



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E  
INFORMÁTICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA  
EMPRESA J&S CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019.**

**AUTOR**

**RUBÉN ORLANDO SAMANAMUD NATIVIDAD**

**ASESOR**

**ING. JAIME EDUARDO GUTIÉRREZ ASCÓN**

**HUACHO – PERÚ**

**2020**

SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA  
EMPRESA J&S CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019.

Rubén Orlando Samanamud Natividad

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

Nota del autor:

Estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática, de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, presento mi tesis con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Industrial; esta investigación fue desarrollada en la empresa J&S Casa y Estilos, la misma donde se tuvo conocimiento del estudio realizado.

Así mismo, reconocer las contribuciones, dedicación y asesoría del Ing. Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón para el desarrollo de la presente tesis.

## Asesor y miembros del jurado

---

### **PRESIDENTE**

Ing. TEODORICO  
JAMANCA ALBERTO  
CIP 26987

### **SECRETARIO**

Ing. RONALD EIMER  
ALCÁNTARA PAREDES  
CIP 98930

---

### **VOCAL**

Ing. ULISES ROBERT  
MARTÍNEZ CHAFALOTE  
CIP 158626

### **ASESOR**

Ing. JAIME EDUARDO  
GUTIÉRREZ ASCÓN  
CIP 40021

## **DEDICATORIA**

*A mi madre Gloria Luz y mi padre Orlando Rubén por ser siempre el soporte en cada paso que voy dando, a quienes agradezco infinitamente por todos los sacrificios que han realizado.*

*A mis hermanas Lisset, Evelyn y mis tíos Yony y Adrián por ser mi ejemplo más cercano de todo lo que quiero lograr y que todo se puede si se hace por un motivo.*

*A todos mis seres queridos que ya no me acompañan físicamente, pero que llevo en el corazón, siempre son un buen refugio a dónde acudir.*

Rubén Orlando Samanamud Natividad

## **AGRADECIMIENTO**

*Al Ing. Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón, por la asesoría para la realización de la investigación y el aporte con el enfoque de la misma.*

*A la empresa J&S Casa y Estilos, a Miguel Alá y todos los colaboradores por sus aportes en el desarrollo de los resultados.*

*A Carlos Augusto Rosales, por su apoyo en el acercamiento con la organización.*

*Al Ing. Giancarlos López, por apoyarme en la elección del tema para la presente investigación.*

*Al Ing. Julio Fabián Amado Sotelo, por el apoyo con datos acerca de la redacción.*

**Rubén Orlando Samanamud Natividad**

## LISTA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
LISTA DE CONTENIDO.....	ii
LISTA DE TABLAS .....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ECUACIONES.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xv
LISTA DE ECUACIONES.....	xvi
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xix
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	9
1.2.1 Problema general.....	9
1.2.2 Problemas específicos.....	9
1.3 Objetivos de la investigación.....	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 Justificación de la investigación.....	10
1.5 Delimitación del estudio.....	10
1.5.1 Delimitación temporal.....	10
1.5.2 Delimitación espacial.....	10
1.6 Viabilidad del estudio.....	11
1.6.1 Viabilidad técnica.....	11

1.6.2	Viabilidad operativa.....	11
1.6.3	Viabilidad económica.....	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....		12
2.1	Antecedentes de la investigación.....	12
2.2	Bases teóricas .....	21
2.2.1	Variable X: Seis Sigma.....	21
2.2.2	Dimensión 1 – X: Definir.....	25
2.2.3	Dimensión 2 – X: Medir.....	29
2.2.4	Dimensión 3 – X: Analizar.....	31
2.2.5	Dimensión 4 – X: Mejorar.....	35
2.2.6	Dimensión 5 – X: Controlar.....	37
2.2.7	Variable Y: Proceso logístico.....	38
2.2.8	Dimensión 1 – Y: Inventario.....	40
2.2.9	Dimensión 2 – Y: Almacenamiento.....	50
2.2.10	Dimensión 3 – Y: Distribución.....	55
2.3	Definiciones conceptuales.....	57
2.4	Formulación de la hipótesis.....	58
2.4.1	Hipótesis general.....	58
2.4.2	Hipótesis específicas.....	58
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....		59
3.1	Diseño metodológico.....	59
3.1.1	Diseño.....	59
3.1.2	Tipo de investigación.....	59
3.1.3	Enfoque.....	59
3.2	Población y muestra.....	59
3.2.1	Población.....	59
3.2.2	Muestra.....	60

3.3	Declaración de las variables.....	61
3.4	Operacionalización de variables e indicadores.....	62
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	64
3.5.1	Técnicas a emplear.....	64
3.5.2	Descripción de los instrumentos.....	64
3.5.3	Técnicas para el procesamiento de la información.....	64
3.6	Plan de actividades.....	65
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		66
4.1	Variable X: Seis Sigma.....	66
4.1.1	Dimensión DMAIC: Definir.....	66
4.1.2	Dimensión DMAIC: Medir.....	79
4.1.3	Dimensión DMAIC: Analizar.....	88
4.1.4	Dimensión DMAIC: Mejorar.....	102
4.1.5	Dimensión DMAIC: Controlar.....	132
4.2	Variable Y: Proceso logístico.....	135
4.2.1	Dimensión: Inventarios.....	135
4.2.2	Dimensión: Almacenamiento.....	137
4.2.3	Dimensión: Distribución.....	138
4.2.4	Proceso logístico pre test.....	139
4.2.5	Proceso logístico post test.....	140
4.3	Contrastación de hipótesis.....	141
4.3.1	Hipótesis general: Seis Sigma y proceso logístico.....	141
4.3.2	Hipótesis específica: Seis Sigma e inventarios.....	142
4.3.3	Hipótesis específica: Seis Sigma y almacenamiento.....	143
4.3.4	Hipótesis específica: Seis Sigma y distribución.....	144
4.4	Análisis cualitativo.....	145
4.4.1	Confiabilidad del instrumento.....	145



4.4.2	Validez del instrumento .....	145
4.4.3	Contrastación de hipótesis.....	146
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		151
5.1	Discusión.....	151
5.2	Conclusiones .....	153
5.3	Recomendaciones.....	154
CAPÍTULO VI. FUENTES DE INFORMACIÓN .....		156
6.1	Fuentes bibliográficas .....	156
6.2	Fuentes electrónicas .....	158
ANEXOS .....		164

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de problemas en empresa J&S Casa y Estilos .....	8
Tabla 2. Multivotación de los problemas identificados .....	8
Tabla 3. Herramientas Seis Sigma DMAIC.....	25
Tabla 4. Ejemplo de Project Charter.....	26
Tabla 5. Ejemplo de matriz QFD.....	28
Tabla 6. Formato de plan de recolección.....	30
Tabla 7. Métricas del Seis Sigma.....	30
Tabla 8. Relación entre el sigma de un proceso, los DPMO y el rendimiento .....	30
Tabla 9. Formato AMEF.....	35
Tabla 10. Formato de plan de control.....	38
Tabla 11. Clasificación de las actividades logísticas.....	38
Tabla 12. Tipos de inventarios según el tipo de empresa que los consume.....	40
Tabla 13. Indicadores de inventarios .....	49
Tabla 14. Indicadores de almacenamiento.....	54
Tabla 15. Indicadores referidos a la distribución.....	56
Tabla 16. Matriz de operacionalización.....	62
Tabla 17. Matriz de operacionalización continuación .....	63
Tabla 18. Plan de actividades.....	65
Tabla 19. Detalle de actividades .....	66
Tabla 20. Diagrama SIPOC de la empresa J&S Casa y Estilos.....	72
Tabla 21. VOC de clientes internos y externos de la empresa J&S Casa y Estilos .....	73
Tabla 22. Carta de proyecto de la implementación de Seis Sigma en la empresa J&S Casa y.....	76
Tabla 23. Plan de trabajo para implementación de Seis Sigma en la empresa J&S Casa y.....	77
Tabla 24. Plan de recolección de datos.....	79
Tabla 25. Datos de tiempo de proceso de venta en la empresa J&S Casa y Estilos Generales.....	81
Tabla 26. Datos para simulación de nivel sigma .....	82
Tabla 27. Estadísticas de la simulación .....	83
Tabla 28. Gastos generales de ordenar pedido.....	84
Tabla 29. Cálculo del costo de ordenar.....	84
Tabla 30. Costos operativos de almacén.....	85

Tabla 31. Cálculo de costo de maquinarias y equipos .....	85
Tabla 32. Cálculo del costo de mantener inventarios .....	85
Tabla 33. Distribución del almacén de la empresa J&S Casa y Estilos Generales.....	86
Tabla 34. Consolidado de modos de efecto de falla .....	93
Tabla 35. Lista de causas externas en el proceso logístico .....	95
Tabla 36. Ocurrencia de causas externas en el proceso logístico .....	95
Tabla 37. Ingreso por ventas para aplicación de Peterson Silver.....	99
Tabla 38. Comparación de métodos de pronóstico.....	100
Tabla 39. Valores de las variables del modelo ARIMA (1,0,0) .....	101
Tabla 40. Pronóstico de unidades de porcelanato y cerámicos.....	102
Tabla 41. Tratamiento de los modos de falla.....	102
Tabla 42. Tabla de frecuencias de ingreso por ventas según formato de cerámico y porcelanato.....	105
Tabla 43. Ingreso de datos en WinQSB para EOQ.....	107
Tabla 44. Descripción de las decisiones .....	110
Tabla 45. Estadísticas de la simulación del costo total anual .....	115
Tabla 46. Nuevas mejores soluciones al costo total anual.....	116
Tabla 47. Entradas y salidas de las áreas de almacén .....	117
Tabla 48. Dimensiones de las áreas de almacén .....	118
Tabla 49. Coordenadas de las áreas del almacén.....	120
Tabla 50. Distancia entre áreas en layout inicial .....	122
Tabla 51. Distancias entre áreas en layout modelo A.....	124
Tabla 52. Distancia entre áreas en layout modelo B.....	126
Tabla 53. Medición de distancias por orden de venta.....	127
Tabla 54. Ajustes de stock en el sistema.....	128
Tabla 55. Comparación de escenarios pre y post test de tiempo de proceso.....	129
Tabla 56. Datos de tiempo de post test en la empresa J&S Casa y Estilos Generales .....	130
Tabla 57. Datos para simulación de nivel sigma post test .....	131
Tabla 58. Estadísticas de la simulación escenario post test .....	132
Tabla 59. Plan de control del proceso.....	135
Tabla 60. Comparación pre y post test de la dimensión inventarios .....	136
Tabla 61. Comparación pre y post test de la dimensión almacenamiento .....	137
Tabla 62. Comparación pre y post test de la dimensión distribución .....	138

Tabla 63. Tiempos pre test del proceso .....	139
Tabla 64. Comparación pre y post test de la variable proceso logístico .....	140
Tabla 65 . Estadística de fiabilidad .....	145
Tabla 66. Escala de confiabilidad .....	145
Tabla 67. Calificación de expertos.....	146
Tabla 68. Indicador de validez.....	146
Tabla 69. Tabla de contingencia: Seis Sigma y proceso logístico.....	147
Tabla 70. Chi cuadrada: Seis Sigma y proceso logístico .....	147
Tabla 71. Tabla de contingencia: Seis sigma e inventarios .....	148
Tabla 72. Chi cuadrada: Seis sigma e inventarios .....	148
Tabla 73. Tabla de contingencia: Seis sigma y almacenamiento.....	149
Tabla 74. Chi cuadrada: Seis Sigma y almacenamiento .....	149
Tabla 75. Tabla de contingencia: Seis Sigma y distribución.....	150
Tabla 76. Chi cuadrada: Seis Sigma y distribución.....	150

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama causa y efecto del proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos.....	7
Figura 2. Diagrama Pareto de los problemas identificados .....	9
Figura 3. El ciclo Shewhart/Deming.....	23
Figura 4. Flujo de la metodología Seis Sigma DMAIC.....	24
Figura 5. Elementos del SIPOC .....	27
Figura 6. Ejemplo de gráfico de control .....	31
Figura 7. Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	32
Figura 8. Ejemplo de diagrama de Pareto.....	33
Figura 9. Esquema general de actividades para realizar un AMEF.....	35
Figura 10. La logística integrada .....	39
Figura 11. Diseño de curvas para la planeación de inventarios.....	41
Figura 12. Relación entre el inventario y el nivel del servicio al cliente.....	42
Figura 13. Modelo de la cantidad fija del pedido en condiciones de certidumbre .....	43
Figura 14. Modelo de dientes de sierra.....	46
Figura 15. Representación gráfica del ejemplo EOQ .....	46
Figura 16. Equilibrio de los costos pertinentes de inventario con la cantidad de pedido .....	47
Figura 17. Distribución de un almacén.....	52
Figura 18. Proceso de entrega de producto almacenado.....	55
Figura 19. Diseño pre experimental con dos observaciones.....	59
Figura 20. Diagrama de Pareto de ingreso por ventas de artículos.....	60
Figura 21. Organigrama propuesto empresa J&S Casa y Estilos .....	67
Figura 22. Mapa de procesos empresa J&S Casa y Estilos. ....	68
Figura 23. Diagrama de flujo del proceso de ventas de la empresa J&S Casa y Estilos. ....	69
Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de despacho de la empresa J&S Casa y Estilos. ....	70
Figura 25. QFD para la empresa J&S Casa y Estilos Generales. ....	74
Figura 26. Diagrama Gantt del plan de trabajo.....	77
Figura 27. Diagrama de Pareto de ingreso por ventas. ....	78
Figura 28. Demanda de la línea de porcelanato y cerámicos.....	80
Figura 29. Medición del nivel sigma del proceso.....	82

Figura 30. Distribución actual del almacén de la empresa J&S Casa y Estilos Generales .....	87
Figura 31. Análisis de sensibilidad del tiempo de ciclo del proceso de la empresa J&S Casa y Estilos Generales.....	88
Figura 32. AMEF para la recepción de materiales.....	90
Figura 33. AMEF para el almacenamiento .....	91
Figura 34. AMEF para el control de inventarios .....	90
Figura 35. AMEF para el despacho al cliente.....	91
Figura 36. Diagrama de Pareto para los modos de falla detectados .....	94
Figura 37. Gráfico de control de variables para la generación de órdenes de venta....	96
Figura 38. Gráfica de control de variables para la búsqueda de materiales.....	97
Figura 39. Tendencia y pronóstico de los ingresos por ventas. ....	101
Figura 40. Diagrama Ishikawa generación de orden de venta .....	103
Figura 41. Diagrama de Ishikawa para búsqueda de materiales .....	104
Figura 42. Diagrama de Pareto para formatos de cerámicos y porcelanatos.....	106
Figura 43. Resultado de la solución del EOQ.....	107
Figura 44. Lote económico de cerámico y porcelanato 60x60 .....	108
Figura 45. Intervalo de orden de cerámico y porcelanato 60x60.....	109
Figura 46. Distribución normal de la demanda semanal.....	110
Figura 47. Hoja de cálculo para modelo EOQ semanas 1 al 8.....	111
Figura 48. Hoja de cálculo para modelo EOQ semanas 9 al 32.....	112
Figura 49. Hoja de cálculo para modelo EOQ semanas 33 al 52.....	113
Figura 50. Vista de frecuencias de la simulación del costo total anual .....	114
Figura 51. Gráfica de rendimiento de las soluciones.....	116
Figura 52. Layout inicial del almacén.....	119
Figura 53. Layout inicial del almacén de la empresa J&S Casa y Estilos .....	121
Figura 54. Layout modelo A.....	123
Figura 55. Layout modelo B .....	125
Figura 56. Simulación del tiempo de ciclo .....	131
Figura 57. Procedimiento para la recepción de materiales en el almacén. ....	133
Figura 58. Procedimiento de manipulación de materiales al interior del almacén. ...	134

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Matriz de consistencia.....	164
<b>Anexo 2.</b> Tiempos pre test observaciones 1 al 21 .....	165
Anexo 3. Tiempos pre test observaciones 22 al 36.....	166
<b>Anexo 4.</b> Tiempos post test observaciones del 1 al 22 .....	167
Anexo 5. Tiempos post test observaciones del 22 al 36 .....	168
Anexo 6. Informe de suposiciones del tiempo de proceso pre test.....	169
Anexo 7. Informe de suposiciones del tiempo post test .....	170
Anexo 8. Modelo de inventario pre test.....	171
Anexo 9. Simulación costo anual pre test.....	174
<b>Anexo 10.</b> Modelo de inventario EOQ con OptQuest.....	175
Anexo 11. Simulación del costo anual para EOQ con OptQuest .....	178
Anexo 12. Proyección con suavizado exponencial simple .....	179
Anexo 13. Proyección con promedio móvil simple.....	180
Anexo 14. Proyección con suavizado exponencial doble.....	181
Anexo 15. Proyección con tendencia desechada no estacional .....	182
Anexo 16. Prueba de hipótesis para variable proceso logístico.....	183
Anexo 17. Prueba de hipótesis para la dimensión inventario .....	184
Anexo 18. Prueba de hipótesis para la dimensión almacenamiento .....	185
Anexo 19. Prueba de hipótesis para dimensión distribución .....	186
Anexo 20. Resultados del cuestionario.....	187
Anexo 21. Instrumento.....	188
Anexo 22. Hoja de validación experto 1.....	191
Anexo 23. Hoja de validación experto 2.....	193
Anexo 24. Hoja de validación experto 3.....	195
Anexo 25. Hoja de validación experto 4.....	197
Anexo 26. Resultados de SPSS confiabilidad.....	199
Anexo 27. Vista de planta J&S Casa y Estilos .....	200
Anexo 28. Tabla distribución t Student .....	201

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Nivel de servicio .....	42
Ecuación 2. Stock de seguridad .....	43
Ecuación 3. Variabilidad de la demanda.....	44
Ecuación 4. Costo anual del EOQ (I).....	46
Ecuación 5. Costo anual del EOQ (II) .....	46
Ecuación 6. Cálculo de cantidad ordenada .....	47
Ecuación 7. Cálculo de la muestra.....	61
Ecuación 8. Cálculo de la muestra ajustada.....	62
Ecuación 9. Modelo general de la ARIMA (p,0,0).....	101
Ecuación 10. Función objetivo para OptQuest .....	115
Ecuación 11. Cálculo del estadístico de prueba (t para muestras pareadas).....	141



## RESUMEN

**Objetivo:** Aplicar Seis Sigma para mejorar el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019. **Material y métodos:** El diseño de la investigación es pre experimental con dos observaciones de tipo aplicada, longitudinal, explicativa y cuantitativa. La población de objetos estuvo conformada por la línea de porcelanatos y cerámicos. Se aplicaron fichas de observación, base de datos históricos y simulación con el software Oracle Crystal Ball. **Resultados:** El Seis Sigma redujo el tiempo del proceso de 788,49 a 616,08 lo que se simuló 10 000 veces para determinar el nivel sigma, lográndose el aumento de 1,96 a 3,99. Se realizó el pronóstico con ARIMA (1,0,0) cuya ecuación es  $y_t = 0,1649y_{t-1} + e_t$  para proyectar la demanda y aplicar el modelo EOQ, teniendo en cuenta que el coeficiente de variación de la demanda fue de 0,07548. La cantidad de pedido y el punto de reorden, luego de simular 15 escenarios de 10 000 veces con OptQuest fueron de 5 800 y 600 unidades respectivamente, lográndose así una disminución de los costos de S/. 29 144 a S/ 26 460. La nueva distribución del almacén se mejoró al reducir los desplazamientos de 41,05 a 31,78 metros. Las entregas mejoraron puesto que se disminuyeron los errores de 2,36 a 0,97 por orden. **Conclusión:** La aplicación de Seis Sigma mejora el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos.

**Palabras clave:** Seis Sigma, DMAIC, proceso logístico, inventarios, almacenamiento, distribución.

## ABSTRACT

**Objective:** Apply Six Sigma to improve the logistics process of products in the company J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019. **Material and methods:** The research design is pre-experimental with two observations of applied type, longitudinal, explanatory and quantitative. The population of objects was conformed by the porcelain and ceramic line. Observation cards, historical database and simulation with Oracle Crystal Ball software were applied. **Results:** Six Sigma reduced the process time from 788,49 to 616,08, which was simulated 10,000 times to determine the sigma level, registering the increase from 1,96 a 3,99. The forecast was made with ARIMA (1,0,0) whose equation is  $y_t = 0,1649y_{t-1} + e_t$  to project the demand and apply the EOQ model, taking into account that The coefficient of variation of the demand was 0,07548. The order quantity and the reorder point, after simulating 15 situations of 10,000 times with OptQuest, were 5 800 and 600 units respectively, thus registering a decrease in S/. 29 144 to S/ 26 460. The new distribution of the warehouse was improved by reducing displacements from 41,05 to 31,78 meters. Deliveries improved errors from 2,36 to 0,97 per order. **Conclusion:** The application of Six Sigma improves the logistics process of products in the company J&S Casa y Estilos.

**Keywords:** Six Sigma, DMAIC, logistics process, inventories, storage, distribution.

## INTRODUCCIÓN

Se ha visto como en los últimos años, diferentes países a nivel mundial han sufrido de crisis económicas por diversos factores; entre los cuales se puede identificar la incapacidad de las economías para utilizar de una manera efectiva los insumos productivos. Elisa y Reyes (2014). Latinoamérica no es la excepción; sin embargo, ante esta situación las empresas de servicio juegan un rol muy importante, puesto que se encargan de dinamizar las economías y emplear a mano de obra en la ejecución de las actividades. Es importante pues que la parte directiva de las empresas se encarguen de la mejora continua de los procesos y de esta manera ofrecer los servicios que necesita el cliente generando la satisfacción del mismo.

Existen diferentes metodologías de mejora, relacionadas en varios casos con la calidad de los procesos, estos conceptos están orientados hacia la consecución de un mejor desempeño y una efectiva creación de valor en las organizaciones. Díaz, Barroso, y Díaz, Pico (2015). La mejora continua generalmente es entendida como la acción de reducir la variabilidad que existe en los procesos a fin de cumplir con los requisitos de los clientes. Giannetti y Ransing (2016). Justamente es en este tema que entra a tallar la metodología del Seis Sigma, que según Pamfilie, Jenica, Draghici, y Draghici (2012) “can represent not only a key to survive in a global market, but also can provide the necessary resources and tools which are redirected to business development.” Por lo que son varios los beneficios que se obtienen con la implementación de esta metodología, puesto que se enfoca en la mejora de los procesos. Smętkowska y Mrugalska (2018) y teniendo en cuenta que el objetivo principal que tienen las organizaciones es manejar eficiente y eficazmente los diversos recursos con los que cuenta. Torabi y El-den (2018). Esto se logra a partir de encontrar las causas fundamentales para eliminar la variación y lograr la satisfacción del cliente. Srinivasan, Muthu, Prasad y Satheesh (2014) La manera en la que se desarrolla esta metodología es definir el problema principal que ha sido detectado, así como los objetivos iniciales, teniendo en cuenta la data histórica de la empresa. (Tenera & Pinto, 2014)

A esto se debe considerar también el rol que cumple la dirección en el proceso a fin de lograr la mejora en la productividad. De acuerdo a Kuroda y Yamamoto (2018): “bosses’ management and communication skills are essential factors in improving worker’s well-being and productivity”. Con mucha mayor razón al trabajar con la

metodología Seis Sigma, que supone el involucramiento de toda las áreas de la organización de acuerdo a sus competencias. Más aun teniendo en cuenta que “os ganhos (ou perdas) gerados comprovadamente pelos projetos Seis Sigma influenciam de forma importante a decisão dos dirigentes de os manterem ou não e também de os aperfeiçoarem ou não.” Moral y Lima (2011). Por lo que se deben comprometer a todas las áreas, más aun teniendo en cuenta que los procesos se encuentran interrelacionados.

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar la metodología de Seis Sigma para la mejora del proceso logístico en la empresa J&S Casa y Estilos en el distrito de Huacho durante el año 2019, para lo cual se van a desarrollar los siguientes capítulos.

En el capítulo I se presenta a detalle la problemática por cada una de las variables: Seis Sigma y proceso logístico, así como las dimensiones que las componen, expresando cuáles son los objetivos que se persiguen con la implementación del mismo.

En el capítulo II se analizan los principales antecedentes de la presente investigación a fin de realizar un comentario de cada uno de ellos que permitan tomar una guía de los trabajos realizados tanto en el mundo como en el Perú, además se establecen las bases teóricas y las definiciones conceptuales para el desarrollo del trabajo.

En el capítulo III se describe la metodología seguida para la elaboración de la investigación, teniendo en cuenta el nivel de la misma y la población que va a ser estudiada. Se presenta también la matriz de operacionalización de las variables y las dimensiones a través de indicadores.

En el capítulo IV se detallan y desarrollan los resultados obtenidos en la investigación, que posteriormente van a permitir establecer las conclusiones del mismo.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática.

Las metodologías para la mejora continua adquieren cada vez mayor importancia en los negocios a nivel mundial; puesto que hay gran variedad de opciones, las empresas deben encontrar aquellas técnicas que más se ajusten a sus necesidades. Dentro de esta gama de opciones se encuentra el **Seis Sigma** como una alternativa para lograr la mejora de los procesos en las empresas. Sin embargo, tal como enuncia Kumar, Antony y Douglas citado por Felizzola y Luna (2014) se tiene mayor éxito en la implementación dentro de organizaciones de gran tamaño. Este punto es importante para analizar, puesto que evidencia las limitaciones que se tienen al interior de las pequeñas y medianas organizaciones para llevar a cabo la aplicación de metodologías de mejora continua, y en este caso en particular, del Seis Sigma. La principal deficiencia es la falta de compromiso que existe desde la dirección, que se traduce en proyectos inconclusos. Si bien es cierto que en la mayoría de pequeñas y medianas empresas, y con mucha mayor razón en Perú, los puestos de trabajo no se encuentran bien definidos, también es reconocible que las ideas creivas han estado ligadas al desarrollo de las organizaciones. En relación con lo expuesto por Vargas (2008), el medio efectivo para relanzar el mercado local y regional se basa en la capacidad de transformar ideas en oportunidades económicas. Esto nos habla de la oportunidad que se tiene para orientar la viabilidad de la implementación Seis Sigma, mediante el beneficio económico positivo en la organización, considerando también lo expuesto por Felizzola y Luna (2014), se debe enfocar la implementación mediante el uso de sistemas de medición, indicadores de gestión y alineación con los objetivos estratégicos. En la empresa J&S Casa y Estilos, la historia de emprendimiento ha estado ligada también desde el origen mismo de la organización. En el transcurrir de los años, se han ido implementando técnicas de mejora gradualmente en las áreas de marketing, finanzas y ventas; por lo que se hace apremiante el hecho de aplicar las herramientas de mejora continua con las que se cuenta en el Seis Sigma a través de la metodología Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC).

El punto de partida para la implementación de la técnica de Seis Sigma es la etapa de **definir**, este aspecto generalmente no es valorado por la dirección de las empresas puesto que implica un trabajo en equipo en el que no se visualizan aun los primeros

resultados de la implementación. Más aún, si se tiene en cuenta lo expuesto por Frings y Grant citado por Caicedo (2011) que las empresas se encuentran en constante cambio, por lo que es imperante determinar estrategias que aseguren que los cambios son los adecuados para la organización. Otro inconveniente que se presenta en esta etapa es que en la mayoría de pequeñas y medianas empresas, no se tienen datos históricos, por lo que se complica la definición de los objetivos, los mismos que deben ser medibles y alcanzables. Se incide mucho en el tema de la estrategia y los objetivos porque el enfoque que se adopte es muy importante para la implementación. Como expone Mantilla y Sánchez (2012) los elementos de enfoque son las bases para el desarrollo de los proyectos, además que deben ser revisados en todas las fases de la metodología puesto que son transversales. Se deduce entonces que otra importancia de la fase de definir es que ayuda a concatenar todas las acciones que se realizarán en el resto de la implementación de la metodología. Se tiene pues, que trabajar adecuadamente en esta etapa a fin que no se vea afectada la viabilidad del proyecto. Es justo este un rasgo común en varias de las pequeñas y medianas empresas, puesto que las operaciones se realizan sin un enfoque claro, J&S Casa y Estilos no es ajena a esta realidad. Si bien es cierto que las actividades que se realizan están orientadas a incrementar las ventas, con énfasis en fortalecer las capacidades del equipo de ventas, se deben identificar aquellas otras actividades que se relacionan con el incremento de las utilidades de la empresa, y, justamente esta identificación se debe realizar en esta fase.

