.051,07
TABLON PORTAL SALMON 30X15	19,09	229,09	4.258,73	2.528,25	1.730,48
TABLON TRADICION MOCCA 30X30	124,98	1.499,74	28.375,05	17.983,15	10.391,90
TABLON TRADICION MORO 30X30	83,23	998,72	17.617,41	12.566,32	5.051,09
TABLON TUNEZ ABRASIVO ROJO 15X15 -1	48,95	587,34	10.437,09	4.849,13	5.587,97
TABLON TUNEZ ROJO 15X15	16,85	202,24	3.593,83	2.043,74	1.550,09
VENICE GOLD 43.2X43.2 -1	59,96	719,54	8.548,17	4.394,20	4.153,97
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	40,91	490,90	5.831,88	2.964,51	2.867,37
D020	159,05	1.908,62	8.125,87	4.601,83	3.524,05
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	91,00	1.092,00	273,00	158,37	114,63
BONDEX PLUS 25 KG	19,00	228,00	68,40	53,17	15,23
BONDEX PREMIUM CON ADITIVO 25 KILOS	7,00	84,00	43,68	35,39	8,29
CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	17,90	214,75	2.452,48	1.170,27	1.282,21
CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	6,97	83,64	965,16	470,02	495,14
TABLON ESCALGRES SALMON 30X30 -1	1,00	12,00	251,04	126,61	124,43
TABLON TRADICION MOCCA 30X30	1,00	12,00	227,04	137,72	89,32
TABLON TRADICION MORO 30X30	1,00	12,00	211,68	139,93	71,75
TROPICAL FRESA 20.3X30.5 -1	10,65	127,84	2.834,30	1.724,72	1.109,58
TROPICAL MANGO 20.3X30.5 -1	0,51	6,17	86,41	84,92	1,49
TROPICAL MORA AZUL 20.3X30.5 -1	3,02	36,21	712,68	500,70	211,99
V005	6.773,49	81.281,90	47.612,22	28.272,93	19.339,29
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	15,90	190,83	2.267,06	961,00	1.306,06
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	12,57	150,87	1.656,54	827,78	828,76
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	8,59	103,13	1.225,22	575,25	649,97
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	5.095,00	61.140,00	15.285,00	10.261,49	5.023,51
BONDEX PLUS 25 KG	1.480,00	17.760,00	5.328,00	4.465,86	862,14
BOTICCINO BEIGE 43.2X43.2 -1	7,20	86,45	1.027,07	527,17	499,90
BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	6,28	75,35	895,20	420,48	474,72
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	3,81	45,68	542,73	264,26	278,47
CAYENA BEIGE 43.2X43.2 -1	14,11	169,37	2.032,48	963,53	1.068,95
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	18,61	223,34	2.452,31	1.255,29	1.197,02
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	5,05	60,63	432,31	350,01	82,30
CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	14,99	179,89	2.054,34	975,30	1.079,04
CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	14,05	168,58	1.945,44	909,58	1.035,86
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	9,00	107,97	1.185,46	609,86	575,60
HURON CARAMEL 43.2X43.2 -1	7,23	86,79	1.031,11	493,98	537,13
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	31,36	376,27	4.255,60	2.179,98	2.075,62
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	12,92	155,00	1.841,40	903,33	938,08
PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	1,99	23,85	413,80	329,13	84,67
ROMA ANTICA BLANCO 43.2X43.2 -1	6,25	74,97	598,23	406,00	192,23
VENICE CREAM 43.2X43.2 -1	5,44	65,30	696,08	375,99	320,09
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	3,13	37,61	446,85	217,66	229,19
V010	1.661,64	19.939,73	21.942,70	11.930,87	10.011,83
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	16,69	200,31	2.379,64	966,78	1.412,86
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	3,28	39,32	431,76	216,24	215,53
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	6,43	77,16	916,66	442,67	473,99
ATALAYA CAFÉ 28X43.2 -1	2,54	30,52	271,93	194,67	77,26
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	1.483,00	17.796,00	4.449,00	2.823,92	1.625,08
BONDEX PLUS 25 KG	46,00	552,00	165,60	146,75	18,85
BOTICCINO BEIGE 43.2X43.2 -1	9,55	114,62	1.361,64	657,40	704,24

BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	7,16	85,88	1.020,28	449,25	571,03
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	3,61	43,37	515,20	250,54	264,66
CAYENA BEIGE BRILLANTE 43.2X43.2 -1	1,30	15,63	185,69	92,99	92,69
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	5,15	61,86	679,21	351,14	328,07
CAYENA BLANCO BRILLANTE 43.X2X43.2 -1	5,75	68,98	757,40	411,32	346,08
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	7,31	87,76	625,71	500,78	124,93
ECOPISO MARMOL BEIGE 43.2X43.2 -1	7,89	94,69	1.124,93	503,63	621,31
ECOPISO MARMOL GRIS 43.2X43.2 -1	1,94	23,33	277,22	90,24	186,98
FLORENCE CAFÉ 43.2X43.2 -1	1,53	18,36	130,89	107,93	22,96
FLORENCE SABBIA BL 43.2X43.2 -1	9,16	109,98	784,13	611,28	172,85
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	11,37	136,45	1.498,21	780,90	717,31
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	9,72	116,60	1.385,19	672,15	713,05
PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	1,36	16,27	282,20	224,46	57,74
ROMA ANTICA BEIGE 43.2X43.2 -1	3,47	41,63	296,80	219,97	76,83
VENICE CREAM 43.2X43.2 -1	5,45	65,45	697,68	372,61	325,07
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	11,96	143,58	1.705,72	843,25	862,47
V015	4.066,72	48.800,69	34.505,29	19.053,87	15.451,42
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	16,67	200,01	2.376,13	946,14	1.429,98
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	9,89	118,62	1.302,45	664,52	637,93
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	8,50	102,04	1.212,24	572,86	639,38
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	3.813,00	45.756,00	11.439,00	7.537,70	3.901,30
BONDEX PLUS 25 KG	72,00	864,00	259,20	214,88	44,32
BOTICCINO BLANCO 43.2X43.2 -1	2,10	25,17	299,02	142,42	156,60
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	4,42	53,08	630,62	311,50	319,12
CAYENA BEIGE BRILLANTE 43.2X43.2 -1	2,53	30,41	361,24	179,24	182,00
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	10,62	127,47	1.399,60	724,55	675,06
CAYENA BLANCO BRILLANTE 43.X2X43.2 -1	7,76	93,10	1.022,27	525,80	496,46
CAYENA CAMEL 43.2X43.2 -1	7,88	94,59	674,40	512,97	161,43
ECOPISO MARMOL GRIS 43.2X43.2 -1	15,65	187,76	2.230,54	679,14	1.551,40
ECOPISO MARMOL VERDE 43.2X43.2 -1	20,63	247,60	2.800,34	984,95	1.815,39
FLORENCE SABBIA BL 43.2X43.2 -1	19,61	235,36	1.678,12	1.395,95	282,17
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	10,68	128,17	1.407,36	714,55	692,80
HURON CAMEL 43.2X43.2 -1	2,68	32,13	381,76	185,30	196,46
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	2,32	27,86	315,12	162,04	153,09
MARMOLIZADO BP GRIS 30.5X30.5 -1	10,72	128,62	1.371,06	642,96	728,10
PISOFORTE BLANCO 43.2X43.2 -1	11,49	137,89	1.638,11	815,36	822,75
ROMA ANTICA BEIGE 43.2X43.2 -1	4,41	52,89	377,12	278,04	99,08
ROMA ANTICA BLANCO 43.2X43.2 -1	11,00	132,03	1.053,57	713,58	339,99
VENICE CREAM 43.2X43.2 -1	2,16	25,89	276,02	149,41	126,61
V060	310,81	3.729,67	20.522,79	11.323,87	9.198,92
ALABASTRINO BEIGE 43.2X43.2 -1	8,40	100,82	1.197,78	489,02	708,76
ALABASTRINO BLANCO 43.2X43.2 -1	3,62	43,41	476,61	241,76	234,85
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	3,62	43,41	515,67	248,26	267,41
ATENAS CAFÉ 28X43.2 -1	0,01	0,07	0,63	0,47	0,16
ATENAS GRIS 28X43.2 -1	28,31	339,74	2.945,51	2.150,94	794,57
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	138,00	1.656,00	414,00	408,91	5,09
BONDEX PLUS 25 KG	5,00	60,00	18,00	16,14	1,86
BONDEX PREMIUM CON ADITIVO 25 KILOS	16,00	192,00	99,84	72,96	26,88
BOTICCINO BEIGE 28X43.2 -1	7,86	94,37	707,76	651,86	55,90
BOTICCINO BEIGE 43.2X43.2 -1	6,97	83,64	993,68	489,12	504,57
BOTICCINO SAND 43.2X43.2 -1	25,41	304,86	3.621,78	1.803,11	1.818,67
CAYENA BEIGE 43.2X43.2 -1	4,75	56,96	683,53	329,17	354,36
CAYENA BLANCO 43.2X43.2 -1	3,89	46,70	512,76	259,37	253,39
CAYENA BLANCO BRILLANTE 43.X2X43.2 -1	1,84	22,03	241,91	134,96	106,95
ECOPISO MARMOL BEIGE 43.2X43.2 -1	5,27	63,23	751,15	356,74	394,40
FLORENCE WHEAT BEIGE 43.2X43.2 -1	0,14	1,70	18,64	9,74	8,90
HURON LATTE 43.2X43.2 -1	7,42	89,05	1.007,15	515,80	491,35
HURON NATURAL 43.2X43.2 -1	9,77	117,26	1.393,03	673,76	719,27
VENICE MOCCA 43.2X43.2 -1	34,54	414,43	4.923,37	2.471,78	2.451,59
V070	1.730,84	20.770,07	20.286,23	11.724,30	8.561,93
ALABASTRINO MOCCA 43.2X43.2 -1	8,31	99,68	1.184,20	599,35	584,86
ALPES TABACO 30.5X30.5 -1	4,37	52,44	374,43	301,11	73,32
ARTICA BLANCA 28X43.2 -1	0,81	9,68	116,16	67,03	49,13
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	1.405,00	16.860,00	4.215,00	2.739,32	1.475,68
BONDEX PLUS 25 KG	99,00	1.188,00	356,40	293,93	62,47
BONDEX PREMIUM CON ADITIVO 25 KILOS	138,00	1.656,00	861,12	671,81	189,31