Se ha explicado la importancia de tener objetivos medibles para el desarrollo de una mejora. Y es que, no solo basta con definir bien el proyecto, sino que es importante también **medir** correctamente las variables involucradas. Para determinar qué variables son las adecuadas para realizar las mediciones se debe tener una visión de los procesos como actividades que transforman las entradas en salidas, esto en concordancia con lo expresado por Caicedo (2011), quien sostiene para una visión clara de los diferentes pasos para la obtención de las salidas y variables del proceso, se debe caracterizar el mismo. En las industrias de servicios ocurre algo particular, tal como indican Harry y Schroeder citados por Galvani y Carpinetti (2013) que las organizaciones de servicios no están acostumbradas a esta visión particular. Por lo tanto, es más complicado determinar qué es lo que debe ser medido. Este problema se ve agravado si se tiene en cuenta lo que sostienen Barbosa, Gracia y Dzul (2011), que es reconocible que la mayoría de pequeñas y medianas empresas no establecen indicadores puesto que no

acostumbran a trabajar con datos. De esta manera se hace más difícil la etapa de medir, si se tiene en cuenta que la empresa objeto de estudio comparte estas características. Se tiene pues, acá un reto que afrontar para lograr una buena implementación de la metodología Seis Sigma.

Otro problema que enfrentan las organizaciones es el **análisis** que realizan de las mediciones que pudieran obtener, muchas veces se delegan estas acciones a personas externas de la organización para que propongan las acciones de mejora que crean convenientes. Sin embargo, se empieza a presentar el primer problema relacionado con esta etapa. Según Ruiz, Ayala, Alomoto y Acero (2015), la mayoría de trabajos científicos realizados en España e Hispanoamérica (61%) han sido realizados con encuestas. Esto debería hacer reflexionar acerca del tipo de análisis que se realizan a los datos obtenidos para proponer mejoras en las empresas. Puesto que de nada serviría contar con indicadores definidos adecuadamente si es que no existe un buen método de análisis de los datos. Una duda que surge en esta etapa es la de qué es lo que se debe analizar, y si bien una respuesta lógica son los datos que se obtienen de la fase anterior, también deben analizarse las causas raíz de los problemas de la organización. Felizzola y Luna (2014) apuntan hacia el análisis con métodos estadísticos para la metodología del Seis Sigma. Es justamente el tipo de análisis que deben realizar las personas encargadas de la implementación del proyecto, por otra parte, las empresas tienen una visión engorrosa acerca de la estadística aplicada a los negocios. Es pues, labor del investigador emplear las técnicas correctas para desarrollar esta etapa. En el caso de J&S Casa y Estilos, la estadística es aplicada y orientada a las ventas, por lo que se le debe dar un enfoque hacia los procesos.

Las técnicas de análisis permiten al equipo encargado de la implementación proponer las acciones de **mejora**, que según Mantilla y Sánchez (2012) la finalidad es que estas propuestas logren impactar en los objetivos del proyecto y no realizar lo que sucede muchas veces dentro de las empresas, puesto que se declara una necesidad de acción y se proponen mejoras que no guardan relación con lo definido inicialmente. Er pasa muchas veces por el desconocimiento de la gama de herramientas de mejora continua que existen. Barbosa, Gracia y Dzul (2011) abordan este tema, y son justamente las herramientas de la fase de mejora las que son menos conocidas por las pequeñas y medianas empresas. Se observa pues que solo el 25% de la población de estudio conoce los eventos Kaizen y el 15% tiene conocimientos del diseño de

experimentos. La mayoría de herramientas conocidas por las organizaciones son las que se han popularizado a nivel mundial, no siendo necesariamente aquellas que más se acomoden a las necesidades que existen en la empresa. Al ser J&S Casa y Estilos una empresa de servicios, se debe ser mucho más cuidadosos al momento de elegir las herramientas que se van a implementar, puesto que la mayor parte de la literatura acerca de Seis Sigma ha sido orientada hacia los procesos de manufactura. Esto no quiere decir que no se tenga información acerca específica en el sector de servicios, lo que se quiere llamar la atención es que se debe procurar elegir bien el camino de la mejora que se debe tomar. No todas las acciones de mejora tienen el mismo impacto en todas las organizaciones.

Por último, para el **control**, la parte importante de acuerdo a lo expuesto por Caicedo (2011), es mantener los beneficios que se han alcanzado. Justamente, es este tema lo dificultoso en las organizaciones, puesto que en varios casos las empresas no logran tener una mejora que se sustente en el tiempo, y muchas veces pasa son realizadas a fin de conseguir alguna certificación. Por otro lado, la estandarización en las organizaciones es una cuestión también difícil de lograr, puesto que se realizan las cosas del día y seguir un modelo preestablecido, sobre todo en tema de documentación, se hace engorroso para los colaboradores. Sin embargo, lo importante, en especial en el caso del Seis Sigma, como sostienen Barbosa, Gracia y Dzul (2011) es que toda la información que se recolecta con la implementación se convierte en la base para futuros proyectos.

En vista que el tipo de proyecto del presente trabajo se enfoca hacia el **proceso logístico**, se deben tener en cuenta ciertos aspectos relacionados a este tema. Se debe tener en cuenta que el éxito del sector servicios a nivel mundial, es gracias en gran parte a la experiencia que se brinda, es cierto que el marketing en sus diferentes formas apoya al posicionamiento de las organizaciones y la relación con el cliente es mucho más trascendental en las empresas de servicios. El éxito de este tipo de negocios radica actualmente en la calidad de la atención, el mensaje que transmite y cómo hace sentir a los clientes.

Entonces, las acciones deben estar encaminadas a lograr cumplir con los factores de éxito descritos. En relación a lo expuesto anteriormente, Burbano y Morales (2010) resaltan la importancia de la logística en el marketing, puesto que al ser integrada con



el nivel del servicio al cliente y las marcas, se impacta positivamente en el cumplimiento de los niveles de satisfacción de los consumidores y de los objetivos de las organizaciones. Una forma de cumplir con lo descrito anteriormente es garantizar las operaciones dentro de la empresa, entre estos procesos un rol preponderante es el de la logística, puesto que posibilita la entrega al cliente de bienes y servicios logrando su satisfacción. Justamente, la logística ha cobrado mayor relevancia a nivel mundial, tal como sostienen Antún y Ojeda (2004), que la función logística debe estar verdaderamente posicionada en una organización, integrando los procesos que la conforman y garantizando la comunicación entre las diferentes áreas. En el Perú la situación es similar en algunos aspectos, como la tendencia al incremento en el sector servicio; sin embargo, aún estamos lejos del promedio a nivel mundial. En el año 2017 el porcentaje del PBI nacional fue de 7.52%, teniendo en cuenta la importancia que tienen las exportaciones de minerales y demás productos.

En cuanto a logística, el año 2016 de acuerdo al Banco Mundial, el Perú se encuentra en la ubicación 69 de 160 países la lista de desempeño logístico total lo que evidencia el gran camino que se tiene por recorrer en este aspecto y que va a ser muy importante para el posicionamiento de las organizaciones. Los errores que principalmente se encuentran en los procesos logísticos son los relacionados a entrega de pedidos incorrectos a los clientes, demora en la distribución, artículos defectuosos por mal almacenamiento y gran cantidad de inventario que se tiene. No es ajena a esta problemática J&S Casa y Estilos de la ciudad de Huacho, al desempeñarse como distribuidor de cerámicas y artículos para interiores de las marcas Celima y Trébol. Puesto que el corazón del negocio es proveer de artículos que generen en los clientes una sensación de familiaridad, las operaciones deben estar siempre bien gestionadas para apoyar a este objetivo.

La realidad de las pequeñas y medianas empresas es que no tienen definido un sistema de control de **inventarios**, siendo la administración de estos primordiales, puesto que se encuentra la mayor parte de las inversiones de las organizaciones, tal como sostienen Torres y García (2017). Con esto se esclarece la importancia que tienen los niveles de inventario en las empresas, puesto que una decisión equivocada ocasionaría tener capital inmovilizado, aparte de generar costos que muchas veces no son tomados en cuenta por el desconocimiento que se tiene de los mismos Cano, Palacios, Martínez y Barrón (2016). Sin embargo, no se puede desconocer tampoco el

valor que tienen los inventarios, puesto que permiten la colocación rápida de pedidos ante una variación en la demanda. Es pues labor de los encargados de la logística en las empresas establecer un sistema de control que evite el desabastecimiento y que también permita la correcta rotación de los artículos. En la empresa objeto de estudio tampoco se lleva un sistema de control acerca de las cantidades de artículos que se tienen en el inventario, lo que esto ocasiona es que se realicen las compras de los mismos de acuerdo a cómo van siendo rotados con las compras y queda a la libre interpretación del encargado de realizar las compras en la organización.

Estos artículos que se van a considerar a permanecer en los inventarios deben tener un correcto **almacenamiento**, para evitar deterioro durante su conservación. Es común en diversas organizaciones las malas prácticas logísticas en la manipulación y almacenamiento Ballesteros, Robledo y Barrios (2015). Además, como todas las actividades de las organizaciones, se generan costos que deben ser considerados a fin de maximizar las utilidades. En el caso del proceso de almacenamiento, en concordancia con lo sostenido por Lambán, Royo, Valencia, Berges y Galar (2013), se tienen en cuenta factores internos y externos que dan lugar a costos directos o indirectos. Además, se debe tener en cuenta que este proceso se relaciona también con el espacio físico que cuenta la empresa, en muchos casos, las organizaciones que brindan servicios no consideran una adecuada distribución y espacio para el lugar de almacenamiento de sus productos, puesto que gran parte de las instalaciones están habilitadas para mostrar los artículos a los clientes en las salas de exhibición. La situación en la empresa J&S Casa y Estilos es que no se cuenta con una metodología para la determinación de estos costos, por lo que se hace imperante analizar todos los factores que generan un impacto económico al momento que se provee el servicio a los clientes.

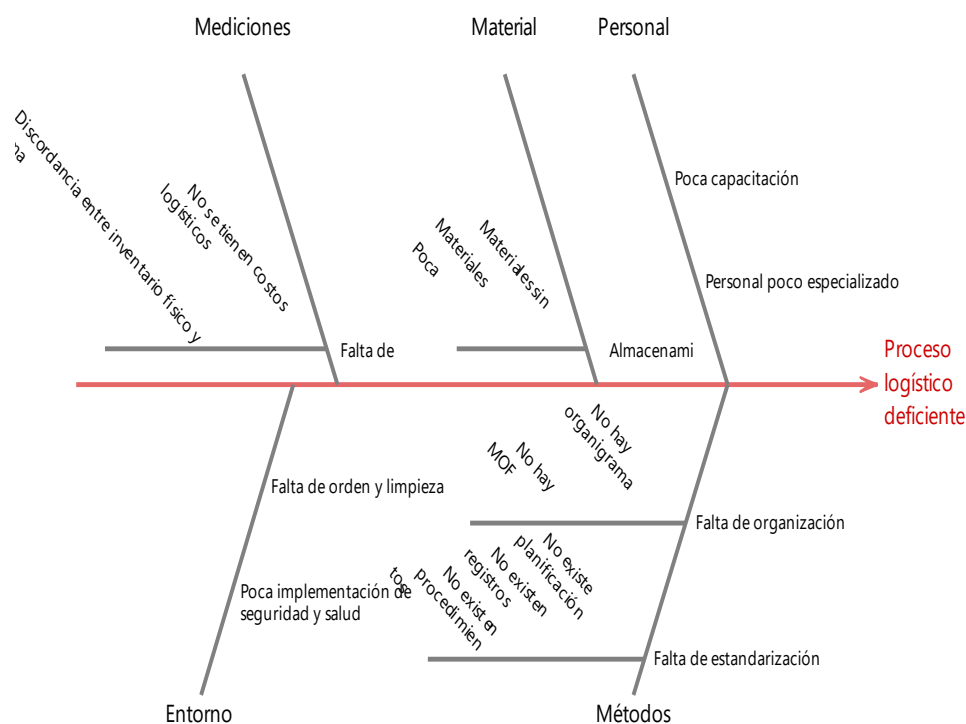
El último punto a considerar es la **distribución** que de acuerdo a Marinque, Teves, Taco y Flores (2019): “permite a las organizaciones un posicionamiento dentro de los mercados, asegurar las ventas y aumentar los ingresos” en esto se evidencia la importancia que tiene la distribución dentro del proceso logístico. Puesto que este proceso se realiza directamente con el cliente, es importante considerar el entrenamiento del personal que realiza las actividades y que se encuentre alineado con la estrategia de la organización, tal como indica Vera y Blanco (2019) ya que la calidad del servicio influye en la lealtad que genera el cliente Pelayo y Ortiz (2019). Es por tal

motivo que se hace necesario realizar una entrega sin defectos del pedido del cliente. Entre los defectos que se pueden generar al momento de remitir un pedido al cliente se encuentran por ejemplo que este no cumpla con las especificaciones del requerimiento. En el caso de las empresas que brindan servicios, las especificaciones no se basan tanto al producto en sí (más que en lo casos que por una deficiente manipulación de los artículos estos se dañen) sino a las cantidad, tipo de artículo y tiempo de atención a los clientes.

En la empresa J&S Casa y Estilos estos problemas son reconocibles por lo que surge la necesidad de implementar la metodología Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) del Seis Sigma para optimizar el proceso logístico, de esta manera se busca lograr la disminución de los costos logísticos, mejorar el tiempo del proceso global y la mejora de las actividades de gestión de inventarios, almacenamiento y distribución.

A continuación, se presenta un diagrama de causa efecto elaborado en la empresa, que muestra los problemas concernientes al proceso logístico.

### Diagrama causa y efecto J&S Casa y Estilos



**Figura 1.** Diagrama causa y efecto del proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos  
Nota. Elaborado con software Minitab

Los problemas identificados se sometieron a una multivotación, en la que se involucraron a diferentes áreas de la empresa, tal como se muestra en la tabla a continuación.

**Tabla 1**  
Identificación de problemas en empresa J&S Casa y Estilos

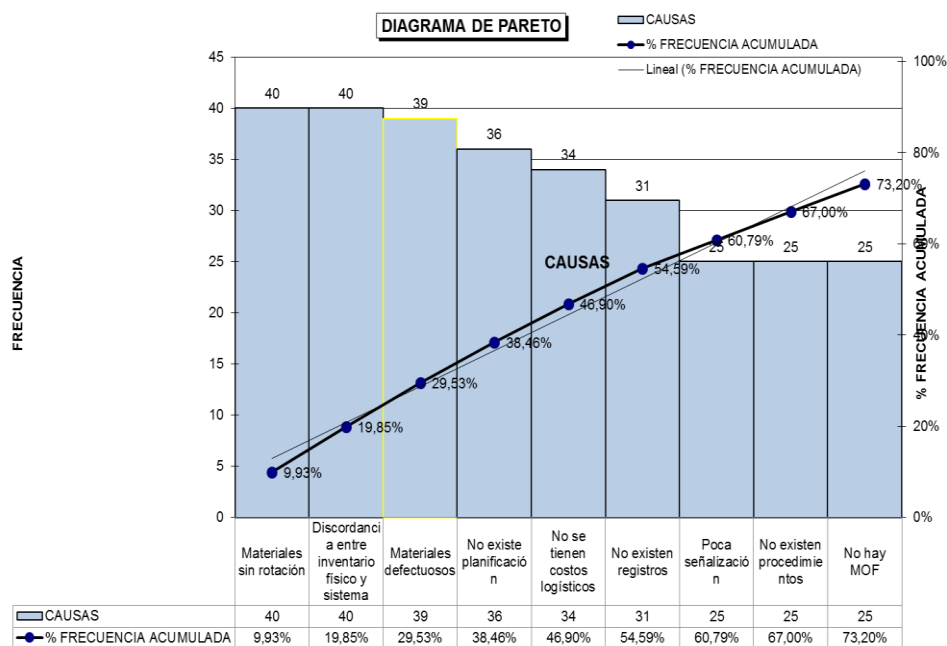
Código	Problema
P1	Poca capacitación
P2	Personal poco especializado
P3	Poca señalización
P4	Materiales defectuosos
P5	Materiales sin rotación
P6	No existen procedimientos
P7	No existen registros
P8	No existe planificación
P9	No hay MOF
P10	No hay organigrama
P11	Discordancia entre inventario físico y sistema
P12	No se tienen costos logísticos
P13	Poca implementación de seguridad y salud
P14	Falta de orden y limpieza

El resultado de la multivotación es el siguiente, teniendo en cuenta que la escala de importancia asignada es del 1 (menor importancia) al 5 (mayor importancia).

**Tabla 2**  
Multivotación de los problemas identificados

Personal	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Gerente general	3	3	2	5	5	3	4	5	3	2	5	4	3	3
Subgerente	2	3	2	4	5	2	3	5	3	2	5	4	2	2
Jefe de operaciones	2	3	4	5	5	3	4	4	2	3	5	5	3	3
Jefe de almacén	3	2	4	5	4	2	3	3	3	2	5	5	4	4
Almacenero 1	2	3	3	5	5	4	4	4	4	3	3	4	3	2
Almacenero 2	2	2	4	4	5	3	4	4	2	3	4	3	2	3
Ejecutivo de ventas 1	4	3	2	4	4	3	3	4	3	2	5	3	2	2
Ejecutivo de ventas 2	3	2	2	4	4	2	3	3	3	1	4	3	1	1
Chofer	2	1	2	3	3	3	3	4	2	2	4	3	2	1
Total	23	22	25	39	40	25	31	36	25	20	40	34	22	21

Estos datos se analizaron con el diagrama de Pareto a fin de priorizar el nivel de actuación con el Seis Sigma, se obtuvo lo siguiente:



**Figura 2.** Diagrama Pareto de los problemas identificados

Las acciones entonces estarán alineadas con la priorización presentada.

## 1.2 Formulación del problema.

### 1.2.1 Problema general.

¿La aplicación de Seis Sigma mejorará el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?

### 1.2.2 Problemas específicos.

1. ¿La aplicación de Seis Sigma reducirá el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?
2. ¿La aplicación de Seis Sigma mejorará el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?
3. ¿La aplicación de Seis Sigma mejorará la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?

## 1.3 Objetivos de la investigación.

### 1.3.1 Objetivo general.

Aplicar Seis Sigma para mejorar el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

### 1.3.2 Objetivos específicos.

1. Aplicar Seis Sigma para reducir el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
2. Aplicar Seis Sigma para mejorar el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
3. Aplicar Seis Sigma para mejorar la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

### 1.4 Justificación de la investigación.

La finalidad de desarrollar la presente investigación es tener un conocimiento más profundo acerca del Seis Sigma y la mejora en el proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos, de esta forma se beneficiará a todos los clientes internos de la organización, clientes externos y accionistas.

Permitirá implementar en la empresa una metodología integradora y enfocada hacia el mejoramiento continuo de la organización mediante la disminución de los defectos en el área logística. Con la mejora del proceso logístico se incrementarán también las utilidades de la empresa, puesto que permitirá reducir los costos logísticos asociados al inventario, almacenamiento y distribución.

### 1.5 Delimitación del estudio.

#### 1.5.1 Delimitación temporal.

Está planeado realizar el estudio entre los meses de agosto del 2019 a enero del 2020, por ser un período que se considera razonable para la implementación y medición de los resultados de la misma.

#### 1.5.2 Delimitación espacial.

Se estudiará el proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos ubicada en la Prolongación San Martín N°128 – 139 en el distrito de Huacho. Posteriormente se mejorará el proceso a través de la metodología del Seis Sigma.

## 1.6 Viabilidad del estudio.

### 1.6.1 Viabilidad técnica.

Para la aplicación metodología del Seis Sigma en la empresa J&S Casa y Estilos y la posterior mejorar el proceso logístico, la empresa otorga las facilidades para la realización del estudio.

### 1.6.2 Viabilidad operativa.

La alta dirección de la empresa brinda el acceso a las instalaciones, los sistemas de información y registros para realizar la implementación del presente estudio. Así mismo pone a disposición su personal.

### 1.6.3 Viabilidad económica.

La implementación no requiere de mayor asignación de recursos por parte de la organización, de ser el caso, la alta dirección brinda las facilidades para los costos acarreados con el estudio.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación.

Con respecto a la variable independiente “Seis Sigma” se tienen los siguientes antecedentes:

- i. Zuluaga (2018) en su artículo científico “Proyecto de desarrollo de proveedores que usan Six Sigma: Un análisis de caso en Schneider Electric Colombia S.A.” que tiene como objetivo socializar los pasos de la metodología DMAIC mediante la implementación de un plan para el desarrollo de proveedores, realizado en una organización manufacturera. La metodología que utilizó fue la de aplicar DMAIC, con cada una de sus fases con las respectivas técnicas y las métricas. Concluyendo lo siguiente:

Se crean posibilidades futuras de lecciones aprendidas para proyectos DMAIC aplicados al desarrollo de proveedores en Schneider Electric u otras empresas afines, pues desde la ejecución del proyecto no fueron incluidas actividades sugeridas del DMAIC, como cuantificar los impactos – técnicos y de negocio -, desarrollar y comprender las opciones de mejora y hacer piloto de solución y documentar los resultados. (p. 183).

Se debe tomar en cuenta la realización de todos los pasos correspondientes a la metodología DMAIC a fin de obtener mejores resultados. Es importante tener en cuenta el impacto que tendrá la aplicación en la empresa y sobre todo cuantificarla en términos económicos.

- ii. Mitchell & Kovach (2014) en su artículo científico “Improving supply chain information sharing using Design for Six Sigma” que tiene como objetivo determinar formas para lograr la mejora del intercambio de información al interior de la cadena de suministro en una empresa de transporte marítimo. La metodología utilizada fue Design for Six Sigma (DFSS) para diseñar una solución de tecnología de la información que comunica de manera efectiva la información que se comparte a las capas de la cadena de abastecimiento de acuerdo a sus operaciones.



Concluyen: “El análisis comparativo de verificación y mediciones de referencia realizadas sugiere que este proyecto fue exitoso porque el nuevo proceso satisfizo las necesidades del entorno de trabajo para el que fue diseñado.” (p.153).

Es importante tener en cuenta el aspecto de flujo de información para la implementación del Six Sigma, sobre todo en los procesos logísticos donde se integran diversos procesos en los que la información es clave para la satisfacción del cliente.

- iii. Rahman y otros (2017) en su artículo científico “A case of study of Six Sigma Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC) methodology in garment sector” que tiene como objeto hallar la relación existente como defectos entre la costura abierta y la puntada rota. La metodología usada fue: El análisis de varianza y el diseño de experimentos, se combinaron para determinar estadísticamente la correlación entre la puntada rota y la costura abierta como defectos, así como para definir sus valores óptimos necesarios para eliminar los defectos.

Concluyen que: “Se logró una reducción de aproximadamente el 35% en el defecto de la prenda, lo que ayudó a la organización para reducir sus defectos y así mejorar su nivel Sigma desde 1.7 a 3.4.” (p.1 321).

Se debe tener en cuenta la aplicación de técnicas estadísticas en las fases pertinentes del DMAIC a fin de tomar mejores decisiones. Así mismo, es importante determinar aquellas causas vitales que permitan tener un mayor impacto en la reducción de defectos.

- iv. Tinoco (2013) en su artículo científico “Six Sigma en logística: Aplicación en el almacén de una unidad minera” que tiene como objetivo implementar Six Sigma en el proceso logístico de una empresa minera peruana. La metodología que utilizó fue aplicar las primeras cuatro fases del ciclo DMAIC.

Concluye que: “Las variables identificadas en las que la organización debe centrar sus esfuerzos son: Capacitación del personal, rotación de personal, uso de camiones con sistema hidráulico y tipo de muestreo.”

En el artículo se reconoce la importancia del potencial humano en la implementación del Seis Sigma, es un factor clave para tener éxito en el desarrollo del proceso por lo que debe ser un aspecto a tener en cuenta.

- v. Gómez, Medina y Correa (2012) en su artículo científico “El Seis Sigma en la Cadena de Suministro” que tiene como objetivo presentar dentro de la cadena de suministro, el estado de arte del uso de la metodología Seis Sigma. La metodología utilizada consiste en la revisión de artículos científicos de Seis Sigma, que se encuentren orientadas a la logística. A modo de conclusión, después de la revisión de los artículos, encontraron como indicadores más importantes al DPMO en procesos como empaque, distribución y aprovisionamiento.

Se resalta como factor común en los artículos revisados por los autores, que la metodología DMAIC es a la que más se recurre al momento de aplicar Seis Sigma en los procesos logísticos. Inciden también en la necesidad de estudio en la gestión de almacenes.

- vi. Cueva (2016) en su tesis “Propuesta de un plan basado en Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia del área logística de la empresa minera La Arena S.A. - Año 2016.” que tiene como objetivo proponer un plan de implementación de Lean Six Sigma a fin de lograr el aumento de la eficiencia del área logística de la empresa objeto de estudio. La metodología tuvo su base en el análisis de las diferentes tareas que componen la gestión de compras. Los resultados que se obtuvieron sirvieron de punto de partida para el diseño de la nueva propuesta. Concluye: “Se puede determinar la importancia de aplicar un plan basado en Lean Six Sigma el cual mejora la eficiencia del área de logística de la empresa minera La Arena S.A.” (p.71).

Las herramientas del Seis Sigma son potentes al momento de aplicarlas en los procesos, como se relaciona con la optimización de recursos se observa el impacto en la eficiencia.

- vii. Huarcaya (2017) en su tesis “Aplicación del Six Sigma para incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa Transportes Cruz del Sur S.A.C. ubicado en el distrito de Ate, año 2017.” que tiene como objetivo determinar el incremento de productividad de las actividades dentro del almacén

de economato en la empresa objeto de estudio mediante la aplicación de Seis Sigma. La metodología se basó en el estudio de las existencias, para determinar aquellos artículos inmovilizados, los cuales producen un escenario poco productivo. Se diseñó un plan para poder eliminar los desperdicios para mejorar los tiempos de entrega. Concluye: “La implementación de la metodología Lean Six Sigma, resultó ser exitosa y con efectos positivos en la empresa Transportes Cruz del Sur, mejorando los tiempos de entrega en un 23%.” (p.78).

Se resalta la importancia del efecto que tiene la metodología Lean Six Sigma en la variable tiempo de proceso de entrega, por lo que se pueden direccionar las herramientas a utilizar para la consecución de ese objetivo.

- viii. Inga (2016) en su tesis “Aplicación de la metodología DMAIC para el mejoramiento de ciclo de pedido de la empresa DERCO CENTER 2016.” que tiene como objetivo lograr la mejora de los procesos logísticos y como consecuente la disminución de la variabilidad en el tiempo de entrega. La metodología es el desarrollo del proyecto está basado en la aplicación de la metodología DMAIC y la identificación de aquellas técnicas pertinentes, para poder así lograr disminuir el tiempo de ciclo de pedidos de la empresa. Concluye: “Se demuestra mediante el estadístico de prueba z y t student de medias poblacionales y proporción, obteniendo resultados que confirman la mejora del ciclo del pedido de la empresa.” (p.133).

Se resalta la importancia del tiempo de ciclo en el proceso, por lo que las herramientas utilizadas están orientadas a la disminución del mismo, de esta manera se logra la mejora la mejora en las áreas logísticas que son objeto de estudio.

- ix. Mantilla (2009) en su tesis “Lean Six Sigma Logistics: Modelo de desarrollo.” que tiene como objetivo elaborar un modelo para el desarrollo que sirva como guía a las organizaciones para la mejora de sus operaciones logísticas con enfoque de lean manufacturing y six sigma. La metodología se explica un modelo para el desarrollo logístico Lean Six Sigma Logistics utilizando las técnicas y objetivos que persiguen las metodologías de "Lean Manufacturing" y "Six Sigma"

A manera de conclusión, establecen que de acuerdo al modelo que desarrollaron se basa en cuatro principios: los elementos de enfoque, desarrollo y resultado; además de la estrategia que debe establecer la alta dirección de la organización. Para lograr que la cadena de suministros, establecen que la estrategia es la parte fundamental. El papel que juegan los otros tres elementos se basa en el rol que cumplen dentro del proceso logístico. Por ejemplo, para el caso del desarrollo, se aplica la metodología DMAIC, el enfoque en el cliente y indicadores de los procesos, y por último, el resultado se alinea con la consecución de los objetivos empresariales.

Se resalta la importancia de la implementación de la metodología en la logística de la empresa, por lo que es una oportunidad para implementar más acciones de mejora. Además de tomar en cuenta los lineamientos del modelo propuesto por el autor.

- x. Yuiján (2014) en su tesis “Mejora del área de logística mediante la implementación de Lean Six Sigma en una empresa comercial.” tiene como objetivo mejorar el área logística mediante la implementación de Lean Six Sigma. La metodología se realizó un análisis del sistema logístico actual, con lo diagnosticado se propone una mejora para disminuir los costos relacionados.

Concluye: “La implementación de la metodología Lean Six Sigma, resultó ser exitosa y con efectos positivos en la empresa comercial La Despensa, mejorando la calidad del servicio, al reducir la entrega de productos no oportuna en un 20%.” (p.88).

Es importante calcular el nivel sigma de la empresa a través de las métricas del Seis Sigma, de igual manera orientar las herramientas para el impacto positivo en las áreas logísticas de la empresa.

Los antecedentes para la variable dependiente “Proceso logístico” son los siguientes:

- i. Cano, Orue, Martínez, Mayett y López (2013) en su artículo científico “Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México.” que tiene como objetivo realizar la propuesta de un diseño de modelo de gestión del proceso logístico logrando el control de las variables presentes. La metodología

es la siguiente, se diseñó un modelo para brindar una solución en la gestión en las áreas de: inventarios, almacenamiento, producción y distribución en la PYME de estudio. Concluyen que: “Se verificó que las variables por controlar en cada proceso logístico son las correctas.” (p.198).

El modelo que se describe en el estudio tiene en cuenta los procesos esenciales para la logística: Inventarios, almacenamiento, producción y distribución. Es importante determinar los indicadores en cada uno de los procesos para medir la mejora en global de todo el proceso logístico en la organización.

- ii. Covas, Martínez, Delgado y Díaz (2017) en su artículo científico “Mejora de procesos logísticos en la comercializadora agropecuaria Cienfuegos.” que tiene como objetivo lograr mediante un enfoque de cadena de suministros la mejora de los procesos logísticos. La metodología es caracterizar la cadena de suministro con mayor deficiencia, utilizando métodos estadísticos y programas de procesamiento de datos.

La conclusión a la que llegan es que luego de la implementación de las mejoras, se logra la disminución de 2,53% en el costo que se incurre por combustible. Esto representa un total de 56,66 de disminución de los costos que se incurren en transporte. Considerando que dentro de las actividades del proceso logístico, el transporte cumple un papel importante.

La mejora en los procesos de la logística tiene impacto en la reducción de los costos asociados a los mismos, lo que al final repercute en las utilidades de la empresa.

- iii. Estrada, Restrepo y Ballesteros (2010) en su artículo científico “Análisis de los costos logísticos en la administración de la cadena de suministro.” que tiene como objetivo realizar el análisis de la influencia de los costos logísticos al momento de la creación de valor para los grupos de interés. La metodología es buscar textos especializados, consultas realizadas en revistas logísticas y el conocimiento de las actuales políticas establecidas en el gobierno colombiano.

Terminan concluyendo que, para poder administrar correctamente la cadena logística, los procesos que la conforman deben estar plenamente

coordinados. Desde el inicio con la compra de los insumos hasta el despacho y distribución de los productos o servicios a los clientes. Claro, sin dejar de lado la atención post venta que se realiza. Es importante también, según lo que concluyen, que se determinen efectivamente los costos en los que se incurre al realizar el proceso.

La importancia de los costos en el proceso logístico es algo resaltable en el presente estudio, sobre todo al momento de encaminar las mejoras que tiendan a disminuir los recursos al proceso. Se deben determinar también los costos más importantes para reducirlos en la medida que sea posible.

- iv. Mejía y Castro (2007) en su artículo científico “Optimización del proceso logístico en una empresa colombiana de alimentos congelados y refrigerados.” que tiene como objetivo desarrollar, mediante la programación lineal, un modelo para la determinación de políticas en el ámbito logístico para la empresa objeto de estudio. La metodología es formular el problema como un modelo de optimización en su diseño de variables enteras. De esta manera se pretende reducir costos con el tipo de embalaje y flujo de camiones.

Concluyen que la optimización del proceso logístico brinda, en las empresas, una mejora en los costos, sino también en el método de trabajo. Esto porque se estandariza el proceso y se tiene un registro histórico acerca de la toma de decisiones.

Las mejoras en los procesos logísticos significan un ahorro en los costos operativos en los que incurre en la empresa. Las acciones deben estar enfocadas en apoyar este objetivo.

- v. Vidal (2007) en su artículo científico “Estrategia logística del justo a tiempo para crear ventajas competitivas en las organizaciones.” que tiene como objetivo analizar la manera en la que el justo a tiempo aplicado en la logística logra la creación de ventajas competitivas. La metodología es revisión de fuentes bibliográficas y consultas realizadas en revistas logísticas. Concluye: “La instalación de la estrategia logística Just in time genera una ventaja competitiva en las organizaciones.” (p.81)

Las metodologías de mejora continua presentan una fuente de ventajas competitivas para las empresas. Se debe explotar el potencial de las mismas enfocadas en todas las áreas de la organización en lo que resulta aplicable. Además determinar cuál metodología es la que orientará mejor los cambios en la empresa.

- vi. Cabrera (2014) en la tesis “Propuestas de mejora en los procesos logísticos de un centro de distribución de una empresa de tiendas de conveniencias mediante el uso de técnicas de simulación.” que tiene como objetivo proponer acciones de mejora en el área logística de la empresa objeto de estudio mediante el uso de la simulación. La metodología es describir los procesos que se llevan a cabo en el centro de distribución, con la colecta de datos se simularon situaciones del proceso para formular propuestas.

Concluyen que el escenario dos es el que presentó mejores resultados puesto que se optimizaron las materias primas y la mercadería hacia las fuentes de destino. El despacho con cestas de medicina aumentó en 95,87% y en el área surtida se logró un incremento de 386,28%

Se observa que la mejora a la que se hace referencia en el escenario 2 se necesita de un incremento de recursos asignados al área, como montacargas y operarios. Si bien es cierto que en el análisis económico se registra un saldo favorable, la asignación de recursos que se requiere puede ser un poco complicada de aprobar por la Alta Dirección.

- vii. Quintero y Sotomayor (2018) en su tesis: “Propuesta de mejora del proceso logístico de la empresa Tramacoexpress Cia.Ltda del Cantón Durán.” que tiene como objetivo desarrollar acciones de mejora en el área logística de la empresa objeto de estudio. La metodología de investigación consiste en verificar la manera en que se desarrolla el proceso logístico, realizar también cuestionarios a los clientes y entrevistas a personal relacionado con la logística para identificar los causales de los problemas y proponer mejoras.

Concluyen que la causa de la insatisfacción del proceso de servicio se debe a los errores que se comenten en el proceso logístico de la organización. Esta insatisfacción, traducida en una percepción deficiente de los clientes, debido a

la demora en el tiempo de entrega de las mercaderías o el estado deficiente de las mismas.

El presente trabajo de investigación muestra la importancia de entregar el producto o, como en el caso del estudio, el servicio a los clientes en el tiempo exacto y la calidad adecuada. Son dos factores que se deben tener en cuenta al momento de orientar las acciones de mejora.

- viii. Clavo (2017) en la tesis: “Propuesta de mejora para la gestión logística de la empresa A&L Import Trade S.A.C.” que tiene como objetivo realizar una propuesta al área logística de la empresa objeto de estudio. La metodología es analizar la data histórica de la organización para diagnosticar el proceso y de esta manera proponer una mejora en la gestión logística. Concluye: “Los ahorros que genera la propuesta de mejora de la gestión logística tienen un valor de S/.95.740, el cual representa el 48% de los costos logísticos actuales.” (p.196).

A través del desarrollo de la investigación, ha quedado evidencia de la importancia de Lean Six Sigma Logistics para la consecución de las mejoras necesarias. Así mismo, las mejoras permiten la reducción de los costos logísticos para la mejora de la gestión.

- ix. Paredes y Vargas (2018) en su tesis “Propuesta de mejora del proceso de almacenamiento y distribución del producto terminado en una empresa cementera del sur del país.” que tiene como objetivo proponer acciones de mejora en el proceso de almacenamiento y distribución. La metodología consiste en aplicar herramientas de mejora como: Diagrama de proceso, clasificación ABC y layout para optimizar los tiempos del proceso y de esta manera mejorar la satisfacción del cliente.

Se concluye que las herramientas de mejora logran un incremento de 45% en el despacho de cemento hacia uno de los almacenes. Estas mejoras permiten también un ahorro total.

En el trabajo, se identifican las herramientas que permiten lograr los objetivos propuestos. Estas herramientas de mejora continua, representan el potencial para la optimización del proceso logístico.



- x. Ramírez (2018) en su tesis “Propuesta de mejora en la productividad de los procesos clogísticos de una empresa distribuidora de libros.” que tiene como objetivo diseñar una propuesta para el incremento de la productividad de los procesos logísticos en la empresa objeto de estudio. La metodología es primero realizar el diagnóstico actual, del sector industrial y la organización de la compañía, luego se detalla la propuesta para la mejora de procesos logísticos analizados, el desarrollo de las herramientas del Lean Logistics más importantes, las mismas que han sido adaptadas a la empresa.

Concluye:

Se concluye que se mejoró la productividad en los procesos debido a dos enfoques. El desplazamiento de la media a niveles superiores y la reducción de la desviación estándar. Proceso de recepción e inventario: La productividad media incrementó en 8.76% y su desviación estándar disminuyó en 93.97%. Proceso de picking: La productividad media incrementó en 16.97% y su desviación estándar disminuyó en 91.52%. Proceso de packing: La productividad media incrementó en 36.60% y su desviación estándar en 87.16%. (p. 282).

Se radica en la importancia de estandarizar el trabajo, con la reducción de la desviación estándar se quiere tener mayor control con las variables del proceso. Además de incide en tener bajo control los procesos de inventario, picking y packing.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Variable X: Seis Sigma.

Se tiene que es una realidad cada vez más palpable el hecho que las empresas enfocan sus procesos hacia la satisfacción de los clientes tanto externos como internos. Es en tal sentido, que las herramientas a utilizar por las organizaciones deben ir alineadas hacia este objetivo. El Seis Sigma aparece como un camino para la consecución de las mejoras en los procesos enfocadas en los clientes.

Brassard, Finn, Ginn y Ritter (2015) definen lo siguiente:

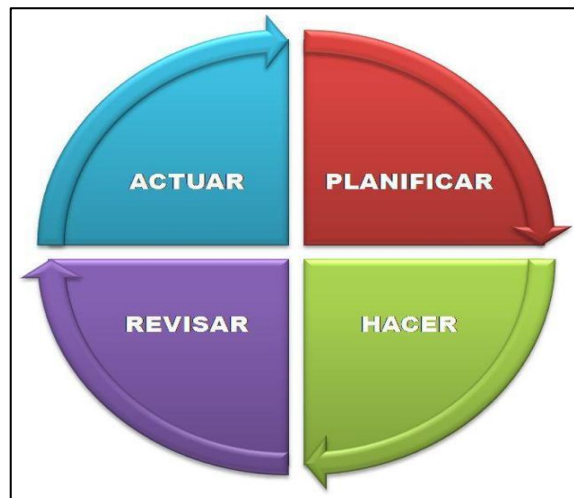
Sigma es un concepto estadístico que representa la cantidad de variación presente en un proceso en relación con las especificaciones o requerimientos del cliente. Cuando un proceso opera a un nivel de Seis Sigma, la variación es tan pequeña que los productos y servicios resultantes están libres de defectos el 99,9997%. Además de ser una medida estadística de variación, el término Seis Sigma se refiere también a una filosofía de administración de empresas que se enfoca en el mejoramiento continuo mediante el entendimiento de las necesidades de los clientes, análisis de los procesos del negocio, y establecimiento de métodos adecuados de medición. Además, es una metodología que utiliza una organización para asegurar que está mejorando sus procesos claves. (p. 1).

La importancia de la metodología Seis Sigma radica en las mejoras que ofrece en los diferentes niveles de la organización, a pesar de su carácter operacional, el fondo que presenta permite adaptarlo a las necesidades tanto de empresas de bienes como de servicios. El Seis Sigma como filosofía o iniciativa estratégica, necesita de una metodología para la aplicación práctica en las organizaciones. Voehl, Harrington, Mignosa & Charron (2014) presentan el primer acercamiento hacia la metodología necesaria para la implementación:

La metodología Seis Sigma es una estrategia de gestión empresarial diseñada para mejorar la calidad de los resultados del proceso al minimizar la variación y las causas de los defectos en los procesos. Establece una infraestructura especial dentro de la organización que está específicamente capacitada en métodos estadísticos y enfoques de solución de problemas. Los dos enfoques que se utilizan en las actividades de solución y análisis de problemas son: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC) y definir, medir, analizar, diseñar y verificar (DMADV). (p. 10).

Puesto que la metodología DMAIC se encuentra más familiarizada en el ámbito internacional, se realizará la aplicación de la misma. Cada una de las etapas tiene

actividades bien definidas, las mismas que se detallan más adelante. Así mismo, cabe resaltar que la metodología Seis Sigma tiene su fundamento en el ciclo de Deming Escalante (2013). Por lo que se busca el mejoramiento continuo de los procesos que son objeto de estudio. En la figura que se muestra a continuación, se mencionan las cuatro etapas que componen este ciclo: Planificar, hacer, revisar y actuar.



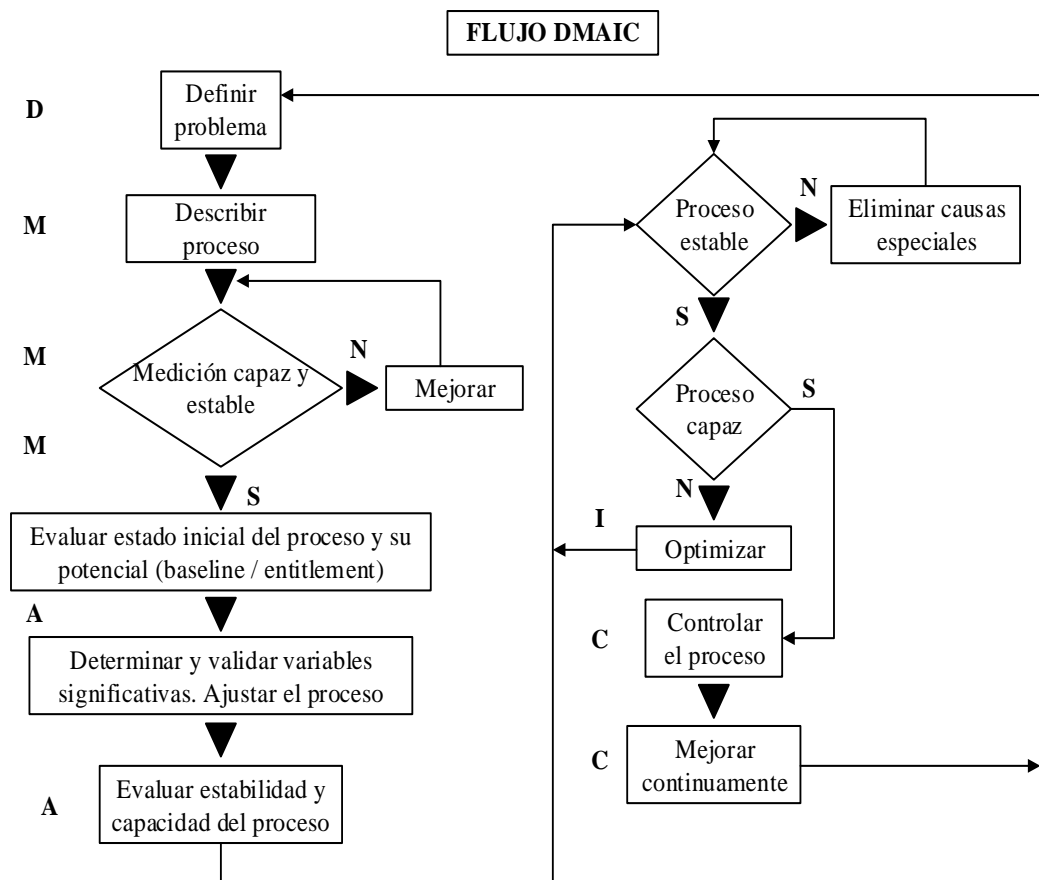
**Figura 3.** El ciclo Shewhart/Deming

Nota: Recuperado de “Seis Sigma. Metodología y técnicas.” Escalante (2013)

Es de suma importancia tener en cuenta que los cinco pasos descritos en la metodología DMAIC se complementan entre sí, por lo que deben ser tratado como un proceso con herramientas definidas en cada etapa que permitirán la consecución de los objetivos. Escalante (2013) explica el proceso de la implementación de la metodología DMAIC de la siguiente manera:

Se empieza con la definición del problema y la descripción detallada del proceso. Se evalúa el sistema de medición y no se sigue adelante si este no cumple con los requerimientos establecidos. Se obtiene la capacidad inicial del proceso. Se determinan y validan las variables significativas y se ajusta el proceso en esta primera fase de “mejora” dentro de la fase de análisis. Se vuelve a evaluar la capacidad del proceso ajustado. Si el proceso cumple con la meta fijada, entonces se omite la fase de optimización y se finaliza con el control del mismo. Si no es así, se procede a la optimización y a la evaluación de la capacidad del proceso optimizado. Si el proceso cumple con la meta, entonces se finaliza el proyecto con la fase de control. (pp. 32 -33).

Cada uno de los pasos tiene su propia importancia, por lo que se deben realizar todos en su conjunto y de manera sistémica. Por ejemplo, si no se define el proyecto de implementación de Seis Sigma no se podrá realizar adecuadamente el siguiente paso que es de medir, puesto que no se habrán identificado aquellos indicadores que se deben medir para la aplicación de la metodología. En el diagrama de flujo que se muestra a continuación se explica el proceso que sigue la implementación de la metodología Seis Sigma, con los pasos que se cumplen en cada una de las etapas que componen el DMAIC.



**Figura 4.** Flujo de la metodología Seis Sigma DMAIC

Nota: Recuperado de “Seis Sigma. Metodología y técnicas.” Escalante (2013)

El reto de una correcta implementación de la metodología DMAIC es elegir las herramientas que mejor se adapten a la realidad de la empresa y la naturaleza de la misma. Puesto que no es lo mismo aplicar una técnica en una industria manufacturera, que en una de servicio. En la tabla adjunta se muestran alguna de las herramientas que son más usada en la aplicación del DMAIC, de las cuáles, como se mencionó, deben seleccionarse aquellas que cumplan con adaptarse a las necesidades de la organización teniendo en cuenta el fin para el que se requieren.

**Tabla 3**  
*Herramientas Seis Sigma DMAIC*

Define	Measure	Analyze	Improve	Control
• Project Selection Tools	• Operational Definitions	• Pareto Charts	• Brainstorming	• Control Charts
• Value Stream Map	• Data Collection Plan	• Fishbone Diagrams	• Benchmarking	• Standard Operating Procedures (SOP's)
• Financial Analysis	• Pareto Chart	• Brainstorming	• TPM	• Training Plan
• Project Charter	• Histogram	• Basic Statistical Tools	• 5S	• Communication Plan
• Stakeholder Analysis	• Box Plot	• Constraint Identification	• Line Balancing	• Visual Process Control
• Communication Plan	• Statistical Sampling	• Non Value-Added Analysis	• Process Flow Improvement	• Mistake-Proofing
• SIPOC Map	• Measurement System Analysis	• Hypothesis Testing	• Sales y Operations Planning	• Process Control Plans
• High-Level Process Map	• Control Charts	• FMEA	• Setup Reduction	• Project Commissioning
• Non-Value-Added Analysis	• Process Cycle Efficiency	• Simple y Multiple Regression	• Generic Pull	• Project Replication
• VOC and Kano Analysis	• Process Sizing	• ANOVA	• Kaizen	
• QFD	• Process Capability		• Poka-Yoke	
			• FMEA	

Nota: Recuperado de "Lean Six Sigma for service. How to use Lean speed y Six Sigma Quality to improve services and transactions." George (2003)

### 2.2.2 Dimensión 1 – X: Definir.

Según Gutiérrez y De La Vara (2013): "En esta primera etapa se clarifican el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto." La importancia de esta etapa se basa en marcar el punto de partida para el resto del proyecto de implementación de Seis Sigma, puesto que de una buena definición de la problemática de la organización y los objetivos que se buscan conseguir, depende en gran medida la orientación de las actividades de mejora. La finalidad de la fase de definir es determinar el problema que se está suscitando y de esta manera plantear los objetivos que se deben cumplir. En base a este supuesto se presentan actividades a desarrollar durante esta fase, como la identificación de los clientes externos e internos.

#### Project Charter

Para realizar el Project Charter se debe comprometer a la Alta Dirección de la organización, puesto que es la hoja de ruta para realizar la implementación. El plan oficial y la autorización del proyecto se encuentran resumidos en el Project Charter Seis Sigma Pyzdek y Keller (2010)

**Tabla 4**  
*Ejemplo de Project Charter*

Project Name/ Title:		Start Date:		
Problem / Project Description:				
Project Scope (Process, Product, functional areas):				
Limited to software products.				
Project Objectives y Goals:		Metric	Baseline	
			Goal	
Business Need	Customer impact:			
	Shareholder impact:			
	Employee impact:			
Project sponsor:		Stakeholder group:	Signature / Date	
		Sales y Operation		
Team Black Belt:				
Team Members:				
		Customer Support		
DEFINE	MEASURE	ANALYZE	IMPROVE	CONTROL
Objective / Date Complete	Objective / Date Complete	Objective / Date Complete	Objective / Date Complete	Objective / Date Complete

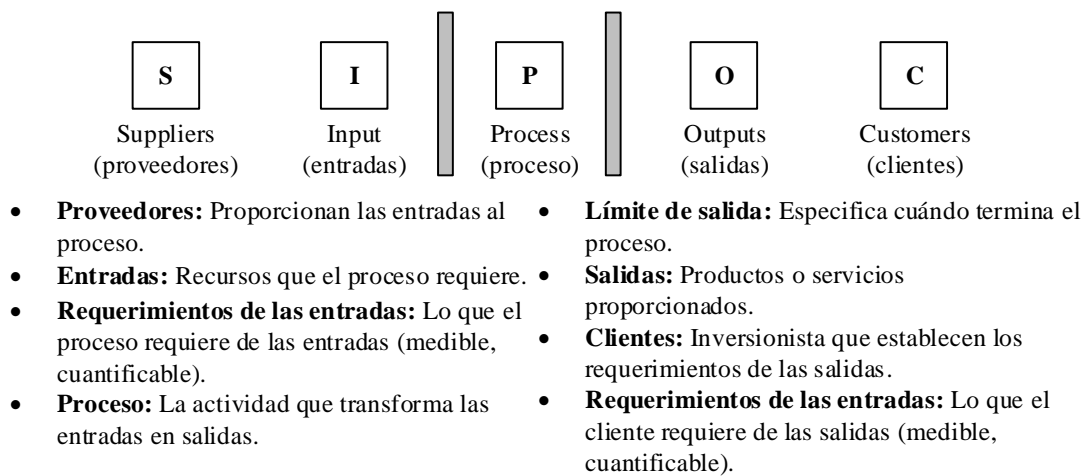
Nota. Recuperado de The Six Sigma handbook. A complete guide for Green Belts, Black Belts and managers at all levels (Pyzdek & Keller, 2010)

Como se observa en la tabla anterior, se identifican dentro del contenido del Project Charter, los objetivos, los mismos que deben ser medibles y actualizables. Así mismo, se valora el impacto que tiene la implementación en los diferentes niveles de la organización. Como en las actuales metodologías de mejora continua, las acciones están alineadas con las necesidades de los clientes de la organización, por lo que es importante determinar quiénes son los clientes. Para realizar esto, se cuenta con la herramienta del diagrama SIPOC, el mismo que se detalla a continuación.

#### Diagrama SIPOC

Para identificar todo aquello que esté relacionado a los clientes, que al final se verá traducido como requisitos, es necesario determinar la composición de los mismos. Para llegar a cabo esta tarea se utiliza el diagrama SIPOC. (Socconini, 2015) indica que “el SIPOC se utiliza para documentar un proceso a un nivel macro, analizar sus transiciones e identificar a los involucrados o gestores de los procesos.” Además propone los elementos que se presentan en la siguiente figura y que se definen para

tener un panorama más completo para la determinación de los actuales clientes en la empresa.



**Figura 5.** Elementos del SIPOC

Nota: Recuperado de “Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios.” Socconini (2015)

Se tiene que es importante el diagrama para el estudio, radica en determinar aquellas partes que son pertinentes en el estudio y así, planificar las acciones a realizar según los requisitos de los clientes. Una vez que se han determinado quiénes son los clientes de la organización, se deben determinar los requisitos, que muchas veces está dictado por las necesidades. Una vez que se tienen identificadas cuáles necesidades del cliente son las que deben ser satisfechas por parte del proceso, se debe entender la naturaleza de las mismas. Es decir, cuáles son las características de la perspectiva que tiene el cliente, para lo cual se utilizan las dos herramientas que se mencionan a continuación.

Voice of the Customer (VOC)

Brassard et al. (2015) sostiene que:

Se utiliza para identificar los factores clave para la satisfacción del cliente. Es solamente a través del entendimiento del proceso global seguido por el cliente para tomar su decisión de compra y de la manera cómo está usando su producto o servicio que usted puede diseñar, entregar y mejorar productos y servicios efectivamente. (p. 258).

La importancia de realizar un buen análisis VOC radica en que las salidas del proceso objeto de estudio tienen que cumplir con los requisitos que han sido

previamente identificados que generan mayor satisfacción en el cliente y generan más valor.

Muchas veces, la información que tenemos acerca de la perspectiva que obtenemos del análisis VOC es un poco confusa, por lo que se debe trabajar con la siguiente herramienta a fin de aterrizar las ideas en conceptos entendibles por toda la organización.

#### Quality Function Deployment (QFD)

Se debe reflejar el punto de vista del cliente dentro del proyecto Seis Sigma, esta es la principal importancia del despliegue de la función de calidad (QFD), pues permite tomar en cuenta la VOC en el proceso Gutiérrez y De La Vara (2013)

**Tabla 5**  
*Ejemplo de matriz QFD*

Variables del producto y críticos de la calidad	Prioridad	Recepción	Preparación	Almacenaje	Elaboración	Lavado	Molienda	Deshidratación	Envasado
Color	1	5	3	3	5	5	3	1	1
Sabor	5	3	3	3	5	5	1	1	0
Olor	5	1	1	3	5	5	1	1	0
Humedad	3	1	3	3	5	3	3	5	3
Rendimiento	1	3	3	3	5	3	3	1	3
Peso	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Presentación y calidad de envasado	1	0	0	0	0	0	0	0	5
Quejas acerca del sabor y olor	5	1	1	1	5	5	3	1	1
Resultados internos	5	5	5	3	5	5	3	1	0
Importancia		61	65	65	125	117	55	37	28
Importancia relativa		5	5	5	10	9	4	3	2

*Nota:* Recuperado de “Control estadístico de calidad y Seis Sigma.” Gutiérrez y De La Vara (2013)

Producto de aplicar las herramientas que se han presentado, se tienen ya identificadas aquellas necesidades del cliente que deben ser satisfechas. Esta información es útil para planificar las actividades en el Project Charter, de tal manera que se concentren solo los esfuerzos necesarios a mejorar las partes del proceso que deben ser mejoradas.



Ya se tiene lista la información para pasar a la siguiente fase, que servirá de línea base para la implementación del Seis Sigma, además que se determinan los indicadores relevantes a mejorar.

Se va a desarrollar la fase de medir a través de las diversas herramientas que se emplean para lograr los objetivos que se han formulado en la fase anterior de definir el problema de la organización.