CERAMICA BLANCA MATE 30.5X30.5 -1	19,82	237,80	2.715,62	1.296,09	1.419,53
CERAMICA BLANCA PARED 20.3X30.5 -1	12,83	153,99	1.777,10	844,35	932,74
NEW CORDOBA ROJO 45X45 -1	11,36	136,30	1.849,61	841,50	1.008,11
PORC. IN. PULIDO BEIGE 6873 60X60	0,92	11,00	190,85	151,80	39,05
TABLETA ROMANA ROJA 9X18 -1	2,43	29,18	295,58	144,24	151,34
TABLON ESCALGRES ROJO 30X30 -1	3,00	36,00	753,12	415,29	337,83
TABLON ESCALGRES SAHARA 30X30 -1	1,00	12,00	258,84	161,09	97,75
TABLON LATINO ROJO 20X20	3,00	36,00	635,40	397,75	237,65
TABLON PORTAL ROJO 30X15	4,00	48,00	941,28	517,26	424,02
TABLON TRADICION MOCCA 30X30	10,00	120,00	2.270,40	1.511,55	758,85
TABLON TRADICION MORO 30X30	1,00	12,00	211,68	147,59	64,09
TABLON TUNEZ ABRASIVO ROJO 15X15 -1	3,00	36,00	639,72	259,25	380,47
TABLON TUNEZ ABRASIVO SAHARA 15X15	3,00	36,00	639,72	363,98	275,74
V080	185,00	2.220,00	555,00	378,71	176,29
BONDEX ESTANDAR 25 KILOS	185,00	2.220,00	555,00	378,71	176,29
Total general	37.150,06	445.800,74	1.173.654,17	621.991,46	551.662,71

Elaboración: La autora



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y
FINANCIERAS**

ORDEN DE EMPASTADO

De acuerdo a lo estipulado en el artículo 83 del Reglamento del Sistema de Estudios de las Carreras de Formación Profesional y de Postgrados, aprobado por el Consejo Politécnico en sesión del 16 de agosto del 2011 y una vez verificado el cumplimiento del formato de presentación establecido, se autoriza la impresión y encuadernación final del Proyecto de Titulación presentado por la señorita **NANCY MARISOL DE LA CRUZ OLOVACHA**.

Fecha de autorización: Quito, D.M., 19 de noviembre de 2015.

Dr. Cristian Santacruz
DECANO (S)
FACULTAD DE CIENCIAS