### 2.2.3 Dimensión 2 – X: Medir.

Gutiérrez y De La Vara (2013) sostiene que:

El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda en el proyecto. Por ello, el proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento, asimismo, se establecen con mayor detalle las métricas con las que se evaluará el éxito del proyecto. Además, se analiza y valida el sistema de medición para garantizar que las métricas puedan medir en forma consistente. Además, con el sistema de medición validado se mide la situación actual (o línea base). (p. 406).

Puesto que se trata de cuantificar el proceso a través de un sistema de medición, se debe definir también la manera en la que se van a recolectar los datos, para lo que se hace uso del plan de recolección de datos.

#### Plan de recolección de datos

Molteni y Cecchi (2008) sostienen lo siguiente: “Preparar el plan de recolección significa elaborar y preparar, desde un sistema de medición ya validado, todo lo concerniente a la obtención de los datos.”

Los aspectos que se deben tomar en cuenta al momento de elaborar un plan de recolección de datos son aquellos que brinden información importante acerca de lo que se está midiendo. Para lo cual se propone el siguiente formato:

**Tabla 6**  
*Formato de plan de recolección*

Variable	Tipo	Unidad	Cómo se mide	Dónde y cuándo se mide	Quién mide	Cómo y dónde se registra
----------	------	--------	--------------	------------------------	------------	--------------------------

*Nota:* Recuperado de “El liderazgo del Lean Six Sigma.” Molteni y Cecchi (2008)  
**Métricas Seis Sigma**

Como una forma de comparar procesos de distinto tipo, en el enfoque Seis Sigma, se utilizan indicadores globales que los independizan de su naturaleza. Molteni y Cecchi (2008)

**Tabla 7**  
*Métricas del Seis Sigma*

Indicador	Definición	Fórmula
Total de oportunidades (TOP)	Cantidad total de oportunidades de error. Es el número total de unidades generadas multiplicadas por el número de oportunidades de error.	$TOP = U \times OP$
Defectos por oportunidad en una unidad (DPO)	Cantidad de defectos por unidad de error. Se calcula dividiendo la cantidad total de defecto por el total de oportunidades de error.	$DPO = \frac{D}{TOP}$
Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	Es la cantidad de defectos por millón de oportunidades de error. Se calcula multiplicando la cantidad de defectos por oportunidad, por el valor un millón.	$DPMO = DPO \times 10^6$

*Nota:* Elaborado en base a El liderazgo del Lean Six Sigma. Molteni y Cecchi (2008)

Con el resultado obtenido del DPMO se calcula el nivel Sigma del proceso, de acuerdo a la tabla siguiente, lo que va a indicar de manera más certera en qué tipo de clase se encuentra la empresa:

**Tabla 8**  
*Relación entre el sigma de un proceso, los DPMO y el rendimiento*

$\sigma$	Defectos por millón de oportunidades	Rendimiento (Yield)
2	308 537	69%
3	66 807	93,3%
4	6 210	99,3%
5	233	99,98%
6	3,4	99,9997%

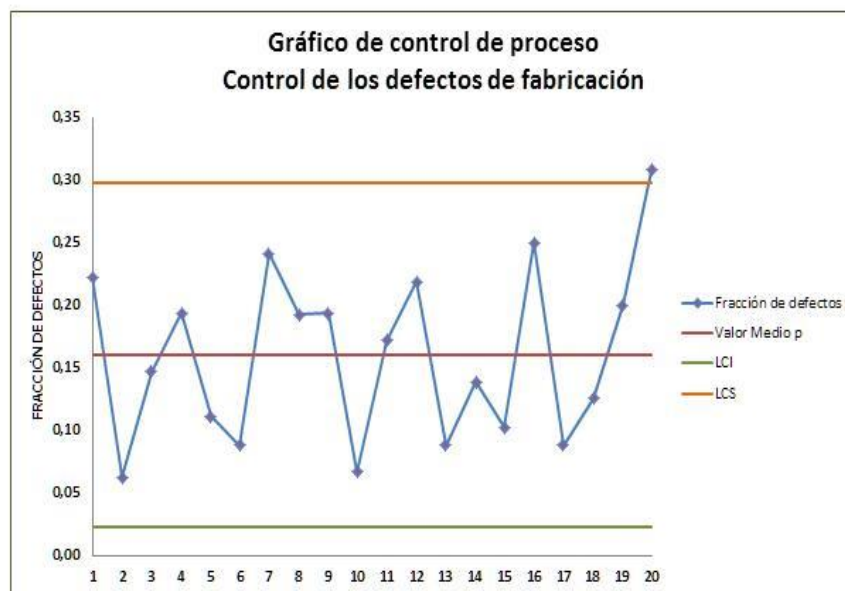
*Nota:* Recuperado de “El liderazgo del Lean Six Sigma.” Molteni y Cecchi (2008)

Es importante determinar también las métricas del Seis Sigma a parte de los indicadores que se han definido para la medición, puesto que va a dar una visión más específica del tipo de organización que se tiene.

### Gráficos de control

Su objetivo es monitorizar un proceso para detectar rápidamente cualquier tipo de variación anormal. Es utilizada en la etapa de controlar de DMAIC para establecer un método continuado de monitorización del rendimiento del proceso. Pande et al. (2004)

En la figura adjunta se muestra un ejemplo de la herramienta del gráfico de control que se ha descrito. De esta manera se pretende ilustrar el formato que tienen este tipo de gráficos.



**Figura 6.** Ejemplo de gráfico de control

Nota: Recuperado de “Las claves prácticas de Seis Sigma. Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos.” Pande et al. (2004)

Para pasar a la siguiente fase, se deben tener ya medidas las variables que van a intervenir en el análisis del proceso, una vez que se tiene listo esto, se deben estudiar la manera en que se comporta cada parte del proceso.

#### 2.2.4 Dimensión 3 – X: Analizar.

Gutiérrez y De La Vara (2013)

La meta de esta fase es identificar las causas raíz del problema, entender cómo es que estas generan el problema y confirmar las causas con datos. Entonces,

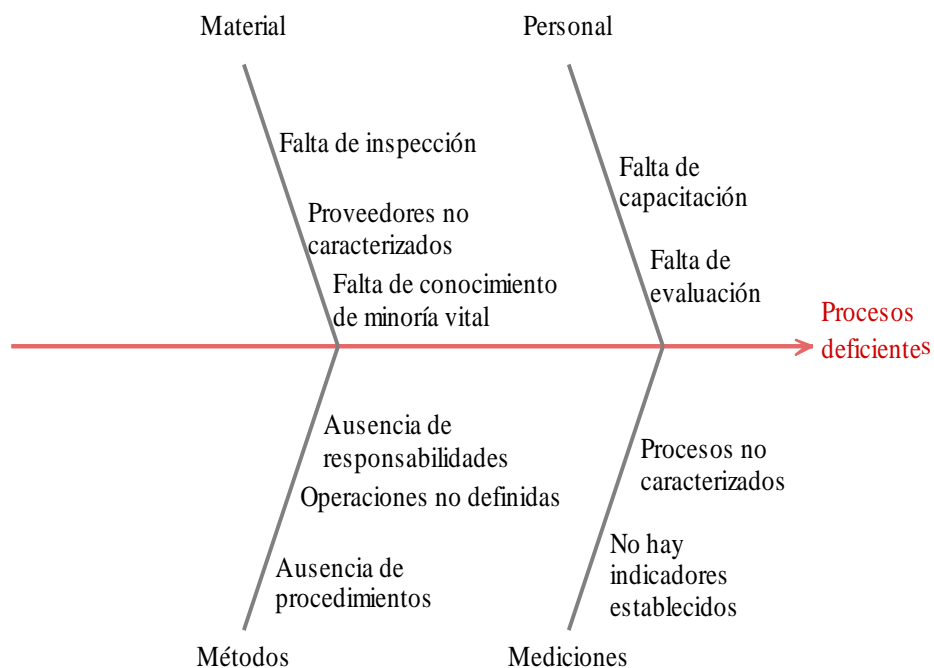
se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos. Obviamente, para encontrar las causas raíz vitales primero es necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema. (p. 406).

La fase del análisis involucra al equipo de mejora, por lo que las herramientas que se tienen son técnicas de análisis grupal que favorezcan la generación de ideas creativas enfocadas en determinar la causa de los principales problemas.

#### Diagrama de Ishikawa

Su objetivo es hacer que los miembros del equipo identifiquen las causas que se encuentran relacionadas con un determinado problema. Brassard et al. (2015)

A continuación se muestra un ejemplo para este tipo de diagrama con respecto a una problemática general de la empresa objeto de estudio.



**Figura 7.** Ejemplo de diagrama de Ishikawa

Cabe resaltar que para la realización del diagrama de Ishikawa es necesario partir de una lluvia de ideas, por lo que se hace necesario el conformar equipos de mejora que puedan aportar con ideas en los diferentes momentos de la implementación de la metodología Seis Sigma. Además de promover la participación de los colaboradores,

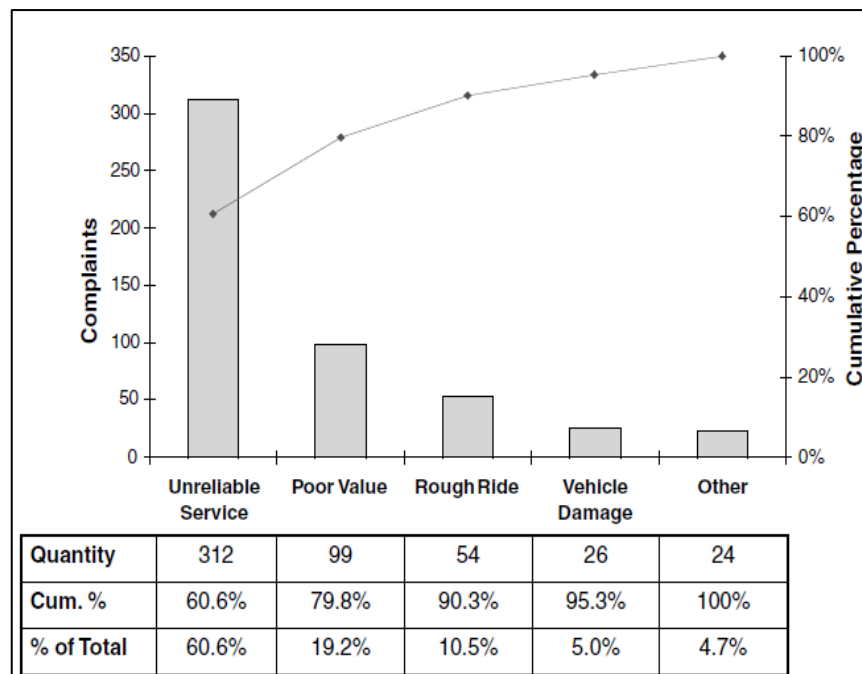
esto permite tener una visión más cercana a la realidad de los problemas de la empresa, siempre y cuando el equipo esté comprometido con la mejora de los procesos.

#### Diagrama de Pareto

De todas las causas que han sido identificadas, se deben volcar los esfuerzos en aquellas que representen mayor importancia, por lo que se hace uso de la presente herramienta para determinar las actividades de mejora.

Goldsby y Martichenko (2005)

En el caso de las iniciativas de mejora Seis Sigma, en análisis de Pareto puede servir como una forma de resaltar las causas fundamentales de los problemas que son más vitales para la resolución. Las causas fundamentales que generan la mayor variación en los procesos, lo que conlleva a mayor desperdicio, servirán como los objetivos más fructíferos para la mejora inicial. Los gráficos de Pareto complementan los análisis de causa raíz pues muestran la importancia relativa de diferentes fuentes de error. (p.210).



**Figura 8.** Ejemplo de diagrama de Pareto

Nota: Recuperado de "Lean Six Sigma Logistics. Strategic development to operational Success". Goldsby & Martichenko (2005)

El diagrama de Pareto se adapta a aquellas variables que se quieren priorizar, desde determinar los artículos con mayor rotación, hasta aquellos defectos que ocasionan más pérdidas en la organización.

#### Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

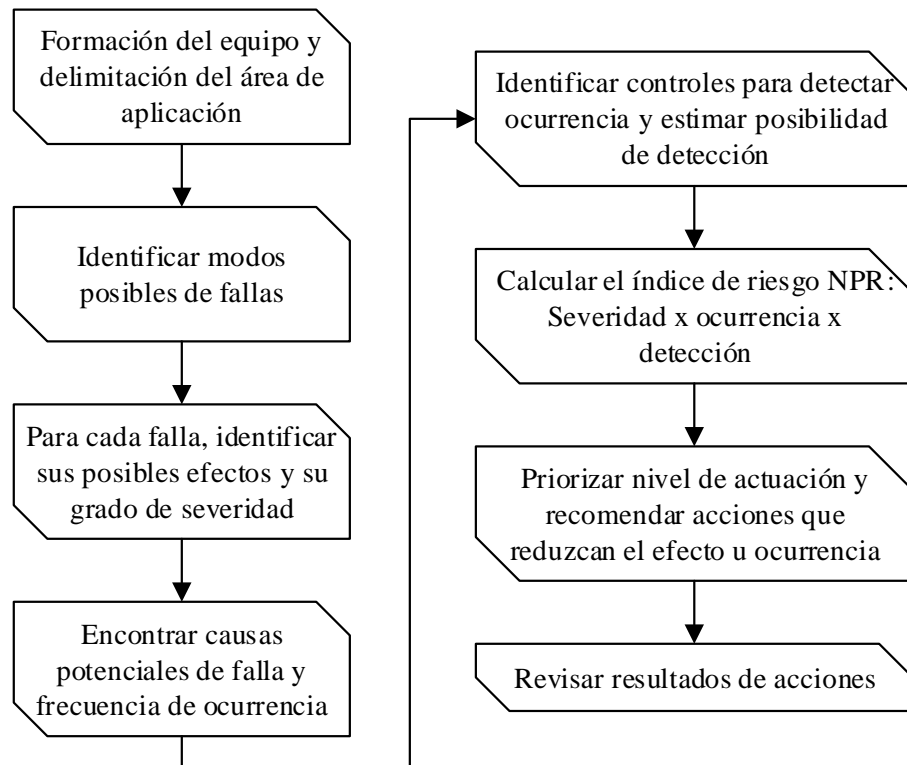
Al momento de priorizar las acciones que se van a realizar, se debe tener en cuenta que se incurre en un riesgo al dejar de hacer algunas actividades. Sin embargo, tampoco es recomendable destinar muchos recursos a ejecutar acciones triviales. Se hace imperante entonces aplicar la herramienta de AMEF.

Por lo que a continuación se pasa a detallar la definición del AMEF, así como el proceso que se sigue para su diseño y un ejemplo del formato que se tiene para realizar el llenado correspondiente de los datos, los que al final servirán para priorizar las acciones a ejecutar para la mejora.

Gutiérrez y De La Vara (2013) sostiene que:

Permite identificar las fallas potenciales de un producto o un proceso y, a partir de un análisis de su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y para aquellas que vulneran más la confiabilidad del producto o el proceso será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas. (p. 382).

La importancia del AMEF radica en que permite también ir identificando las acciones de mejora con respecto a los modos de falla, de esta manera resulta más simple definir los tratamientos que por último terminarán en la parte de mejorar, sosteniendo la implementación de la metodología DMAIC. En la siguiente figura se muestra en detalle el proceso para la realización del AMEF, considerando el trabajo en equipo como importante para este fin, así como resulta importante también para toda la implementación de la metodología Seis Sigma, como se definió en la realidad problemática, este es un aspecto muy importante a tomar en cuenta para el éxito del proyecto.



**Figura 9.** Esquema general de actividades para realizar un AMEF

Nota: Recuperado de “Control estadístico de calidad y Seis Sigma.” Gutiérrez y De La Vara (2013)

El formato que se ha escoge para desarrollar el AMEF es el que se muestra a continuación.

**Tabla 9**  
*Formato AMEF*

Modo potencial de falla	Efectos potencial	Severidad	Clasificación	Causas	Proceso actual				NPR	Acciones
					Control preven.	Ocurrencia	Controles de detección	Detección		

Nota. Recuperado de “Control estadístico de calidad y Seis Sigma.” Gutiérrez y De La Vara (2013)

2.2.5 Dimensión 4 – X: Mejorar.

Gutiérrez y De La Vara (2013) sostienen que:

El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es

recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, poka-yoke, etc. La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto. (p. 407).

El primer paso para realizar las mejoras es través de la generación de ideas creativas, para lo cual una de las herramientas que se utilizan es la lluvia de ideas. Una vez que se han generado las ideas es necesario darles forma de acuerdo a lo que se requiere realizar.

#### Análisis de capacidad

Permite determinar si el proceso genera productos y servicios que cumplirán con las tolerancias o especificaciones preestablecidas. Molteni y Cecchi (2008).

Para el cálculo de esta capacidad se debe establecer primero un estándar (especificación) que debe ser comparado con los datos históricos acerca de la variable definida y medida en la fase anterior. De esta manera, se tiene un panorama más claro acerca si el proceso se está viendo afectado.

#### Diagrama de árbol para el desarrollo de soluciones

Las soluciones que nazcan de los equipos de trabajo, deben ser plasmadas de tal manera que se alineen con lo establecido en el Project Charter.

Pande et al. (2004)

Su objetivo es organizar los diferentes componentes de un objetivo en varios grupos relacionados de tarea. Se aplica para identificar las estrategias y tácticas necesarias para conseguir un objetivo específico e identificar los indicadores y medidas relacionados con un objetivo determinado.

Una vez que ya se tienen definidas las acciones de mejora y se implementen, se debe medir periódicamente para ver si éstas apoyan en el cumplimiento de los objetivos formulados al inicio de la implementación.



### 2.2.6 Dimensión 5 – X: Controlar.

Gutiérrez y De La Vara (2013) sostiene que:

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las causas raíz vitales) y se cierra el proyecto. Muchas veces, esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucradas en el proceso, por lo que se pueden presentar resistencias y complicaciones. (p. 408).

Las actividades que se definan en la fase de control deben tener como antecedentes aquellos problemas que hayan surgido al momento de realizar la implementación, de esta manera se asegura que en el transcurso del tiempo se disminuya la ocurrencia o en el mejor de los casos se elimine la aparición de los mismos.

Para realizar se tienen las siguientes herramientas.

Control estadístico de proceso

Molteni y Cecchi (2008)

Utiliza gráficos, llamados de control, para mostrar la variación, la inmediata y a lo largo del tiempo, del proceso. Según sea esa variación, permite determinar si un proceso está bajo control estadístico o no. Si un proceso está bajo control, funciona solamente afectado por causas comunes de variación y, por lo tanto, no requiere correcciones específicas. Si estuviera fuera de control, requerirá acciones de corrección inmediatas. (p. 369).

Se deben determinar cuáles son las acciones de control en caso que estén afectando al proceso algunas variables no estandarizadas.

Plan de control

Según Escalante (2013): “El plan de control es una continuación del AMEF en donde se registra información de control importante principalmente para las características críticas señaladas en el AMEF.”

El plan de control sirve entonces para que los impactos positivos que se han tenido de la implementación puedan ser replicados con éxito en futuros proyectos de mejora.

**Tabla 10**

*Formato de plan de control*

Compañía/ planta	Fecha inicio	Departamento	Preparado por	Hoja
	Última rev.	Proceso	Aprobado por	Nº documento
Parámetro	Crítico	Medición		
		Especificación	Instrumento	Responsable
Medición			Método de control	Plan de reacción
Lugar	Registro	Frecuencia		

*Nota.* Recuperado de “Seis Sigma. Metodología y técnicas.” Escalante (2013)

### 2.2.7 Variable Y: Proceso logístico.

El proceso logístico está referido a aquellos componentes interrelacionados que persiguen la consecución de los objetivos logísticos. Ballou (2004)

Es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controlar el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes. (p. 4).

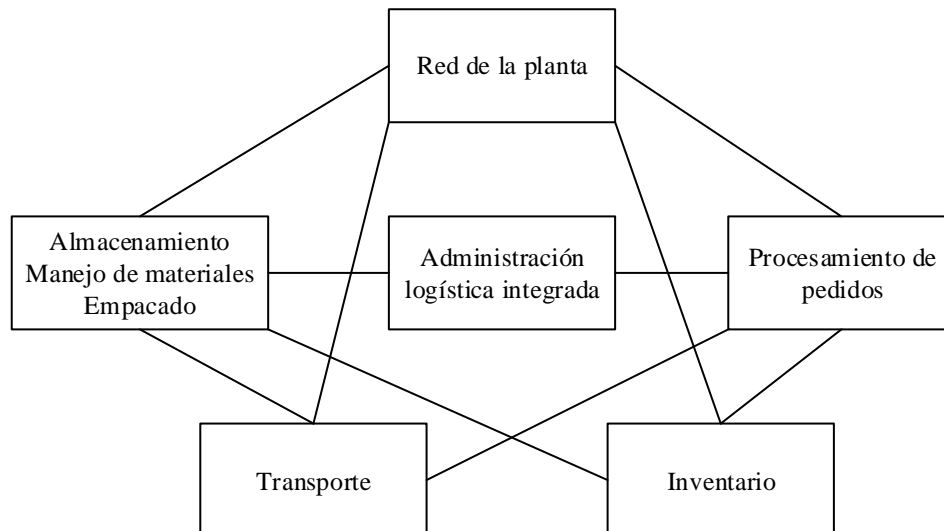
En la tabla adjunta se muestran las actividades primarias y de apoyo en el modelo de cadena de valor.

**Tabla 11**

*Clasificación de las actividades logísticas*

Actividades primarias	Actividades de apoyo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aprovisionamiento</li> <li>• La producción</li> <li>• La distribución</li> <li>• El marketing y las ventas</li> <li>• La prestación posventa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La previsión de infraestructuras</li> <li>• Los recursos humanos</li> <li>• El desarrollo tecnológico</li> <li>• Las finanzas</li> </ul>

De acuerdo a lo expresado por Bowersox, Closs y Cooper (2007) las actividades dentro del proceso logístico siguen un determinado flujo en el que se debe procurar obtener beneficios de posesión, lugar de colocación y tiempo de ciclo optimizando el costo. Estos procesos se muestran a continuación en la siguiente figura, en la que se observa la integración que se tienen entre cada una de las actividades.



**Figura 10.** La logística integrada

Nota. Recuperado de "Administración y logística en la cadena de suministro." Bowersox et al. (2007)

### Nivel de servicio

En el ámbito de las organizaciones de servicios esta variable es muy importante, por lo expresando a continuación por Bowersox et al. (2007)

El nivel de servicio es un objetivo del desempeño especificado por la administración. Define los objetivos de desempeño del inventario. El nivel de servicio se mide en términos de un tiempo de ciclo de pedido, de las tasas de abastecimiento de contenidos, de la línea y de pedidos, o cualquier combinación de ellos. El ciclo de desempeño es el tiempo transcurrido entre la liberación de un pedido de compras por un comprador hasta la recepción del embarque. La tasa de abastecimiento de contenidos es el porcentaje de contenedores o unidades de un pedido que se embarca según lo solicitado. (p. 133).

### 2.2.8 Dimensión 1 – Y: Inventario.

Los inventarios siguen siendo hoy en día un tema de discusión en el ámbito de la gestión logística, puesto que a pesar de evitar que la producción y/o las ventas se detengan en una organización; siguen siendo capital inmovilizado que no genera que la empresa gane dinero a corto tiempo. Sin embargo, su importancia es explicada por diversos autores y en las industrias de comercio menor son vitales para la colocación de los pedidos, siempre y cuando no comprometan el capital que ya de por sí es disminuido en este tipo de organizaciones.

Gómez (2013)

Se pueden definir los inventarios como los activos poseídos para ser vendidos en el curso normal del negocio de la empresa (empresas comerciales), para ser consumidos en el proceso de producción mediante su transformación o incorporación al producto (empresas industriales), o simplemente ser consumidas durante la realización de la actividad empresarial. (p. 86).

Una de las importancias más relevantes que tienen los inventarios es que evitan el desabastecimiento en las empresas, y con esto se procura atender todos los pedidos posibles que se tienen.

Sin embargo, el no tener un buen sistema de control de los inventarios genera inmovilización de capital en los almacenes de las empresas, aumentando así los costos operativos. Entonces, se debe tener en cuenta que se tienen diferentes tipos de inventarios que se ajustan según las necesidades de las organizaciones y deben ser analizadas de forma particular pero teniendo en cuenta ciertas generalidades que comparten los diferentes tipos.

**Tabla 12**

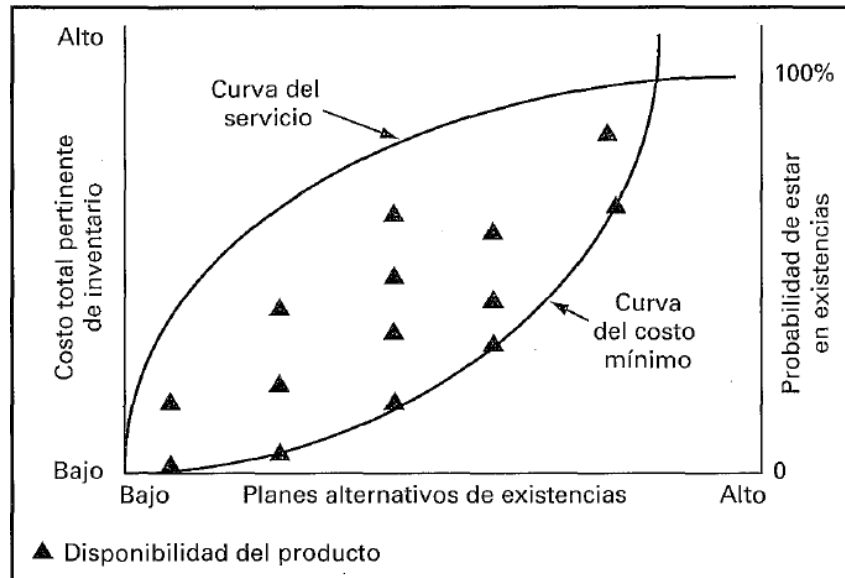
*Tipos de inventarios según el tipo de empresa que los consume*

Empresas comerciales		
Adquiridas al exterior	Mercaderías	Bienes adquiridos para su venta sin transformación.
	Otros aprovisionamientos	Otro tipo de adquisiciones al exterior de materiales auxiliares (repuestos, combustibles, material de oficina, etc.)

*Fuente.* Recuperado de “Gestión logística y comercial” Gómez (2013)

De acuerdo a Ballou (2004), los pronósticos de los inventarios tienen una relevante importancia en las empresas. La demanda es variable por lo que debe ser bien estudiada a fin que la variación en su nivel no afecte negativamente en los niveles de capacidad de la empresa.

Es importante entonces la planeación de los inventarios a fin de no comprometer la rentabilidad de la organización. En la siguiente figura se muestra el diseño que se maneja para el control de inventarios.



**Figura II.** Diseño de curvas para la planeación de inventarios

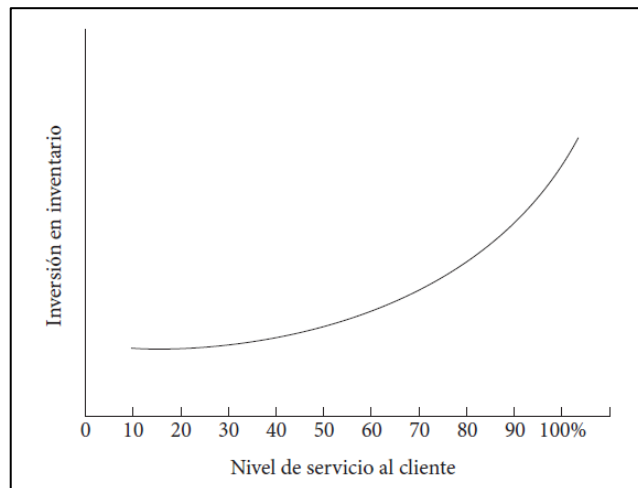
Nota. Recuperado de "Logística. Administración de la cadena de suministro." Ballou (2004)

### Disponibilidad del producto

El producto o servicio que brinda una determinada organización debe estar disponible para el cliente tanto en tiempo, cantidad y calidad. Ya se definió anteriormente el nivel de servicio, a continuación, se muestra la fórmula de acuerdo a Ballou (2004)

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \frac{\text{Unidades agotadas al año}}{\text{Demanda anual total}} \quad (1)$$

Este estándar debe ser controlado continuamente a fin de optimizar el nivel de servicio en la organización.



**Figura 12.** Relación entre el inventario y el nivel del servicio al cliente  
 Nota. Recuperado de “Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística.” Coyle et al. (2013)

### Existencias de seguridad

Para procurar un buen nivel de servicio, se debe tener un nivel de inventario que permita no tener pedidos sin atender, es lo que se llama existencias de seguridad. Que Coyle et al. (2013) definen de la siguiente manera: “La mayoría de las organizaciones mantendrá existencias de seguridad o un inventario de amortiguamiento para minimizar la posibilidad de un agotamiento de existencias. Esto ocurre debido a las incertidumbres en cuanto a la demanda y los tiempos de entrega.”

A continuación, se muestra la ecuación para determinar los niveles de existencia de seguridad en las organizaciones.

$$\sigma_c = \sqrt{R\sigma_S^2 + S^2\sigma_R^2} \quad (2)$$

Donde:

- $\sigma_c$  = Unidades de existencias de seguridad necesarias para satisfacer 68% de todas las observaciones probables.
- $R$  = Ciclo de reabastecimiento promedio (días)
- $\sigma_R$  = Desviación estándar de ciclo de reabastecimiento (días)
- $S$  = Demanda diaria promedio (unidades)
- $\sigma_S$  = Desviación estándar de la demanda diaria (unidades)

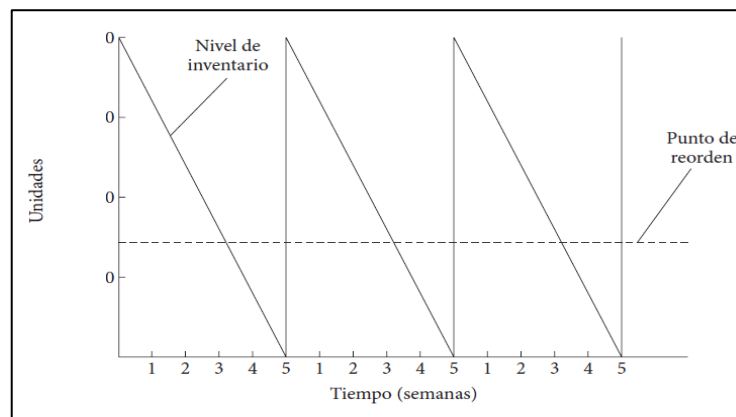
### Inventario promedio

De acuerdo a Bowersox et al. (2007) se debe planear la cantidad de materiales, componentes y producto terminado que deben tener las organizaciones.

Se presentan los siguientes métodos, basados en Coyle et al. (2013)

Método de la cantidad fija del pedido (condición de certidumbre)

Las organizaciones que emplean este método por lo general deben desarrollar un nivel mínimo de existencias para determinar cuándo volver a pedir la cantidad fija. A esto se le conoce como punto de reorden; cuando el número de unidades de un artículo alcanza este punto, se coloca el pedido para la cantidad fija del mismo (la EOQ). Por tanto, el punto de reorden activa la colocación del siguiente pedido. (p. 323).



**Figura 13.** Modelo de la cantidad fija del pedido en condiciones de certidumbre  
Nota. Recuperado de “Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística.” Coyle et al. (2013)

Para determinar si en cierto tipo de empresa se justifica la aplicación de un modelo EOQ, se debe realizar un análisis de la variabilidad de la demanda, para lo cual se emplea la siguiente ecuación de Peterson Silver:

$$CV = \frac{n \sum_{t=1}^n D_t^2}{(\sum_{t=1}^n D_t)^2} - 1 \quad (3)$$

Donde n es el número de períodos y D es la demanda por período.

### Modelo simple de la EOQ

Los siguientes son supuestos básicos del modelo EOQ (pág. 324):

1. Tasa continua, constante y conocida de la demanda.
2. Reabastecimiento y tiempos de entrega constantes y conocidos.
3. Toda la demanda se satisface.
4. Un precio o costo constante que es independiente de la cantidad del pedido.
5. Ningún inventario en tránsito.
6. Un artículo en inventario o ninguna interacción entre los artículos.
7. Horizonte infinito de planificación.
8. Capital ilimitado.

Si bien es cierto, se puede entender que estos supuestos no se cumplan en la mayoría de organizaciones, se recomienda el uso del modelo para aquellas organizaciones cuya demanda no sea tan variable, o que recién estén iniciando sus programas de planificación de inventarios. Coyle et al. (2013). Para el caso del presente estudio, este modelo resulta pues, de fácil aplicación por lo que se pasará entonces a definir la formulación matemática del modelo con las siguientes variables y ecuaciones que se presentan.

#### Formulación matemática

El modelo EOQ puede desarrollarse en la forma matemática estándar utilizando las siguientes variables, según Coyle et al. (2013) para formular después la ecuación.

- R = Tasa anual de la demanda (unidades)  
Q = Cantidad pedida (unidades)  
A = Costo de colocación del pedido (soles por pedido)



- V = Valor o costo de una unidad en inventario (soles por pedido)
- W = Costo de mantenimiento por valor en soles del inventario al año (% del valor del producto)
- S = VW = Costo de mantenimiento de inventario por unidad al año (soles por unidad al año)
- t = Tiempo (días)
- TAC = Costo anual (soles por año)

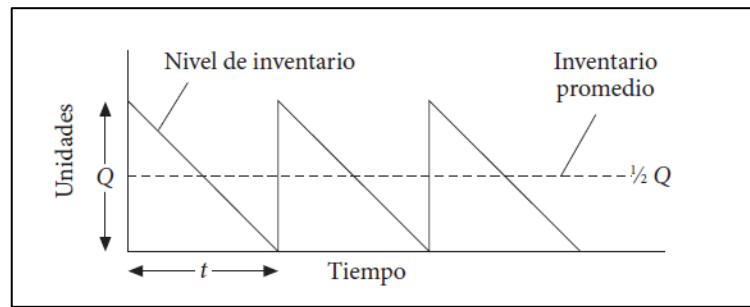
Dadas estas variables Coyle et al. (2013) sostienen que: “El costo anual para la cantidad económica del pedido puede expresarse como las siguientes fórmulas”

$$TAC = \frac{1}{2} QVW + A \frac{R}{Q} \quad (4)$$

O también de la siguiente manera:

$$TAC = \frac{1}{2} QS + A \frac{R}{Q} \quad (5)$$

El costo anual de mantenimiento de inventario (aparece al lado derecho); expresa que esos costos son iguales al número promedio de unidades en la cantidad económica del pedido durante el ciclo del pedido ( $1/2Q$ , multiplicado por el valor unitario (V) se multiplica por el porcentaje del costo de manejo (W). La línea vertical con la letra Q representa la cantidad ordenada en un momento determinado y la cantidad de inventario disponible al principio de cada ciclo de pedido. Durante el ciclo de pedido (t) una organización agota la cantidad de inventario disponible a una tasa constante y conocida. El número promedio de unidades disponibles durante el ciclo de pedido es solo la mitad de la cantidad económica del pedido (Q). La línea horizontal discontinua representa el inventario promedio. (pp. 327 - 328).



**Figura 14.** Modelo de dientes de sierra

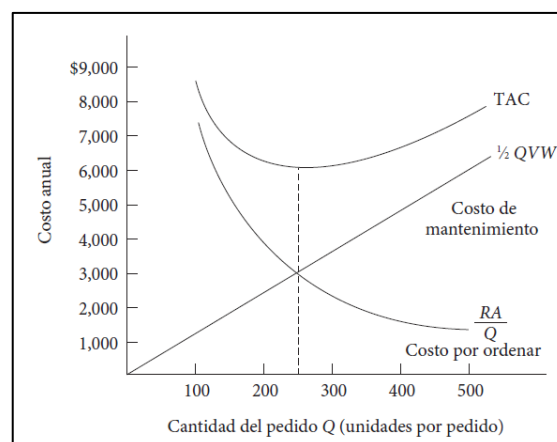
Nota. Recuperado de “Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística.” Coyle et al. (2013)

Hasta ahora el análisis se ha enfocado en la naturaleza general del costo anual del inventario y el costo anual del pedido. El siguiente paso es analizar el cálculo de  $Q$ , la cantidad económica del pedido. Como se indicó antes, esto implica un equilibrio entre el costo de mantenimiento de inventario y el costo del pedido. (pág. 328)

$$Q = \sqrt{\frac{2RA}{S}} \quad (6)$$

### Punto de reorden

El punto de reorden se refiere a determinar el momento y la cantidad para pedir artículos Coyle et al. (2013). Esto depende de la cantidad de servicio que se encuentra disponible. Se tiene la siguiente representación:



**Figura 15.** Representación gráfica del ejemplo EOQ

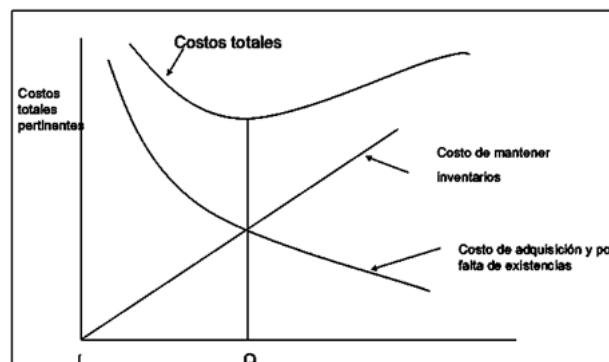
Nota. Recuperado de “Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística.” Coyle et al. (2013)

## Costos pertinentes

Existen costos relacionados específicamente con los inventarios, Ballou (2004) los define de la siguiente manera y que posteriormente definirán el costo total que representan los inventarios en una organización.

Para determinar la política de inventarios son importantes tres clases generales de costos: Costos de adquisición, costos de manejo y costos por falta de existencia. Estos costos están en conflicto o, en equilibrio entre sí. Para determinar la cantidad de pedidos de un artículo por reabastecer en un inventario, en la figura adjunta se muestran estos efectos relevantes en equilibrio. (p. 337).

Estos tres grupos de costos deben ser analizados con minuciosidad puesto que algunos no son directamente calculables, sino que se requiere de cierta información para procesarlos.



**Figura 16.** Equilibrio de los costos pertinentes de inventario con la cantidad de pedido

Nota. Recuperado de “Logística. Administración de la cadena de suministro.” Ballou (2004)

Coyle, Langley, Novack y Gibson (2013) proceden a describir cada uno de los costos pertinentes a los inventarios de la siguiente manera:

### Costo de mantenimiento de inventarios

Son generados por la espera que se tienen de los productos que no se encuentran utilizados.

### Costo del espacio de almacenamiento

Contiene los servicios básicos del almacenamiento, así como los costos que se generan por el movimiento de los artículos al interior y exterior de los inventarios.

### **Costo por ordenar y costo de preparación**

Coyle, Langley, Novack y Gibson (2013)

Costo por ordenar: Costos asociados con la solicitud de inventario tienen componentes fijos y variables. El elemento fijo se refiere al costo del sistema de información, instalaciones y tecnología disponibles para facilitar las actividades de colocación del pedido.

Costo de preparación: Pueden ser más evidentes que los costos por ordenar; son gastos en los que una organización incurre cada vez que modifica una línea de producción o ensamblaje para fabricar un artículo diferente para el inventario. (pp. 338 - 339).

### **Costo del agotamiento de existencias esperado**

Es el asociado con la falta de producto suficiente para cubrir la demanda. Cuando el producto no está disponible, se desencadenan varias consecuencias. Primero, el cliente quizá esté dispuesto a esperar y aceptar un envío posterior. Segundo, este tal vez decida solo por esta ocasión comprar el producto a la competencia, lo que generaría una pérdida directa de utilidades e ingresos para el proveedor. Tercero, el cliente podría cambiar para siempre al producto del competidor, lo que resulta una pérdida de utilidades e ingresos futuros para el proveedor. (p. 340).

**Tabla 13***Indicadores de inventarios*

Indicador	Objetivo	Definición	Periodicidad	Fórmula	Unidad de medida
Rotación de mercancía	Controlar la cantidad de los productos/materiales despachados desde el centro de distribución.	Proporción entre las ventas y las existencias promedio e indica el número de veces que el capital invertido se recupera a través de las ventas.	Mensual	$\frac{\text{Ventas promedio}}{\text{Inventario promedio}}$	Unidades o valor
Duración de mercancías	Controlar los días de inventario disponible de la mercancía almacenada en el centro de distribución.	Proporción entre el inventario final y las ventas promedio del último período e indica cuantas veces dura el inventario que se tiene.	Mensual	$\frac{\text{Inventario promedio}}{\text{Ventas promedio}} \times 30 \text{ días}$	Días
Costos pertinentes al inventario	Controlar y medir el costo de los inventarios en el centro de distribución.	Sumatoria de todos los costos asociados a los inventarios que se tienen.	Mensual	$\text{Costo de mantener inventario} + \text{costo por pedido y de preparación} + \text{costo de agotamiento esperado}$	Valor

*Nota.* Tomado de Indicadores de la gestión logística. Mora (2008)

Hay que tener en cuenta que los costos pertinentes a los inventarios involucran todos los factores que se ha definido anteriormente en esta sección, por lo que se debe realizar un análisis integral de los componentes que se tienen. Es importante pues realizar un buen análisis de estos costos ya que van a permitir realizar la caracterización del proceso logístico. Otro punto a tener en cuenta de los indicadores relativos a los inventarios es la de la rotación de la mercancía, puesto que permiten determinar si es que los inventarios que se tienen de los diversos artículos se justifican con las ventas que se realizan, de esta manera se pueden ajustar los términos y variables que inciden en la planificación de compra de los diversos materiales.

### 2.2.9 Dimensión 2 – Y: Almacenamiento.

De acuerdo con Gómez (2013): “El almacén es el lugar donde se guardan las cosas, para disponer de ellas en el momento adecuado.”

Esta actividad del proceso logístico está estrechamente relacionada con el inventario, puesto que las instalaciones que se destinen para el almacenamiento de los productos tienen que estar diseñadas considerando toda la planificación de los niveles de stock que se vieron anteriormente.

La importancia que tienen los almacenes en concordancia al expuesto por Ballou (2004) son las siguientes:

- Reducción de los costos de producción-transportación.
- Orden entre la demanda y la oferta.
- Apoyar a la producción.
- Apoyar al marketing empresarial.

#### Operaciones en el almacén

Dentro de la actividad de almacenamiento se encuentran las siguientes operaciones de acuerdo a Bowersox et al. (2007)

##### **Manejo**

Una primera consideración es la continuidad y eficiencia del movimiento por el almacén. La continuidad del movimiento significa que es mejor que un empleado utilice el equipo de manejo para realizar movimientos más distantes que efectuar varios manejos cortos para conseguir el mismo desplazamiento general de inventario. (p. 220).

##### **Almacenamiento**

Al planificar la disposición de un almacén, es esencial que se asignen lugares específicos a los productos, llamados cajones, con base en sus características individuales. Las variables más importantes de los productos para considerar

un plan de asignación de cajones son los requerimientos de velocidad, peso y almacenamiento especial de los productos. (p. 221).

Como se observa, ambas operaciones influyen en el tipo de servicio que se le da al cliente, puesto que es su objetivo cuidar de la mercancía de la empresa, que se traduce al final en dinero generado por las ventas y costos de producción y adquisición incurridos.

#### Decisiones de almacén

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, hay ciertas decisiones que se deben tomar en cuanto al espacio de almacenamiento y que está relacionado con la naturaleza de los inventarios.

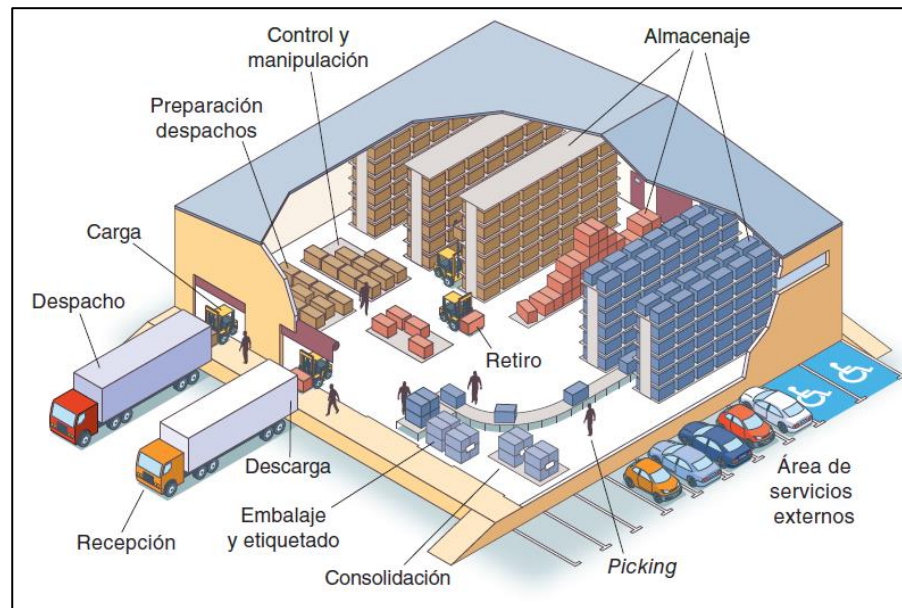
Bowersox et al. (2007) indica lo siguiente acerca del análisis de mezcla productos:

Un área importante es el análisis de productos que se distribuirán por el almacén. El diseño y la operación de un almacén dependen de la mezcla de productos o cada producto debe analizarse en términos de ventas anuales, demanda, peso, espacio cúbico y empaçado. También es importante determinar el tamaño total, el espacio cúbico y el peso del pedido promedio que se procesa en el almacén. (p. 227).

Para realizar la mezcla de los productos se puede utilizar el diagrama de Pareto, que ya ha sido explicado en la sección de Seis Sigma, esto a fin de priorizar aquellos más importantes para la empresa en relación con las ventas. Así mismo, se relaciona con la siguiente decisión acerca del almacén, el layout.

Gómez (2013) sostiene lo siguiente acerca del layout: “El concepto de layout alude al diseño y organización de almacenes y la disposición física de las diferentes áreas dentro del almacén, así como los elementos constitutivos de los mismos.”

Se tiene pues que una mejor distribución del almacén en relación con el orden de priorización del diagrama de Pareto permitirá reducir el tiempo de ciclo en el proceso logístico.



**Figura 17.** Distribución de un almacén

Nota. Recuperado de "Gestión logística y comercial." Gómez (2013)

### Costos de almacenamiento

Gómez (2013) indica lo siguiente: "Los costos de almacenamiento o posesión son los derivados de almacenar artículos y mantenerlos durante el tiempo que permanecen en el almacén."

Se tiene entonces que los siguientes son ejemplos de costos de almacenamiento:

- En caso que el local sea alquilado, el costo de alquiler.
- Costos de reparación, limpieza, mantenimiento, seguridad y otros derivados del correcto funcionamiento del espacio destinado al almacén.
- Personal destinado al almacenamiento, así como todos los costos que se incurran para la manipulación física de los artículos.
- Costos que se incurren por pérdida debido a los deterioros que se tienen del mal manejo de los artículos.

Como se observa, estos costos se determinan directamente a través de un análisis simple, por lo que son más viables de controlar debido a que cambian su valor al momento de elegir una alternativa u otra.



Cabe resaltar también que los costos de almacenamiento que se determinan en esta etapa ayudan en la determinación de los costos de los inventarios. Y es que estas dos actividades están estrechamente relacionadas.

Se puede ejemplificar lo descrito anteriormente de la siguiente manera, si se aumenta el nivel de inventarios de la empresa se necesitará por consiguiente un mayor espacio para la custodia de los mismos. Esto hace que se debe tener un almacén con mayores dimensiones a los que se tiene actualmente. Si se expone esto en términos económicos entonces se tendrán que destinar mayor costos operativos para mantener los artículos en inventario.

Para la optimización del proceso logístico en su conjunto se debe entonces, procurar la máxima integración entre las actividades que lo componen a fin de lograr la mejora integral de la organización. Un aspecto a tener en cuenta para la integración es caracterizar bien cada actividad, para lo cual se deben tener los indicadores necesarios que permitan establecer estándares de objetivos que deben ser logrados por el personal que trabaja tanto directa como indirectamente relacionados con el almacén. Para lo cual se tiene lo siguiente.

Si bien es cierto, los indicadores que se describen a continuación son algunos de los más importantes al momento de caracterizar un proceso de almacenamiento, se debe tener en cuenta que los desplazamientos que realiza el personal de las empresas debe reducirse a fin de reducir también el tiempo de búsqueda de materiales. Esto se logra con una buena distribución del almacén que permita maximizar el uso del espacio para la custodia de los artículos, teniendo en cuenta el flujo que existe entre las diferentes áreas del almacén. Este aspecto es muy importante y debe ser medido por las empresas para lograr la eficiencia en el proceso logístico en general, más aun teniendo en cuenta que se trata de empresas de servicios en el rubro de comercialización de productos puesto que la espera de los clientes en la tienda hace más importante reducir los tiempos de atención para incrementar la satisfacción de los clientes externos y también de los internos, puesto que el almacén se muestra como un proveedor de artículos para la finalización de las ventas con la entrega del producto a los clientes externos.

**Tabla 14**  
*Indicadores de almacenamiento*

Indicador	Objetivo	Definición	Periodicidad	Fórmula	Unidad de medida
Costo unidad almacenada	Controla el valor unitario del costo.	Consiste en relacionar el costo de almacenamiento y el número de unidades almacenadas en un período determinado.	Mensual	$\frac{\text{Costo operacional mantenimiento}}{\text{N}^\circ \text{ unidades almacenadas}}$	Soles por unidad
Costo por unidad despachada	Controlar los costos unitarios por manejo de las unidades de carga de la bodega.	Porcentaje de manejo por unidad sobre los gastos operativos del centro de distribución.	Mensual	$\frac{\text{Costo operación bodegas}}{\text{Total unidades despachadas}}$	Soles por unidad
Costo por metro cuadrado	Cuantificar el costo del área de almacenamiento respecto a los costos de operación interna.	Consiste en conocer el valor de mantener un metro cuadrado de bodega.	Mensual	$\frac{\text{Costo total operativo}}{\text{Total área almacén}}$	Soles por metro cuadrado

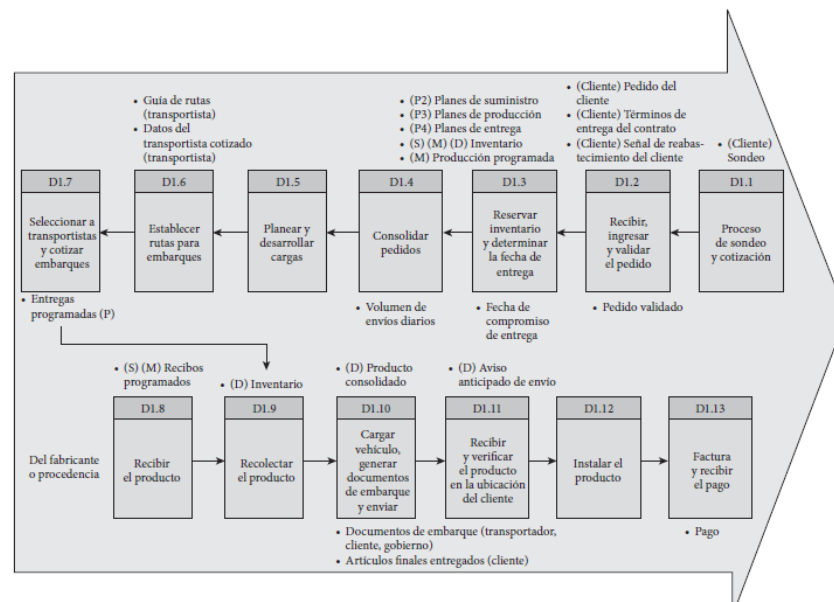
*Nota.* Tomado de Indicadores de la gestión logística. Mora (2008)

Si se analizan cada uno de los costos relacionados al almacenamiento, se observa que cuentan con componentes claramente definidos, como son los costos fijos y los costos variables. Los costos fijos están determinados por la infraestructura con la que cuenta el almacén. Mientras que por otra parte, los costos variables están en función de la cantidad de artículos que se tienen para almacenar.

### 2.2.10 Dimensión 3 – Y: Distribución.

La etapa de distribución se da mediante la administración de pedidos, y como definen Coyle et al. (2013) este sistema de administración es el medio mediante el cual tanto los compradores y vendedores intercambian la información relacionada a los bienes y servicios. Esto quiere decir que se debe tener especial cuidado con la realización de esta actividad. La distribución de los productos o servicios se encuentra relacionada estrechamente a la atención del cliente. Como sustentan Bowersox et al. (2007) que el valor fundamental de la logística se centra en la atención de los requerimientos que generan los clientes. Por lo que se justifica la importancia de entregar correctamente los bienes y servicios a los clientes, esto sin desviar la atención de la parte operativa del manejo logístico.

Esta actividad se enmarca tanto como en el despacho de los bienes y servicios a los clientes, así como con todas las actividades precedentes que forman parte de la cadena. En cuanto al despacho, este debe ser entregado de forma oportuna en cuanto a tiempo, cantidad, calidad y ubicación del cliente. Es decir, debe procurar la satisfacción del cliente y uno de los aspectos en los que más se incurre al momento de entregar el producto o servicio al cliente es la comisión de diversos errores en la ejecución del proceso con actividades provenientes, tal como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 18.** Proceso de entrega de producto almacenado.

Nota. Tomado de Supply Chain Council (2011) en Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística. Coyle et al. (2013)

**Tabla 15***Indicadores referidos a la distribución*

Indicador	Objetivo	Definición	Periodicidad	Fórmula	Unidad de medida
Entrega perfecta	Controlar la cantidad de órdenes entregadas sin errores	Cantidad de órdenes que se atienden perfectamente. Es decir cumple con los parámetros requeridos por el cliente Este indicador mide el nivel de cumplimiento de la compañía para realizar la entrega de los pedidos en la fecha o período de tiempo pactado con el cliente	Mensual	$\frac{\textit{Entregas perfectas}}{\textit{Total de entregas}}$	Porcentaje
Pedidos entregados a tiempo	Controlar el nivel de cumplimiento de las entregas de los pedidos	Mide el nivel de cumplimiento de la compañía en la entrega de pedidos completos al cliente	Mensual	$\frac{\textit{Pedidos entregados a tiempo}}{\textit{Total de pedidos entregados}}$	Porcentaje
Pedidos entregados completos	Controla el nivel de cumplimiento de los pedidos entregados completos	Mide el nivel de cumplimiento de la compañía en la entrega de pedidos completos al cliente	Mensual	$\frac{\textit{Pedidos entregados completos}}{\textit{Total de pedidos entregados}}$	Porcentaje
Documentos sin problemas	Controlar la exactitud de las facturas enviadas a los clientes.	Número y porcentaje de facturas emitidas sin problemas	Mensual	$\frac{\textit{Facturas emitidas sin errores}}{\textit{Total facturas emitidas}}$	Porcentaje

*Nota.* Tomado de Indicadores de la gestión logística. Mora (2008)

## 2.3 Definiciones conceptuales.

### Desabasto

Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) definen: “Pedido que se pierde y es causa de que el cliente recurra a otro proveedor.”

### Diagrama de dispersión

Escalante (2013) define: “Es una gráfica simple entre dos variables para visualizar el tipo y grado de relación entre las dos variables.”

### Estándar

Krajewski et al. (2008) definen: “Artículo que se fabrica u ordena para mantenerlo en inventario y que normalmente está disponible cuando se solicita”

### Familia de productos

Krajewski et al. (2008) definen: “Un grupo de clientes, servicios o productos que tienen requisito de demanda similares y requisitos comunes de procesamiento, mano de obra y materiales.”

### Hoja de verificación

Gutiérrez y De La Vara (2013) definen: “Es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos.”

### Índice de rotación

Gómez (2013) define: “Número de veces que los productos se renuevan en el almacén en un período determinado.”

### Lluvia de ideas

Gutiérrez y De La Vara (2013) definen: “Es una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre un tema.”

### Matriz de impacto/esfuerzo

Pande et al. (2004) definen: “Herramienta cuyo objetivo es ayudar al equipo en la toma de decisiones sobre qué soluciones implementar.”

#### Política del inventario

Bowersox et al. (2007) definen: “Consiste en los lineamientos acerca de qué adquirir o fabricar, cuándo efectuar acciones y en qué cantidad.”

#### Repetibilidad

Molteni y Cecchi (2008) definen: “Es la variación interna del sistema de medición en las mediciones hechas por un solo operador y con el mismo instrumento.”

#### Reproducibilidad

Molteni y Cecchi (2008) definen: “Es la variación entre sistemas, entre las mediciones hechas por varios operarios con el mismo instrumento.”

#### Unidad inventariada

Chase, Jacobs y Aquilano (2009) definen: “Término común que se utiliza para identificar una pieza en el inventario.”

## 2.4 Formulación de la hipótesis.

### 2.4.1 Hipótesis general.

La aplicación de Seis Sigma mejora el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

### 2.4.2 Hipótesis específicas.

1. La aplicación de Seis Sigma reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
2. La aplicación de Seis Sigma mejora el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
3. La aplicación de Seis Sigma mejora la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño metodológico.

#### 3.1.1 Diseño.

El diseño del presente trabajo de investigación es pre experimental en su diseño específico de dos observaciones. Córdova (2012)



*Figura 19.* Diseño pre experimental con dos observaciones

Nota. Tomado de El proyecto de investigación cuantitativa. Córdova (2012)

- GE: Grupo experimental
- Y<sub>1</sub>: Pre test
- Y<sub>2</sub>: Post test
- X: Variable independiente

#### 3.1.2 Tipo de investigación.

Según Latorre (2004) la investigación es de tipo:

- Según su finalidad es aplicada
- Según su alcance temporal es longitudinal
- Según su profundidad es explicativa.

#### 3.1.3 Enfoque.

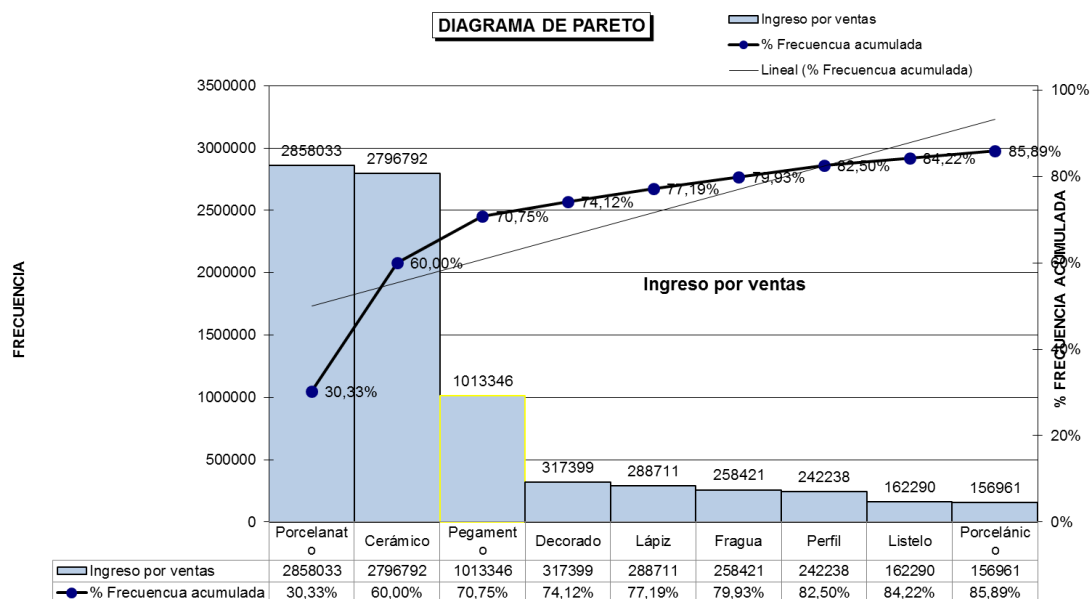
El enfoque del presente trabajo de investigación es cuantitativo.

### 3.2 Población y muestra.

#### 3.2.1 Población.

La población de sujetos está conformado por los 24 colaboradores que trabajan en la empresa J&S Casa y Estilos, puesto que se encuentran relacionadas con el problema identificado. Para el cálculo de la población de objetos, se consideran los artículos con los que se cuenta en el almacén de la empresa, los mismos que deben ser analizados según el ingreso por ventas que generan en el período de 52 semanas desde diciembre del año 2018 hasta noviembre del 2019. Para lo cual se agrupan los productos por familias, tal como se muestra en la siguiente figura, con esos valores se realiza el

análisis mediante el Diagrama de Pareto para seleccionar aquella familia que represente mayores ingresos para la empresa.



**Figura 20.** Diagrama de Pareto de ingreso por ventas de artículos

Como se observa, las dos familias que representan mayor ingreso para la empresa son las de cerámico y porcelanato, por lo que se va a realizar el análisis sobre las órdenes de venta de estos productos que para una semana en promedio son de 80 órdenes de venta correspondientes a cerámicos y porcelanatos.

### 3.2.2 Muestra.

La muestra de sujetos, al tener la población menos de 30 elementos, se considera censal. Córdoba (2012), lo que quiere decir que se van a estudiar los 30 elementos. Puesto que la población de objetos es de 80 órdenes de venta, se va a analizar una muestra representativa, para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (7)$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra
- Z: Estadístico Z, que es 1,96 a una confianza de 95%



- N: Tamaño de la población
- p: Probabilidad de éxito del 50%
- q: Probabilidad de fracaso del 50%
- e: Error máximo admisible del 5%

El tamaño de la muestra es entonces como se muestra a continuación:

$$n = \frac{1,96^2 * 80 * 0,50 * 0,50}{0,05^2 * (80 - 1) + 1,96^2 * 0,50 * 0,50}$$

$$n = 66 \text{ órdenes de venta}$$

Se ajusta el valor de la muestra obtenida con la siguiente fórmula:

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} \quad (8)$$

$$n_0 = \frac{66}{1 + \frac{66}{80}}$$

$$n_0 = 36 \text{ órdenes de venta}$$

La muestra ajustada es entonces de 108 órdenes de venta que se van a analizar para cada una de las dimensiones de las variables. Cabe resaltar que para el análisis del nivel de inventario, se va a realizar el análisis por las 52 semanas del año. Debido a que el desarrollo de dicha dimensión se va a realizar en base al movimiento semanal de los niveles de inventario.

### 3.3 Declaración de las variables

A continuación se muestran las variables que forman parte del presente trabajo de investigación.

- Variable independiente X: Seis Sigma
- Variable dependiente Y: Proceso logístico.

### 3.4 Operacionalización de variables e indicadores.

**Tabla 16**

*Matriz de operacionalización*

Variable independiente (x)		Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnicas e instrumentos	Fuentes
Def. Conceptual	Def. Operacional					
<p><b>Seis Sigma (X):</b> Es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos, enfocándose en aquellos aspectos críticos para el cliente. La estrategia Seis Sigma se apoya en una metodología orientada a mejorar los resultados del negocio en tres áreas prioritarias de acción: Satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos. (Gutiérrez y De la Vara, 2013) ISBN: 978-607-12-0929-1</p>	<p><b>Seis Sigma (X):</b> Es un proceso de mejora continua que procura la eliminación de fallos respecto a lo requerido por el cliente, esto a través de los siguientes pasos: <b>Definir</b> las oportunidades y alcance de la mejora, <b>medir</b> la situación actual, <b>analizar</b> las causas, <b>mejorar</b> las oportunidades encontradas y <b>controlar</b> las acciones del proceso propuesto. Samanamud (2019)</p>	<b>X1: Definir</b>	X1.1: Actividades planificadas	Número de actividades	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Plan de trabajo
			X1.2: Percepción del cliente	Número de necesidades	T: Entrevista I: Cuestionario	Clientes internos y externos
		<b>X2: Medir</b>	X2.1: Inventario promedio	Unidades de artículos	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Ficha de verificación
			X2.2: Costos logísticos actuales	Unidades monetarias	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Ficha de verificación
			X2.3: Tiempo actual del proceso logístico	Unidades de artículos	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Ficha de verificación
		<b>X3: Analizar</b>	X3.1: Contribución a la varianza	Porcentaje	T: Observación experimental I: Ficha de análisis	Análisis de sensibilidad
			X3.2: Prioridad	Número prioritario de riesgo	T: Observación experimental I: Ficha de análisis	AMEF
		<b>X4: Mejorar</b>	X4.1: Actividades ejecutadas	Número de actividades	T: Observación experimental I: Ficha de análisis	Plan de mejora
			X4.2: Costos logísticos futuros	Unidades monetarias	T: Observación experimental I: Ficha de análisis	Ficha de análisis
			X4.3: Tiempo futuro del proceso logístico	Número de unidades	T: Observación experimental I: Ficha de análisis	Ficha de análisis
		<b>X5: Controlar</b>	X5.1: Estándar de indicadores	Número de indicadores estandarizados	T: Observación experimental I: Ficha de análisis	Plan de control

**Tabla 17**

*Matriz de operacionalización continuación*

Variable dependiente (y)		Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnicas e instrumentos	Fuentes
Def. Conceptual	Def. Operacional					
<p><b>Proceso logístico (Y):</b>                      Parte del proceso de la cadena de suministro que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente.                      (Ballou, 2004)                      ISBN: 970-26-0540-7</p>	<p><b>Proceso logístico (Y):</b>                      Es el conjunto de actividades o procesos, que unidos y desarrollados deben dar como resultado un producto o servicio óptimo, entregado al cliente en el lugar, tiempo y calidad correctos. Teniendo como procesos importantes a la gestión de los <b>inventarios</b>, que permite una tenencia rentable y productiva de las existencias, <b>almacenamiento</b>, que se encarga de custodiar la mercancía y la <b>distribución</b> que permite realizar la entrega de bienes y servicios a los clientes.                      Samanamud, R. (2019).</p>	<b>Y1: Inventario</b>	Y1.1: Nivel de inventario	Unidades	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Ficha de verificación
			Y1.2: Costos relacionados al inventario	Unidades monetarias	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Ficha de verificación
		<b>Y2: Almacenamiento</b>	Y2.1: Costo unidad almacenada	Unidades monetarias	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Ficha de verificación
			Y2.2: Desplazamiento por orden	Metros	T: Análisis documental I: Ficha de registro de datos	Ficha de verificación
		<b>Y3: Distribución</b>	Y3.1: Ciclo de la orden	Días	T: Análisis documental I: Análisis de contenido	Ficha de verificación
			Y3.2: Entrega perfecta	Porcentaje	T: Análisis documental I: Análisis de contenido	Ficha de verificación

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas e instrumentos que se utilizarán para la recolección de los datos son los que se muestran a continuación.

#### 3.5.1 Técnicas a emplear.

La información será recolectada a través de:

- Encuesta: Se realizará a los colaboradores a fin de determinar la percepción que tienen sobre el proceso logístico.
- Análisis documental: Se obtienen los datos mediante la revisión de los archivos históricos de la empresa concerniente al proceso logístico.
- Observación experimental: Se observará el comportamiento de la manipulación deliberada de la variable Seis Sigma.

#### 3.5.2 Descripción de los instrumentos.

Los instrumentos a aplicar son los siguientes:

- Cuestionario: Con este instrumento se realizará la encuesta a los colaboradores a fin de determinar la percepción del proceso logístico.
- Análisis de contenido: Se examinará cuidadosamente el contenido de los registros y archivos históricos que tiene la empresa sobre el proceso logístico.
- Ficha de análisis: Se refiere al material usado para analizar el comportamiento de la implementación del Seis Sigma en el proceso logístico.

#### 3.5.3 Técnicas para el procesamiento de la información.

Para el procesamiento de la información se tienen las siguientes técnicas:

- Tabulación y ordenamiento de datos a través del Software Microsoft Excel 2016.
- Elaboración de formatos y procedimientos a través del Software Microsoft Word 2016.
- Elaboración de pronóstico de las ventas y simulación a través del Software Crystal Ball.
- Elaboración de layout de distribución de la zona de almacenamiento con el software AutoCAD 2015.

- Elaboración de diagramas de flujos con el software MS Visio 2016.
- Procesamiento computarizado con Minitab 2017.
- Procesamiento computarizado con WinQSB.

### 3.6 Plan de actividades

A continuación se presentan las actividades para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

**Tabla 18**

*Plan de actividades*

Paso	Descripción de la actividad
1°	Caracterizar el proceso logístico
2°	Elaborar el Project Charter
3°	Medir la situación actual
4°	Determinar el inventario promedio pretest y postest
5°	Calcular el costo pertinente de los inventarios pretest y postest
6°	Calcular el costo de almacenamiento pretest y postest
7°	Calcular los defectos por distribución pretest y postest
8°	Calcular el costo del proceso logístico pretest y postest
9°	Calcular el tiempo del proceso logístico pretest y postest
10°	Calcular el nivel sigma del proceso pretest y postest
11°	Elaborar el plan de control

Cabe indicar que las actividades están destinadas al estudio de las dimensiones de la variable dependiente: Proceso logístico. De esta manera se pretenden obtener dos mediciones, una antes de la implementación de la metodología DMAIC del Seis Sigma (pretest) y otra luego de la implementación (postest), verificando así el cambio que se obtiene en el proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

A fin de realizar las mejoras en el proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos se hace necesario determinar los pasos que se deben seguir para el desarrollo de la investigación. En el apartado 3.6 se planteó el plan de actividades, el mismo que se desarrolla con más detalle en la siguiente tabla:

**Tabla 19**

*Detalle de actividades*

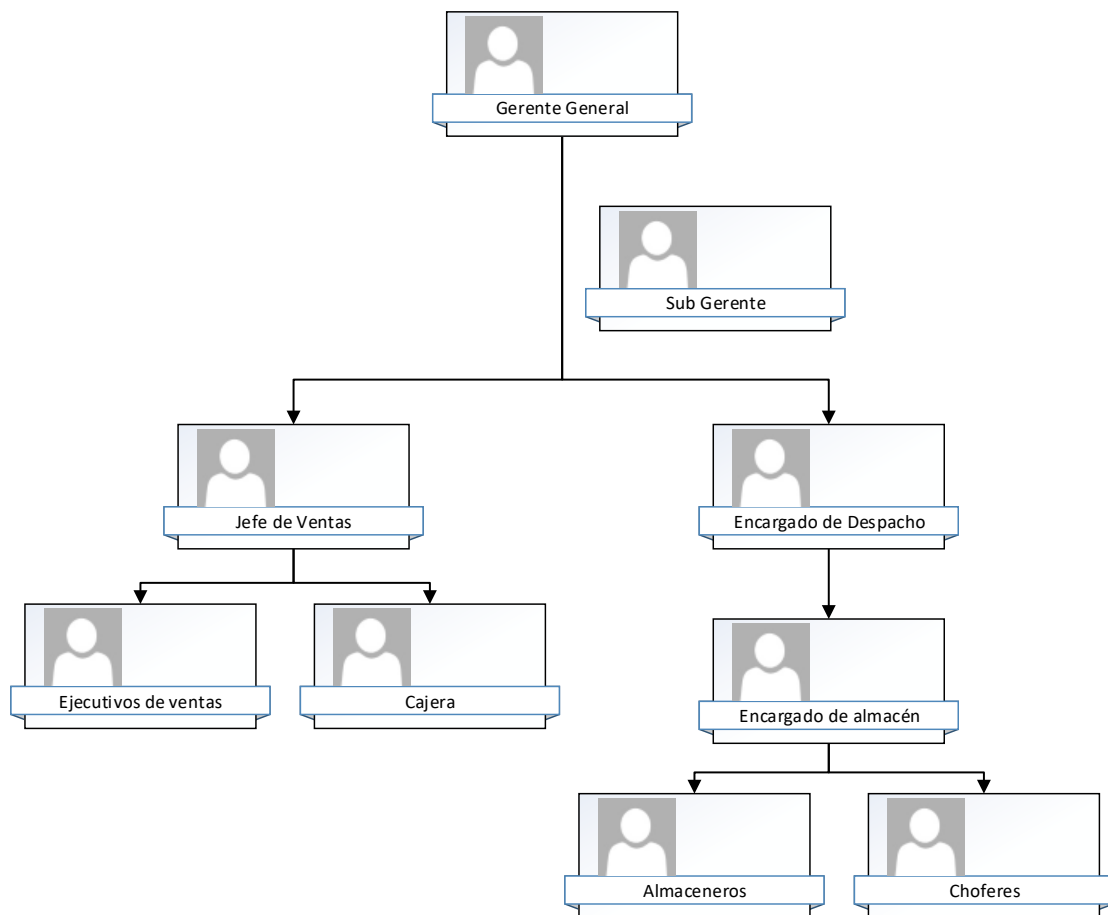
Dimensión	Paso	Descripción de la actividad
X <sub>1</sub> : Definir	1°	Caracterizar el proceso logístico
	2°	Identificar los clientes internos y externos
	3°	Determinar las necesidades de los clientes
	4°	Alinear las características del proceso con las necesidades
	5°	Elaborar el Project Charter
	6°	Elaborar el plan de trabajo
X <sub>2</sub> : Medir	7°	Diseñar el plan de recolección de datos
	8°	Determinar el ingreso por ventas
	9°	Calcular el nivel Seis Sigma pre test
	10°	Calcular los costos logísticos pre test
	11°	Describir la distribución de almacén pre test
	12°	Calcular el tiempo de proceso pre test
X <sub>3</sub> : Analizar	13°	Realizar el análisis de sensibilidad
	14°	Realizar el Análisis del Modo y Efecto de Fallas
	15°	Realizar la gráfica de control por variables
	16°	Identificar la naturaleza de la demanda
	17°	Realizar el pronóstico de ventas
	18°	Describir los movimientos de almacén
X <sub>4</sub> : Mejorar	19	Identificar el tratamiento de los modos de falla
	20°	Aplicar el modelo de gestión de inventarios
	21°	Aplicar la nueva distribución del almacén
	22°	Calcular los costos logísticos post test
	23°	Calcular el nivel Seis Sigma post test
	24°	Calcular el tiempo de proceso post test
X <sub>5</sub> : Controlar	25°	Elaborar el plan de control

### 4.1 Variable X: Seis Sigma

#### 4.1.1 Dimensión DMAIC: Definir

El primer paso para definir el problema es caracterizar el proceso logístico en la empresa y la contribución que tiene con las ventas, que es el proceso misional en la organización. Sin embargo, es necesario entender el funcionamiento de la misma por lo que a continuación se presentan los datos generales de la empresa que permitan realizar esta caracterización mediante la identificación de todos los procesos y la manera en la que estos se desarrollan de una manera específica con diagramas de flujo.

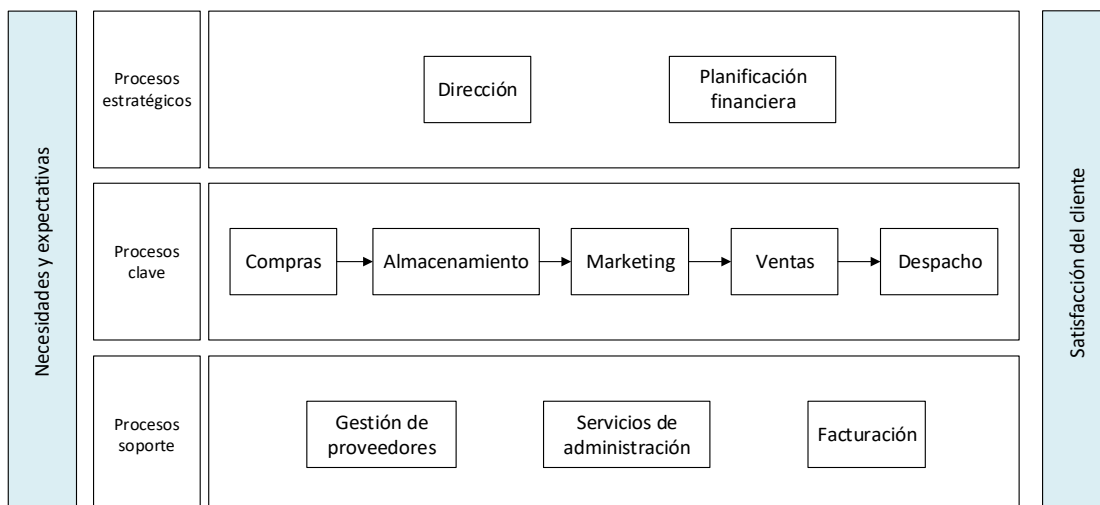
La empresa J&S Casa y Estilos se dedica a la venta al por mayor de materiales de construcción, artículos de ferretería y equipo y materiales de fontanería y calefacción, teniendo como principales clientes a tiendas minoristas y consumidores finales. Como se planteó en el diagrama causa efecto de la realidad problemática, actualmente la empresa no cuenta con un organigrama en el que se definan claramente los puestos de trabajo que existen. De acuerdo a lo que se ha observado en la realidad de la empresa, la distribución del potencial humano es como sigue a continuación:



**Figura 21.** Organigrama propuesto empresa J&S Casa y Estilos

Se observa que se tienen tres áreas claramente definidas, como son la parte administrativa, conformada por el gerente general y el subgerente; la parte de ventas: la jefa de ventas, ejecutivos y cajera y la parte operativa que se encuentra conformada por el encargado de despacho, el encargado de almacén, los operarios de almacén y los choferes. Es importante determinar cuáles son aquellas actividades claves en la empresa, por lo que se diseña el siguiente mapa de procesos a fin de enfocar los

procesos que van formar parte del proyecto de implementación de la estrategia Seis Sigma.



**Figura 22.** Mapa de procesos empresa J&S Casa y Estilos.

Como se observa, tanto el almacenamiento como el despacho son procesos claves para la organización, por lo que el área de logística es un pilar importante para el funcionamiento de la empresa. Se observa también que el proceso de ventas es importante para la realización del proceso logístico, por lo que es importante caracterizarlo también para identificar los defectos que se originan. Posteriormente dentro del proceso logístico se profundizará a fin de caracterizar también cada uno de los subprocesos que lo conforman y las relaciones que tienen con el área de ventas de la empresa J&S Casa y Estilos; de esta manera se tendrá un mejor panorama acerca de la influencia que ejerce la logística en el proceso misional principal de la empresa.

Actualmente no se cuentan con procedimientos establecidos ni diagramas de flujo de las actividades que se realizan en la empresa, por lo que el diseño que se presenta a continuación se basó en la observación de las actividades normales que realiza el personal y teniendo en cuenta la propuesta del organigrama que se presentó anteriormente. En el siguiente diagrama de flujo, se caracteriza el proceso de ventas a través de los puestos establecidos en el organigrama. En las actividades en las que existe una decisión son las en que generalmente se cometen los errores, puesto que a pesar de tener un sistema de información, este no se encuentra actualizado. Más adelante se detallará a profundidad este aspecto en el análisis de la voz del cliente. A continuación se presenta el diagrama del proceso de despacho de producto en la siguiente figura. Este proceso de despacho de los productos se realiza de manera posterior a la generación de las ventas y la importancia radica en que se le entrega el producto final al usuario.



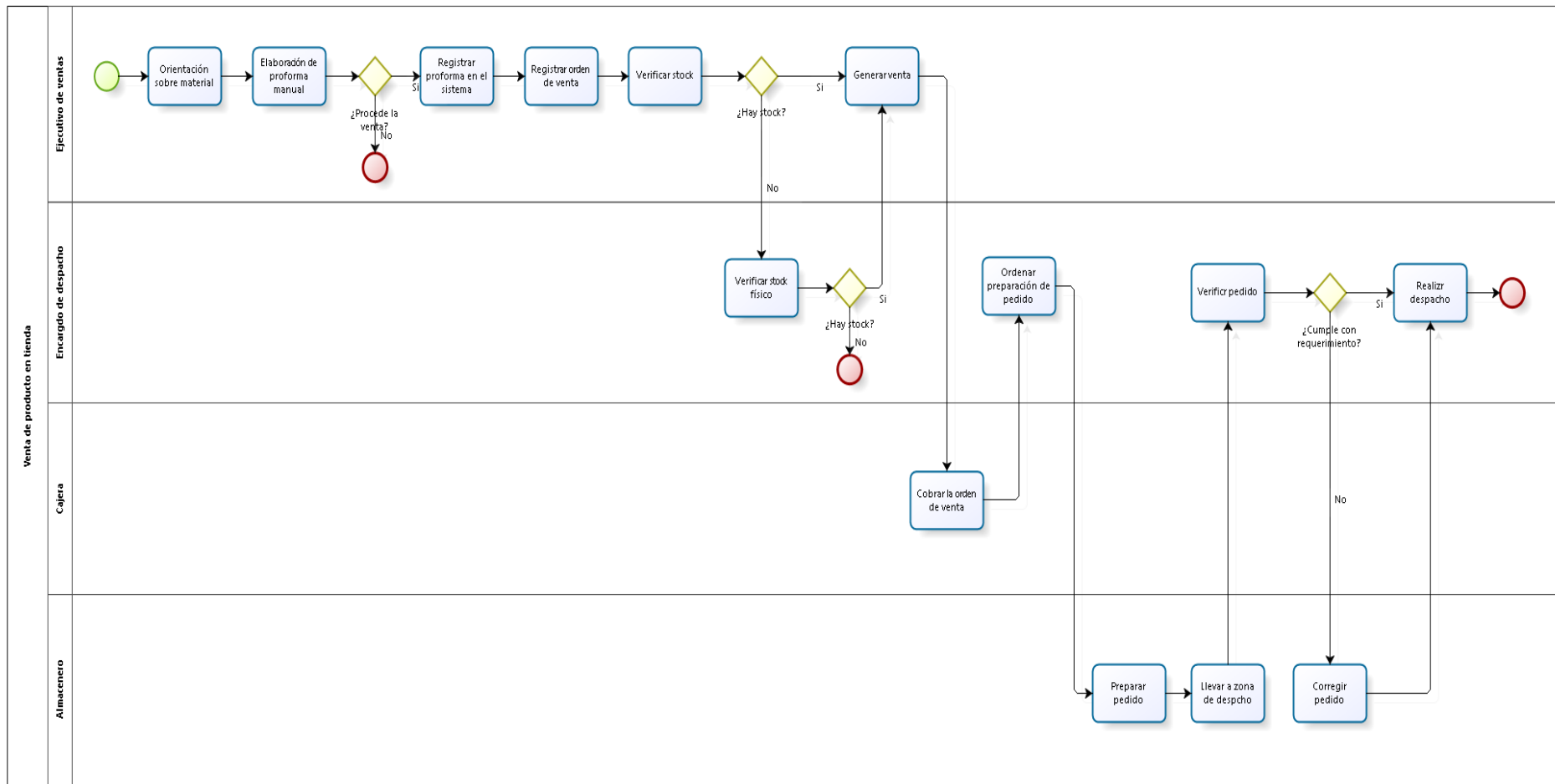


Figura 23. Diagrama de flujo del proceso de ventas de la empresa J&S Casa y Estilos.

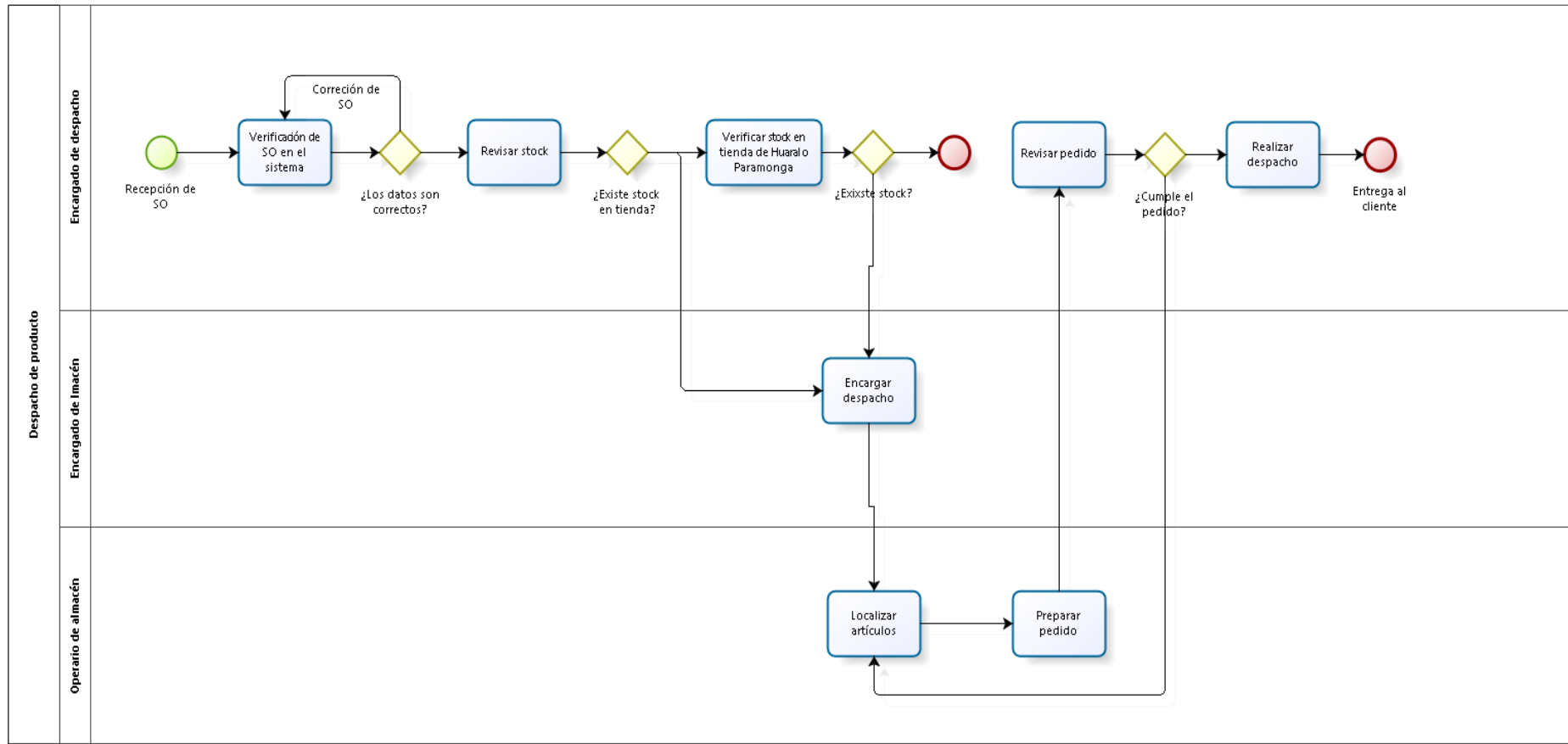


Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de despacho de la empresa J&S Casa y Estilos.

Una vez que se tienen identificadas las actividades que forman parte del proceso de logística, se procede a determinar los actores involucrados en el siguiente diagrama SIPOC.

**Tabla 20**  
*Diagrama SIPOC de la empresa J&S Casa y Estilos*

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Gerencia General	Requerimiento de material	Comprar los materiales	Orden compra	Área contable
Celima-Trébol, tienda mayorista	Artículos	Almacenar y custodiar los materiales	Stock de materiales	Ejecutivos de ventas
Ejecutivos de ventas	Proforma	Realizar la venta	Orden de venta	Encargado de despacho
Encargado de despacho	Orden de despacho	Despachar la mercadería	Artículos despachados	Tienda minorista, usuario final

Como se observa, el proveedor principal es la empresa Celima – Trébol, quienes manejan su propia logística; sin embargo, al proveer con gran volumen de material se hace necesario que la empresa J&S Casa y Estilos maneje adecuadamente la planificación de sus inventarios de materiales para que no se comprometa el aprovisionamiento de los otros proveedores menores.

Se debe tener en cuenta también la importancia de identificar las salidas que corresponden a los clientes internos, puesto que como se observó en el mapa de procesos el área de logística y el área de venta se encuentran relacionados; siendo que los resultados de los subprocesos del proceso logístico se convierten en información a ser usada por los ejecutivos de ventas, quienes se convierten en clientes internos y a su vez son los que tienen el contacto inicial directo con los clientes externos. Se entiende entonces, que se esta relación debe ser analizada a fin de determinar la mayor cantidad de aspectos relevantes para la calidad del proceso logístico en forma particular y posteriormente de todo el servicio que brinda la empresa J&S Casa y Estilos generales.

La identificación de los clientes es un aspecto importante, puesto que permite plantear los aspectos más relevantes para la calidad de acuerdo a las expectativas de ellos. A fin de determinar estos aspectos se debe analizar la Voz del Cliente (VOC). Se realizaron entrevistas a los clientes internos y externos para determinar la VOC, a continuación se listan los principales hallazgos de acuerdo a las actividades del proceso logístico.

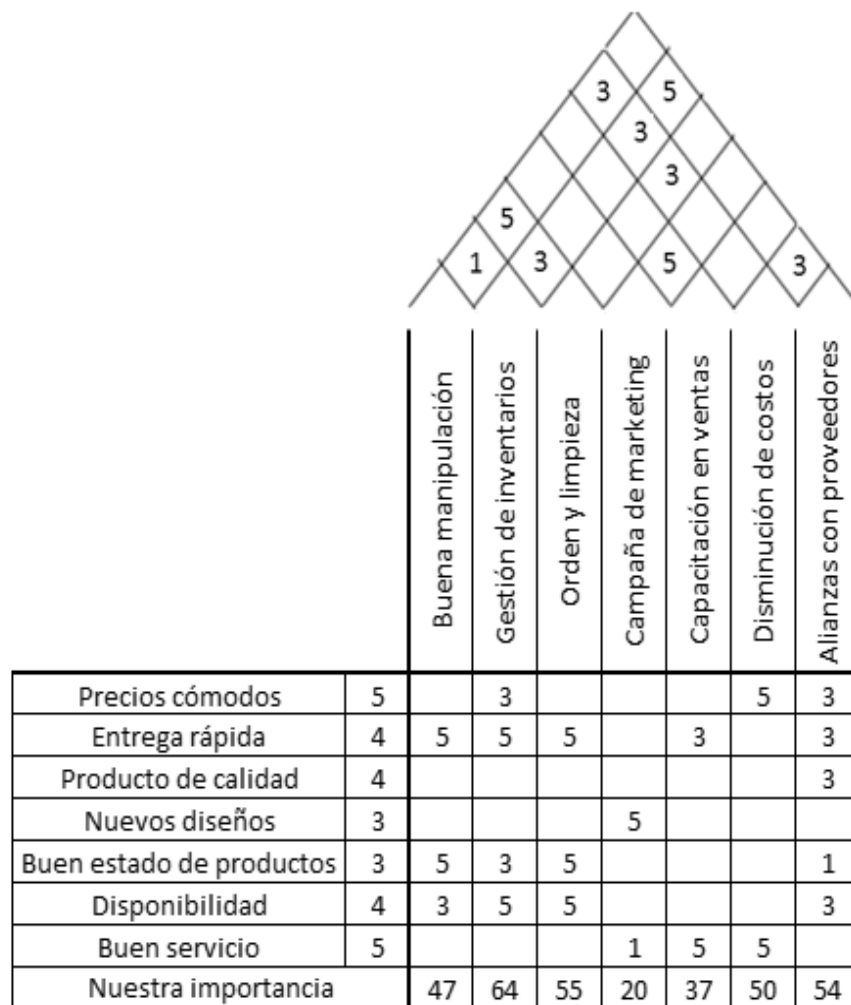
**Tabla 21***VOC de clientes internos y externos de la empresa J&S Casa y Estilos*

Actividad	Descripción de necesidad	Tipo de cliente
Almacenamiento	No contar con materiales defectuosos (rotos, quebrados)	Externo
	Recibir el material que se requirió correctamente	Interno
	Orden y limpieza en el área de almacenamiento	Interno
	Contar con una correcta distribución de los materiales	Interno
	Contar con equipos y materiales adecuados para la manipulación de los materiales	Interno
	Recepcionar los materiales con la documentación correspondiente	Interno
	Contar con política de almacenamiento	Interno
Inventario	Mantener actualizado el stock de materiales	Interno
	Manejar formatos para el control del inventario	Interno
	Contar con política de inventarios	Interno
	Evitar la obsolescencia de los materiales	Interno
	No contar con material inmovilizado	Interno
	Evitar invertir inadecuadamente el capital de la empresa	Interno
	Evitar la ruptura de stock	Interno
Despacho	Recibir el material correctamente (tipo, cantidad, calidad)	Externo
	Recibir en menor tiempo el pedido	Externo
	Ingresar mal los datos de despacho en el sistema	Interno
	Correcto embalaje y empaquetado de los materiales	Externo
Transporte	Recibir el material en el lugar tiempo acordado	Externo
	Recibir el material sin abolladuras por transporte	Externo

Estos hallazgos son importantes puesto que permiten realizar una vista de la percepción que tienen los clientes internos y externos del servicio en la empresa; esto a fin de identificar aquellas oportunidades de defectos y plantear la propuesta de mejora. Las demandas de los clientes internos y externos recogidos en la tabla anterior se procesan con la herramienta de despliegue de la función de calidad (QFD) a fin de determinar los requisitos de calidad en el proceso logístico, los mismo que posteriormente van a constituir la parte fundamental para identificar y aplicar las acciones de mejora.

En el margen izquierdo de la figura se especifican los requerimientos de los clientes respecto del servicio que brinda la empresa J&S Casa y Estilos Generales. En la parte superior se identifica la manera cómo se van a cumplir estos requerimientos, asignando entre sí los pesos de las relaciones, puesto que existen oportunidades de mejora que corresponden a varias áreas entiendo el proceso logístico como una parte del sistema de toda la empresa.

La herramienta QFD aplicada al proceso logístico de la empresa queda entonces de la siguiente manera, teniendo en cuenta que los pesos se cada requerimiento se encuentran expresados del 1 al 5 (siendo 1 lo menos relevante y 5 lo más relevante), de manera similar las relaciones se encuentran identificadas de la siguiente manera: 1: débil, 3: moderada y 5: fuerte.



**Figura 25.** QFD para la empresa J&S Casa y Estilos Generales.

Se observa que principalmente se debe procurar tener una buena gestión de inventarios a fin de disponer del producto adecuado y en buen estado para ser entregado en el momento oportuno, esto también permite disminuir los costos al planificar mejor las compras, disminuir el exceso de inventario de algunos y evitando en gran medida la ruptura de stock. La importancia de la gestión de los inventarios radica en la relación que se establece con otras características de diseño del proceso, siendo las más fuertes con las alianzas con los proveedores, la disminución de los costos y el orden y limpieza.

El orden y limpieza también es una característica de diseño del proceso importante, teniendo en cuenta que se refiere al espacio que se destina al almacenamiento de los artículos. A esta característica hay que añadirle también que se debe tener una planificación adecuada para la colocación de los materiales que se encuentre sustentado tanto en la rotación de los artículos como en la relación que existe entre los mismos. Esto puesto que se venden productos complementarios, como el hecho que para la colocación de un determinado cerámico se debe utilizar fragua también. Esto hace que los ejecutivos de ventas orienten a los clientes a la compra de artículos complementarios entre sí.

La alianza con los proveedores permite tener la disponibilidad de los productos, la variedad de los mismos, productos de calidad y acceder a costos de adquisición más bajos y por ende el precio de venta al público de puede disminuir. Se debe tener en cuenta en esta parte que se tiene un contrato de exclusividad con la empresa Celima-Trébol para ciertos artículos que se comercializan en J&S Casa y Estilos Generales, por lo que se debe tener en cuenta esto para la planificación de compra del resto de materiales a proveedores menores. Sin embargo, el hecho de contar (como se describió en párrafos anteriores) de un modelo de gestión de inventario que permita planificar mejor las compra, en cuanto a tiempo y cantidad, permitirá también acceder a mejores ofertas y no una reposición de artículos realizada a última hora.

Si bien es cierto, la disminución de los costos en el proceso no es un hecho que se note en otros requerimientos de diseño; sin embargo, como se verá más adelante, la implementación de estrategias de mejora ayudarán en la reducción de los costos logísticos. Se entiende entonces que una vez se hayan reducido estos costos, la empresa puede tener dos caminos a escoger: ampliar su margen de utilidades manteniendo el precio de venta o analizar la competencia en el sector y disminuir el precio de venta sin afectar el margen de utilidad presente con el que cuenta actualmente. Como resultado de la aplicación de todas las herramientas anteriores se realiza la carta del proyecto a fin de ser comunicado y socializado con la dirección de la empresa y los trabajadores de las áreas involucradas, para que cada uno según sus atribuciones se comprometa con la consecución de los objetivos expresados, y se limiten también las responsabilidades de cada uno. Es importante también contar con este cuadro de proyecto para que se tenga plasmado la razón del proyecto de implementación de Seis Sigma y no quede como una cuestión abstracta.

**Tabla 22.**

*Carta de proyecto de la implementación de Seis Sigma en la empresa J&S Casa y Estilos Generales*

<b>Título del proyecto</b>		<b>Mejora del proceso logístico de la empresa J&amp;S Casa y Estilos</b>		<b>Fecha de inicio</b>	<b>30/11/2019</b>
<b>Descripción del proyecto</b>					
La administración de la logística en la empresa J&S Casa y Estilos es un proceso misional, puesto que permite asegurar el correcto flujo de las ventas al proveer no solo de materiales, sino también de información pertinente para la toma de decisiones. El proyecto se basa pues en la mejora de este proceso mediante la disminución de la variabilidad en el control de inventarios, el almacenamiento de los artículos y el despacho y transporte de los pedidos a los clientes.					
<b>Project Scope:</b>					
Orientado a todos los productos, eventualmente se realizará el análisis para la línea de cerámicos.					
<b>Objetivos y metas del proyecto</b>		<b>Medida</b>	<b>Actual</b>	<b>Meta</b>	
Disminuir la ocurrencia de defectos en el proceso logístico		Nivel sigma	2,55	4	
Ø Mejorar la exactitud del inventario		% de exactitud	Por definir		
Ø Disminuir los materiales defectuosos		Número de materiales def	Por definir		
Ø Disminuir el tiempo del proceso		Segundos	751,53	700	
<b>Necesidades del negocio</b>	<b>Impacto en el cliente</b>				
	La mejora del proceso logístico permite la entrega en menor tiempo, en la cantidad y calidad requerida y el lugar especificado por el cliente.				
	<b>Impacto en los stakeholders</b>				
	Mayores volúmenes de compra a los proveedores, incremento de pago en ingresos por aumento de ventas, mayor generación de trabajo.				
	<b>Impacto en el personal</b>				
Empoderamiento del personal al hacerlos partícipes de la mejora continua.					
<b>Project sponsor:</b>		<b>Stakeholder group:</b>		<b>Firma / fecha</b>	
Miguel Alá		Administración			
<b>Facilitador:</b>					
Rubén Samanamud		Externo			
<b>Miembros del equipo:</b>					
Robert Mejía		Despacho			
Óscar		Almacén			
Roxana Alá		Ventas			
<b>Definir</b>	<b>Medir</b>	<b>Analizar</b>	<b>Mejorar</b>	<b>Controlar</b>	
<b>Objetivo/Fecha fin</b>	<b>Objetivo/Fecha fin</b>	<b>Objetivo/Fecha fin</b>	<b>Objetivo/Fecha fin</b>	<b>Objetivo/Fecha fin</b>	
Ø Def. Proyecto	Ø Definición del proceso	Ø Value Stream Analysis	Ø Lluvia de ideas	Ø Plan de control	
Ø Def. Mapa de procesos	Ø Definición de la mediciones	Ø Análisis de la variación	Ø Propuesta de mejoras		
Ø Formación de equipo	Ø Estimación de la línea base	Ø Indicadores	Trabajo de equipo		

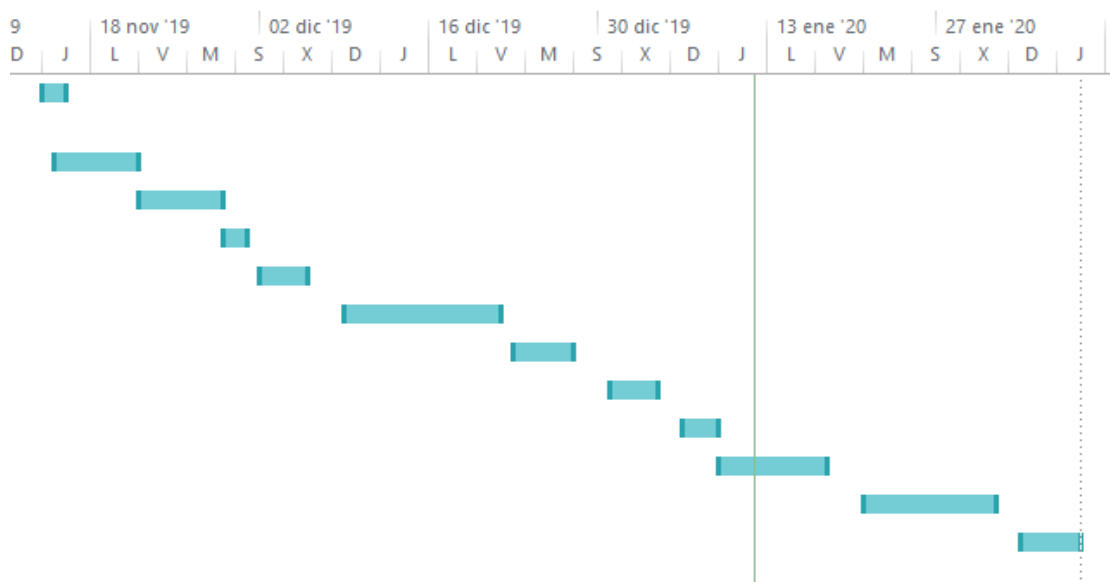
A fin de cumplir con la carta de proyecto, se hace necesario reunir al equipo de trabajo y establecer el plan que se va a seguir para alcanzar los resultados proyectados. En la siguiente tabla se muestra el plan de trabajo para la aplicación de Seis Sigma en la empresa J&S Casa y Estilos.

**Tabla 23.**

*Plan de trabajo para implementación de Seis Sigma en la empresa J&S Casa y Estilos*

N°	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin
1	Formación del equipo de trabajo	Facilitador/Líder	14/11/2019	15/11/2019
2	Caracterización de los procesos	Facilitador/Miembros	15/11/2019	21/11/2019
3	Recopilación de la información del cliente	Facilitador	22/11/2019	28/11/2019
4	Elaboración del cuadro de proyecto	Equipo	29/11/2019	30/11/2019
5	Elaboración de plan para recolección de datos	Equipo	02/12/2019	05/12/2019
6	Toma de datos	Facilitador/Miembros	09/12/2019	21/12/2019
7	Procesamiento de datos	Facilitador	23/12/2019	27/12/2019
8	Análisis de datos	Equipo	31/12/2019	03/01/2020
9	Generación de ideas de mejora	Equipo	06/01/2020	08/01/2020
10	Implementación de ideas de mejora	Equipo	09/01/2020	17/01/2020
11	Control de la implementación	Facilitador/Miembros	21/01/2020	31/01/2020
12	Revisión del control	Equipo	03/02/2020	07/02/2020

En la figura adjunta se muestra el diagrama Gantt del plan de trabajo para la implementación del proyecto Seis Sigma.

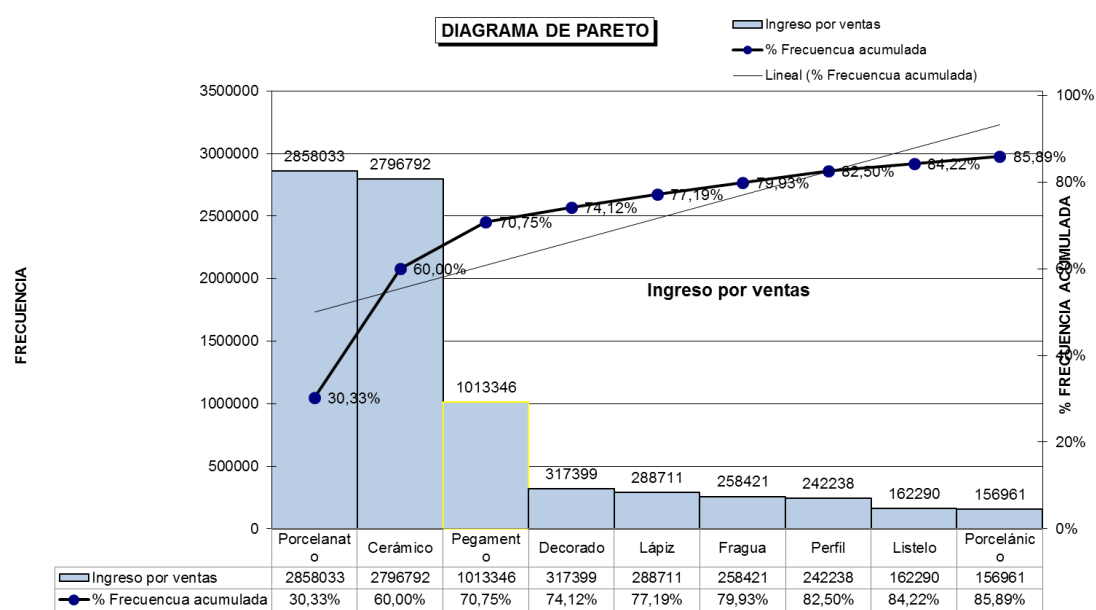


**Figura 26.** Diagrama Gantt del plan de trabajo

El personal que ha sido escogido para la implementación del Seis Sigma en la empresa pertenece a diferentes niveles de la organización, tratando de englobar las áreas claves y sobre todo comprometiendo a la dirección de la misma para lograr la



realización del proyecto. La empresa cuenta con líneas de productos conformada a su vez por variedades de artículos, para definir el foco del proyecto se hacen necesario priorizar aquellas familias de artículos. Puesto que la empresa cuenta con 1 859 variedades de artículos, estos han sido agrupados en familias para priorizar, en base a ingreso por ventas, la ejecución del proyecto. En el siguiente diagrama de Pareto se realiza la identificación de las familias de productos:



**Figura 27.** Diagrama de Pareto de ingreso por ventas.

Nota. Elaborado con reportes de ventas de la empresa.

Para la realización del proyecto se seleccionan las familias de porcelanato, piso y pared (cerámicos) por ser los que mayores ingresos por ventas generan en la empresa. Esta priorización se realiza para algunos aspectos de la implementación del proyecto, puesto que se sabe que hay características comunes para todos los artículos puesto que no se trata de un tema puntual, sino de una característica general del proceso logístico. Los aspectos que se van a priorizar son por ejemplo la determinación del modelo de gestión de inventarios en base a las ventas de las familias ya determinadas; sin embargo, esto no quiere decir que no sea beneficioso aplicar a las otras familias con las que cuenta la empresa.

Una vez que ya se tiene definido el problema y las características de lo que quiere el cliente traducido en características para el diseño del proceso logístico, se deben medir aquellas variables que van a ser analizadas para plantear las acciones de mejora.

#### 4.1.2 Dimensión DMAIC: Medir

Para empezar con la medición de las variables del proceso logístico se debe realizar un plan para la recolección de los datos que van a servir para caracterizar los diferentes elementos que componen el proceso que se está estudiando, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 24**  
*Plan de recolección de datos*

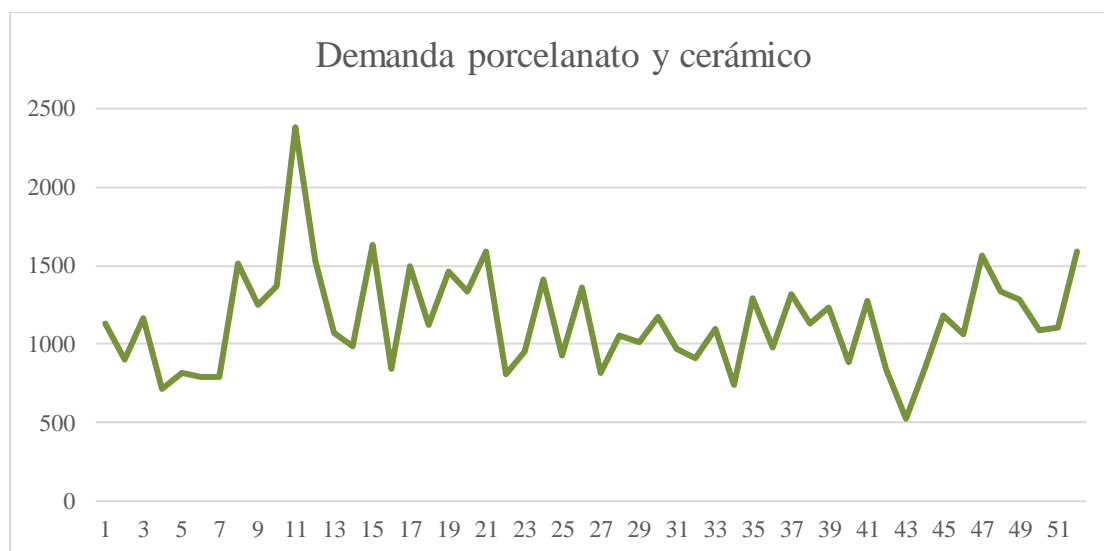
Variable	Unidad	Cómo se mide	Dónde y cuándo se mide	Quién mide	Cómo y dónde se registra
Ingreso por ventas	Soles/día	Registro del sistema	Aplicativo Casa y Estilo, semanal Ficha de	Gerente general	Reporte de ventas
Nivel sigma	Sigma	Registro del sistema	verificación, inicio y fin de la implementación.	Facilitador	Software Crystal Ball
Costos logísticos	Soles	Metodología de costos	Aplicativo Casa y Estilo, mensual	Encargado de despacho	Libro de Excel
Desplazamiento	Metros	Distancia Euclidiana	Aplicativo Casa y Estilo, mensual	Encargado de despacho	Ficha de registro
Tiempo de proceso	Segundos	Cronometraje	Aplicativo Casa y Estilo, mensual	Encargado de despacho	Ficha de registro

Para la medición de cada una de las variables se necesitan también de insumos que van a ser explicados con detalle a continuación. Cabe resaltar también la medición de la distribución del almacén, esta “medición” se refiere a determinar el estado actual en que se encuentra el almacén, identificados los artículos por sectores a fin de ser posteriormente analizados, no se ha considerado como variable el área ocupada y libre puesto que esto se refiere con mejor relación a un proyecto de implementación de 5s o alguna metodología similar, lo que se pretende realizar en el almacén es mejorar la distribución a través de la correcta sectorización de los artículos en base a la rotación de los mismos.

Como primer paso de medición se va a determinar el histórico de los ingresos por ventas, puesto que va a permitir realizar el análisis de la situación actual de la empresa en base a su principal proceso misional; y, como se explicó anteriormente, guarda relación con el proceso logístico (pronóstico de ventas para determinar la cantidad económica a pedir, realizar una priorización de artículos para la distribución y sectorización en el almacén, etc)

#### 4.1.2.1 Ingreso por ventas

Para el ingreso por ventas se ha tomado en cuenta el período diciembre 2018 a noviembre del 2019, este reporte diario ha sido generado con el aplicativo de la empresa. En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos para el ingreso por ventas de las líneas de porcelanato y cerámico.



**Figura 28.** Demanda de la línea de porcelanato y cerámicos.

Nota. Elaborado con reportes de ventas de la empresa.

Se observa una tendencia variada en el ingreso por ventas en la empresa J&S Casa y Estilos, por lo que se hace necesario analizar el proceso logístico como parte de los procesos misionales de la empresa a fin de apoyar en la mejora global de la empresa.

A continuación, se realiza el cálculo del nivel sigma.

#### 4.1.2.2 Nivel sigma

En primer lugar, para el cálculo del nivel sigma se realizó una toma de los tiempos en que se demora el personal entre elaborar la orden de venta (ejecutivo de ventas) hasta la entrega del producto al cliente (encargado de despacho), para lo cual se tomó una muestra de 36 órdenes de venta y se presenta en la tabla a continuación, teniendo en cuenta la duración de cada uno de los pasos:

- T<sub>1</sub>: Generación de la orden de venta en el sistema. (SO)
- T<sub>2</sub>: Pago en caja de la orden de venta.
- T<sub>3</sub>: Entrega de SO a encargado de despacho y búsqueda de materiales.
- T<sub>4</sub>: Revisión del pedido y entrega al cliente.

**Tabla 25***Datos de tiempo de proceso de venta en la empresa J&S Casa y Estilos Generales*

SO	T <sub>1</sub> (s)	T <sub>2</sub> (s)	T <sub>3</sub> (s)	T <sub>4</sub> (s)	Total (s)
1	224,96	47,32	80,34	4,09	356,71
2	186,88	194,12	74,47	32,7	488,17
3	328,27	213,54	420,62	152,08	1 114,51
4	359,69	242,65	70,43	40,1	712,87
5	385,12	73,21	83,4	53,52	595,25
6	198,21	80,19	503,46	39,52	821,38
7	206,32	175,34	104,54	10,4	496,60
8	342,75	63,56	190,45	4,69	601,45
9	401,62	100,25	602,65	289,24	1 393,76
10	370,03	102,78	95,32	8,2	576,33
11	225,34	84,49	80,59	6,39	396,81
12	421,84	50,12	201,5	10,34	683,80
13	301,32	201,43	105,62	38,6	646,97
14	206,23	100,43	106,43	24,95	438,04
15	189,05	67,25	89,66	12,9	358,86
16	185,12	70,43	305,25	159,63	720,43
17	201,67	100,27	493,67	124,65	920,26
18	289,12	89,15	205,65	301,55	885,47
19	306,13	106,13	143,56	15,5	571,32
20	191,23	74,36	572,59	90,32	928,50
21	313,92	83,13	469,16	100,34	966,55
22	402,24	69,46	95,52	37,21	604,43
23	302,43	67,14	74,25	6,35	450,17
24	205,12	70,14	104,55	97,25	477,06
25	623,12	100,35	230,13	174,65	1 128,25
26	185,3	80,23	205,12	182,41	653,06
27	189,21	215,86	173,62	327,26	905,95
28	293,02	204,63	94,34	65,26	657,25
29	211,35	195,74	190,56	106,62	704,27
30	629,21	70,54	395,25	296,56	1 391,56
31	310,96	67,38	275,99	245,81	900,14
32	495,1	60,47	385,03	284,91	1 225,51
33	583,08	74,61	396,09	389,85	1 443,63
34	471,62	86,59	471,96	298,81	1 328,98
35	386,16	90,38	285,05	178,39	939,98
36	276,27	106,56	385,19	133,4	901,42
Promedio	316,64	107,78	243,39	120,68	788,49
Des. Est.	125,83	55,59	164,96	114,70	308,07
Mínimo	185,12	47,32	70,43	4,09	356,71
Máximo	629,21	242,65	602,65	389,85	1 443,63

El cálculo del nivel sigma tomando como insumo el tiempo de ciclo del proceso se ha realizado mediante el uso del software Crystal Ball, para lo cual se debe caracterizar cada uno de los pasos como se muestra en la tabla adjunta, donde las celdas de color verde indican las suposiciones (distribuciones de probabilidad) y de celeste la previsión.

Se han escogido las distribuciones teniendo en cuenta el comportamiento de cada paso del proceso, teniendo en cuenta que la distribución logarítmica normal se emplea cuando la variable desconocida puede aumentar sin límite y sigue una distribución

sesgada positivamente; por otra parte, la distribución normal se emplea cuando un valor de la variable es el más probable pero esta tiene la misma probabilidad de estar por encima o por debajo de la media.

De los datos de la tabla 24 se procede a analizar cada uno de los pasos para determinar el tipo de distribución y en consecuencia los parámetros también que se deben considerar.

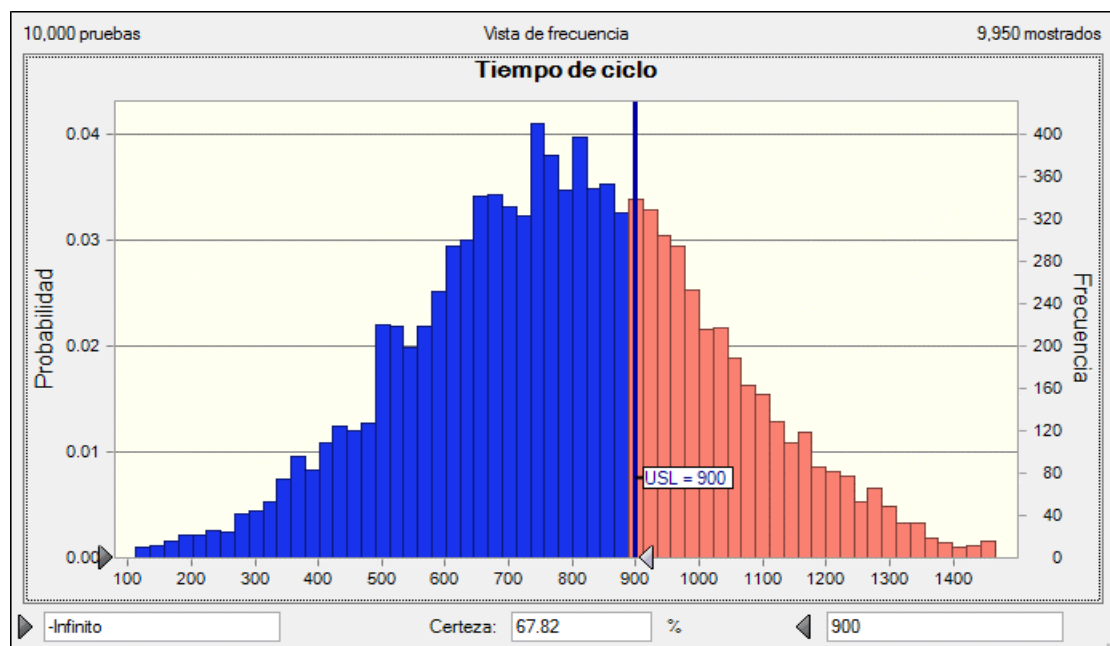
**Tabla 26**

*Datos para simulación de nivel sigma*

Paso	Tiempo de ciclo simulado (s)	Media	Desviación estándar	Distribución
1	316,64	316,64	125,83	Normal
2	107,78	107,78	107,78	Normal
3	243,39	243,39	164,96	Normal
4	120,68	120,68	114,70	Normal
Tiempo de ciclo	788			

*Nota.* Hoja de cálculo de software Crystal Ball

Una vez que ya se definió el modelo, se procede a simular 10 000 veces tomando como valor semilla 123 456, el resultado se muestra en la figura adjunta. La importancia de contar con una simulación generando números aleatorios radica en la dotación de diferentes escenarios en los que los tiempos de ciclo responden a las distribuciones establecidas y no permanecen fijos, esto quiere decir que se recalculan de acuerdo a lo programado y generan resultados más fiables. El objetivo se fijó en 900 segundos.



**Figura 29.** Medición del nivel sigma del proceso.

*Nota.* Reporte de software Crystal Ball.

**Tabla 27**  
*Estadísticas de la simulación*

Estadística	Valores de previsión
Pruebas	10 000
Caso base	788
Media	789
Mediana	788
Desviación estándar	241
Varianza	58 318
Coefficiente de variación	0,0246
Zst	1,96
DPMO	323 128,09
Objetivo	900
Cambio de puntuación Z	1,50

*Nota.* Reporte de salida de software Crystal Ball

El nivel sigma está determinado por el valor de  $Z_{st} = 1,96$ ; este es el valor a mejorar puesto que indica que los datos son variables entre sí y no se encuentran centrados. Los defectos por millón de oportunidades son de 323 128,09 defectos, el objetivo es pues disminuir estos defectos a través de las mejoras locales en cada uno de los pasos del proceso. Otro resultado que también ofrece el software Crystal Ball es el análisis de sensibilidad, el mismo que se detallará en la fase de analizar a fin de priorizar los pasos que contribuyen más al tiempo de ciclo total.

#### 4.1.2.3 Costos pertinentes a los inventarios

A fin de determinar el tipo de modelo de gestión de inventarios que se va a desarrollar para la empresa es fundamental primero calcular los costos pertinentes a los inventarios. Dentro de los costos asociados a los inventarios, se tienen como componentes: costos de adquisición, costos de mantener inventarios y costos por falta de existencias.

##### Costos de ordenar

Para los costos de adquisición se consideran varios componentes. Uno de ellos es el personal que se encarga de realizar las compras. Puesto que no existe un área de compras en la empresa, se toma en cuenta el salario del encargado de despacho, quien se encarga de esta labor. El salario mensual es de S/. 1 600,00. En la tabla que se muestra a continuación, también se consideran otros costos importantes para la realización de la compra, como el de los servicios que se utilizan para tramitar la orden de compra con los proveedores.

**Tabla 28**  
*Gastos generales de ordenar pedido*

Descripción	Unidades	Costo (soles/unidad)	Costo total (soles)
Celular	1	69,00	69,00
Telefonía + Internet	1	105,90	105,90
Transporte	1	1 000,00	1 000,00
Importe mensual			1 174,90

*Nota.* Elaborado con reporte de costos de la empresa.

Una vez que se tienen identificados los costos generales de adquisición, se calcula el costo por ordenar, tal como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 29**  
*Cálculo del costo de ordenar*

Descripción	Costo total (soles)
Sueldo de encargado de despacho	1 600,00
Gastos generales de adquisición	1 174,90
Total mensual	2 774,90
Total anual	33 298,80
Órdenes de compra al año	12
Costo de ordenar (soles/o.c.)	2 774,90

*Nota.* Elaborado con reporte de costos de la empresa.

### Costos de mantener inventarios

En la metodología para la determinación de los costos de mantener inventarios también se tienen en cuenta determinados grupos de costos: costos por el espacio de almacenamiento que se emplea para las existencias, los costos operativos para el funcionamiento del almacén y los costos por las máquinas y los equipos.

#### ✓ Costos por espacio de almacenamiento

Este costo está determinado por el alquiler del espacio destinado al almacenamiento. El almacén que se tiene en la empresa tiene un área de 780 m<sup>2</sup>, tiene un alquiler mensual de S/. 3 500. Este costo se va a considerar como el costo total por almacenamiento.

#### ✓ Costos operativos

Este costo está determinado por el costo en que se incurre con el personal encargado de las operaciones en el almacén, considerando también que se tiene un

operador del montacargas para la distribución de los materiales. Para lo cual se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 30**  
*Costos operativos de almacén*

Descripción	Cantidad	Sueldo mensual (soles)	Total (soles)
Encargado de despacho	1	1 600,00	1 600,00
Encargado de almacén	1	1 200,00	1 200,00
Almaceneros	3	1 000,00	3 000,00
Operador de montacargas	1	1 000,00	1 000,00
		Total mensual	6 800,00

*Nota.* Elaborado con reporte de costos de la empresa.

✓ Costos de máquinas y equipos

Se tiene una sola máquina que realiza el transporte de los materiales, que es un montacargas. Además se tienen las paletas que se utilizan para almacenar los materiales. Cabe resaltar que el tiempo de vida útil de estas máquinas y equipos es de 5 años. El detalle se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 31**  
*Cálculo de costo de maquinarias y equipos*

Descripción	Cantidad	Costo (soles)	Costo total (soles)
Montacargas	1	25 000,00	25 000,00
Estoca	1	1 200,00	1 200,00
Pallets	10	15,00	300,00
		Importe total	26 500,00

*Nota.* Elaborado con reporte de costos de la empresa.

El costo que se ha hallado es para 5 años, por lo que el costo mensual de las maquinarias y equipos es de S/. 441,67. Con todos los costos calculados ya anteriormente, se procede a hallar el costo total por mes, que resulta de la suma del costo por almacenamiento, el costo operativo y el costo de las maquinarias y equipos. Posteriormente la capacidad promedio mensual de materiales en almacén. Se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 32**  
*Cálculo del costo de mantener inventarios*

Descripción	Valor
Costo total mensual	10 741,67 soles
Capacidad promedio de almacenamiento	28 000 unidades
Costo de mantener inventario	0,38 soles/unidad

*Nota.* Elaborado con reporte de costos de la empresa.



#### 4.1.2.4 Distribución de almacén

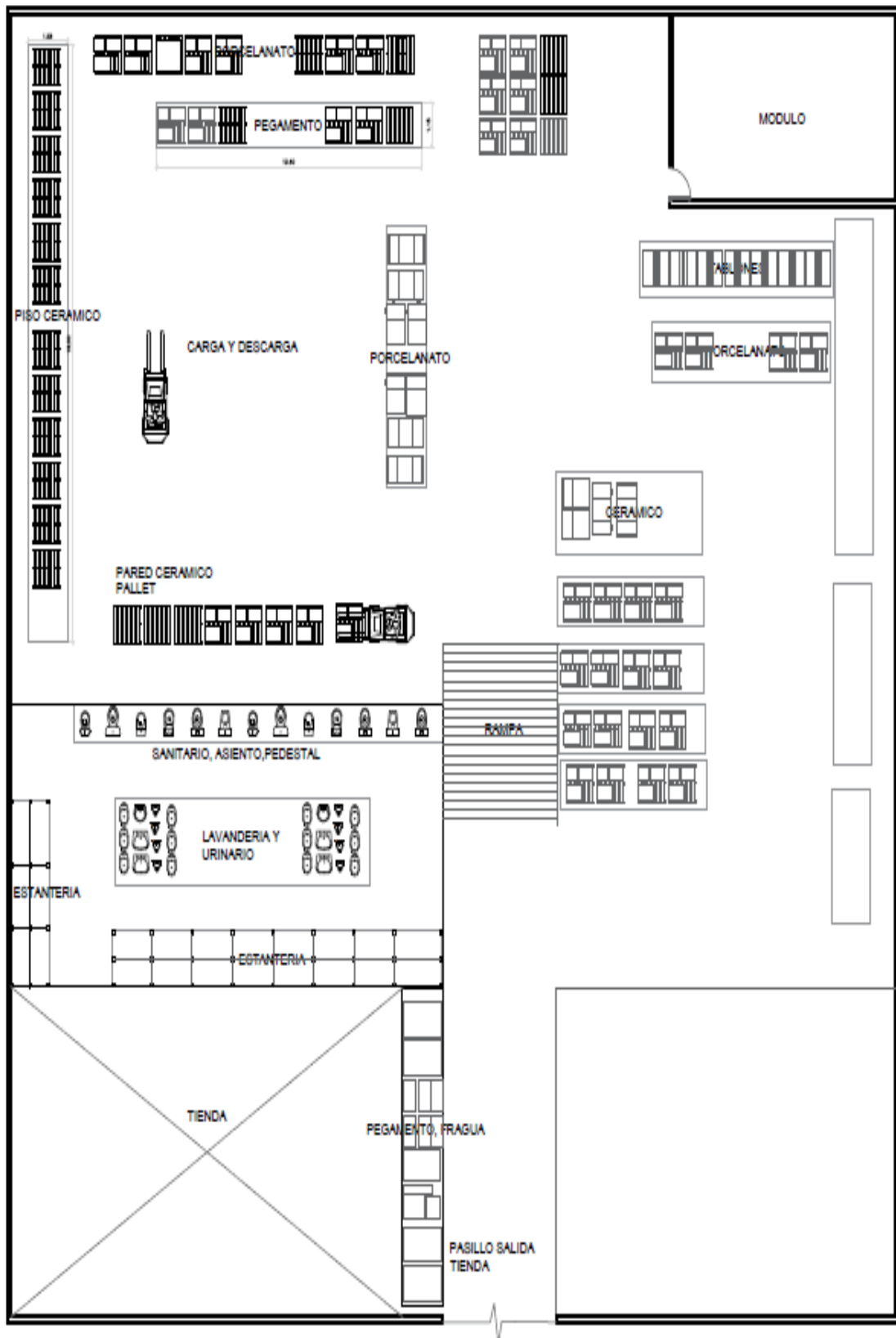
El almacén de la empresa se encuentra distribuido según se muestra en la siguiente tabla y figura adjunta. En la tabla adjunta se detalla cada tipo de artículo que se almacena. Como se observa, se tiene un espacio específico para los materiales inmovilizados y que generan costos. Además, no se tiene un orden para la sectorización puesto que solo se ha planificado con ayudas visuales dos de los sectores (A y P), por lo que se ha considerado con ese nombre la zona. El resto de zonas se han considerado para seguir un orden en la distribución del layout, más adelante esta codificación va a ser reemplazada a fin de desarrollar la distribución en el software.

**Tabla 33**

*Distribución del almacén de la empresa J&S Casa y Estilos Generales*

Zona	Artículos almacenados
Pasadizo	Pegamento
	Fragua
P	Pepelma
	Listelos
	Decorados
	Revestimiento cerámico
	Lavatorio
	Urinario
	Sanitario
B	Asiento
	Pedestal
	Cerámico
	Pegamento
C	Pallets
	Porcelanato
	Tablones
A	Porcelanato
	Cerámico
	Listones
	Accesorios
X	Lápices
	Porcelanato
	Producto inmovilizado

A continuación, se muestra gráficamente esta distribución, posteriormente dentro de cada área se va a especificar la posición que tiene cada uno de los productos que se encuentran en los sectores mediante la codificación de los estantes y espacios destinados al almacenamiento. Como se observa, se cuenta con una rampa, la misma que sirva para el ingreso del montacargas al patio de maniobras donde se realiza la carga y descarga de la mercancía. Así mismo, se emplea el pasadizo que conecta el almacén con la zona de despacho para el almacenamiento de producto que suele salir en cantidades individuales.

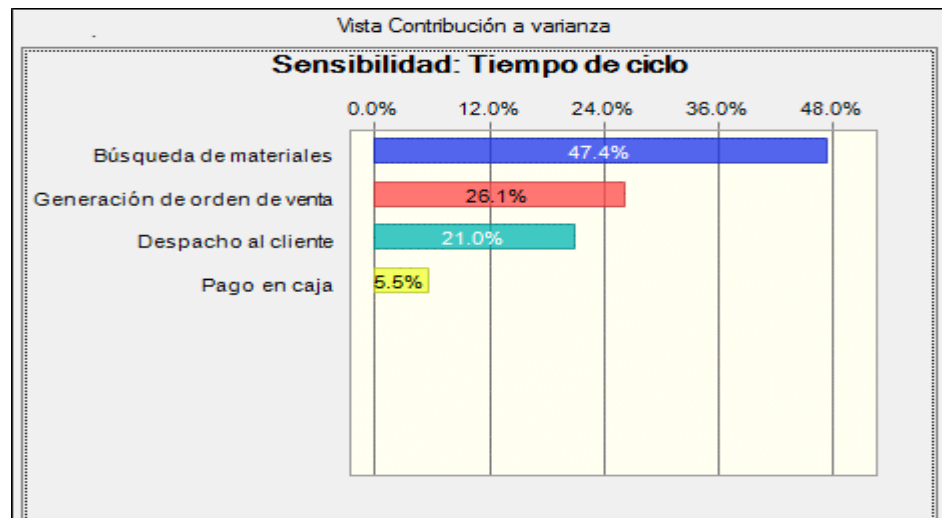


*Figura 30.* Distribución actual del almacén de la empresa J&S Casa y Estilos Generales

### 4.1.3 Dimensión DMAIC: Analizar

#### 4.1.3.1 Análisis de sensibilidad

Al momento de realizar la simulación con el software Crystal Ball del nivel sigma tomando como insumo los tiempos de ciclo del proceso, un resultado es el análisis de sensibilidad. Este análisis permite identificar aquel paso del proceso que aporta más al tiempo de ciclo de total.



**Figura 31.** Análisis de sensibilidad del tiempo de ciclo del proceso de la empresa J&S Casa y Estilos Generales

Como se puede observar, el paso que aporta más al tiempo de ciclo es la búsqueda de materiales seguido por la generación de la orden de venta. Esto quiere decir que los esfuerzos deben estar concentrados en mejorar estos dos pasos para conseguir mejoras globales. A fin de tener un mejor panorama de las fallas que ocurren en el proceso, y partiendo del resultado del análisis de sensibilidad, se procede a realizar el Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF).

#### 4.1.3.2 AMEF

Para realizar el AMEF dentro del proceso logístico se han identificado primero aquellos sub procesos que lo conforman y que son importantes para la realización del mismo, estos son:

- Recepción de materiales
- Almacenamiento propiamente dicho
- Control de inventarios
- Despacho al cliente

Modo potencial de falla	Efectos potencial	Severidad	Causas	Proceso actual				NPR	Acciones
				Control preven.	Ocurrencia	Controles de detección	Detección		
Artículos dañados	*Queja por parte del cliente *Material inmovilizado *Pérdida de ventas *Costo por almacenamiento	6	*Mala manipulación de los artículos *Error en control por parte del proveedor	No	5	No	5	150	Inspección por muestreo al momento de realizar la descarga de los artículos
Artículos no cumple con las especificaciones de la orden de compra	*Material inmovilizado *Costo por almacenamiento *Devolución al proveedor *Tiempo de espera por devolución	5	*Deficiente inspección por parte de encargado de recepción *Falta de comunicación con proveedor *Error en control por parte del proveedor	Registro de verificación con orden de compra	2	No	6	60	Inspección por parte del encargado de despacho de los artículos
Artículos faltantes	*Ruptura de stock *Costo por ventas perdidas *Reclamo al proveedor *Tiempo de espera por registro	5	*Deficiente inspección por parte de encargado de recepción *Error en control por parte del proveedor	Registro de verificación con orden de compra	5	No	6	150	Inspección por parte del encargado de despacho de los artículos
Accidentes laborales	*Tiempo de espera por accidente *Costo por accidente laboral *Reclamo de trabajadores *Sanción de autoridades competentes	9	*Actos inseguros por parte del trabajador *Ambiente inseguro	No	2	No	5	90	Implementar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo
Artículos ingresan sin guía de remisión	*Mal manejo de registros *Falta de control en el stock de productos	3	*Deficiente inspección por parte de encargado de recepción *Falta de control del personal	No	5	No	6	90	Establecer controles para definir los horarios de recepción de materiales
Tiempo excesivo empleado por el trabajador	*Acumulación de labores del trabajador *Reclamo de trabajadores	2	*Demora en la realización de las labores *Falta de motivación	No	3	No	5	30	Jornadas de motivación al personal

**Figura 32.** AMEF para la recepción de materiales

Modo potencial de falla	Efectos potencial	Severidad	Causas	Proceso actual				NPR	Acciones
				Control preven.	Ocurrencia	Controles de detección	Detección		
Artículos dañados	*Queja por parte del cliente *Material inmovilizado *Pérdida de ventas *Costo por almacenamiento	6	*Mala manipulación de los artículos	No	5	No	5	150	Capacitar al personal para la correcta manipulación de los artículos al momento de almacenarlos
Tiempo excesivo para búsqueda de artículos	*Tiempo de espera del cliente *Costo por hora hombre *Queja por parte del cliente	4	*Deficiente distribución del almacén *Falta de señalización en el almacén *Falta de entrenamiento al personal	Distribución precaria del almacén	7	No	5	140	Distribuir los artículos en el almacén de acuerdo a la rotación y la relación que existen entre ellos
Costo de obsolescencia	*Costo por almacenamiento	6	*Deficiente planificación en las compras de artículos *Deficiente campaña de marketing *Falta de comprensión en la tendencia de compra de los clientes	Catálogo de productos de proveedores	5	No	5	150	Realizar compras en base a la tendencia de consumo y determinar la cantidad y tiempo de pedido de acuerdo a un modelo de control de inventarios
Falta de control en los registros	*Deficiente exactitud del stock de los artículos *Pérdidas económicas	3	*Falta de formatos *Falta de entrenamiento del personal	Sistema	5	No	5	75	Implementar formatos para el registro de entradas y salidas y capacitar al personal para su uso
Robo de la mercancía	*Pérdidas económicas *Malestar en trabajadores y dueños	8	*Deficiente seguridad en la infraestructura del almacén	No	2	Cámara de videovigilancia	5	80	Mejorar la infraestructura del almacén, terminar de techarlo
Deficiente aprovechamiento de espacio de almacenamiento	*Incremento el tiempo de búsqueda de los artículos *Queja por parte de los clientes	4	*Deficiente distribución del almacén *Falta de planificación para determinar los espacios de almacén	Distribución precaria del almacén	7	No	5	140	Distribuir los artículos en el almacén de acuerdo a la rotación y la relación que existen entre ellos

Figura 33. AMEF para el almacenamiento

Modo potencial de falla	Efectos potencial	Severidad	Causas	Proceso actual				NPR	Acciones
				Control preven.	Ocurrencia	Controles de detección	Detección		
Ruptura de stock	*Queja por parte del cliente *Pérdida de ventas	5	*Deficiente planificación en las compras *Falta de gestión del inventario	No	7	Sistema	6	210	Realizar compras en base a la gestión del inventario
Sobre inventario de artículos	*Incremento del tiempo de búsqueda de los artículos *Deficiente uso del espacio de almacenamiento *Costo por almacenamiento	4	*Deficiente planificación en las compras *Falta de gestión del inventario	No	7	No	6	168	Realizar compras en base a la gestión del inventario
Inexactitud de inventarios	*Demora en tiempo de atención al cliente *Deficiente manejo de la información	5	*Sistema no se actualiza adecuadamente *No se ingresan las entradas y salidas oportunamente	Sistema	7	No	6	210	Realizar inventario físico y actualizar los saldos en el sistema, procurar registrar oportunamente las entradas y salidas
Ineficiente uso del espacio de almacenamiento	*Incremento el tiempo de búsqueda de los artículos *Queja por parte de los clientes	4	*Deficiente distribución del almacén *Falta de planificación para determinar los espacios de almacén	Distribución precaria del almacén	7	No	5	140	Distribuir los artículos en el almacén de acuerdo a la rotación y la relación que existen entre ellos
Falta de control en los registros	*Deficiente exactitud del stock de los artículos *Pérdidas económicas	3	*Falta de formatos *Falta de entrenamiento del personal	Sistema	5	No	5	75	Implementar formatos para el registro de entradas y salidas y capacitar al personal para su uso

**Figura 34.** AMEF para el control de inventarios

Modo potencial de falla	Efectos potencial	Severidad	Causas	Proceso actual				NPR	Acciones
				Control preven.	Ocurrencia	Controles de detección	Detección		
Tiempo de demora en entrega del pedido	*Queja del cliente *Pérdida de cliente *Pérdidas económicas	5	*Excesivo tiempo de búsqueda de materiales *Excesivo tiempo en el proceso de la venta	No	6	No	6	180	Reducción del tiempo de búsqueda de materiales y pasos predecesores
Artículos no acordados al pedido del cliente	*Queja del cliente *Pérdida de cliente *Pérdidas económicas	5	*Falta de control en el despacho *Falta de capacitación al personal	No	4	Revisión del encargado de despacho	6	120	Revisión del personal de almacén con la orden de venta en mano
Artículos defectuosos en la entrega al cliente	*Queja del cliente *Pérdida de cliente *Pérdidas económicas	5	*Mala manipulación de materiales *Artículos defectuosos no identificados	No	3	No	6	90	Inspección de personal de almacén de los materiales almacenados
Pedido entregado incompleto	*Queja del cliente *Pérdida de cliente *Pérdidas económicas	5	*Falta de control en el despacho *Falta de capacitación al personal	No	3	Revisión del encargado de despacho	6	90	Revisión del personal de almacén con la orden de venta en mano
Falta de disponibilidad de artículos	*Queja del cliente *Pérdida de cliente *Pérdidas económicas	5	*Deficiencia en la compra de artículos *Falta de comprensión de tendencia de consumo de los clientes	Sistema	5	No	6	150	Realizar compras con base en modelo de gestión de inventarios

Figura 35. AMEF para el despacho al cliente

Esta información va a servir para complementar a lo hallado en el QFD puesto que existen modos de efectos de falla que se relacionan entre sí y se refieren a oportunidades de mejora que abarcan más características del proceso que son deseadas por el cliente. En la tabla adjunta se han consolidado los modos potenciales de falla tomada de los cuatro AMEF que se presentaron anteriormente, donde NPR significa el nivel prioritario de riesgo de cada uno de los modos de efecto de falla encontrados en los diferentes procesos:

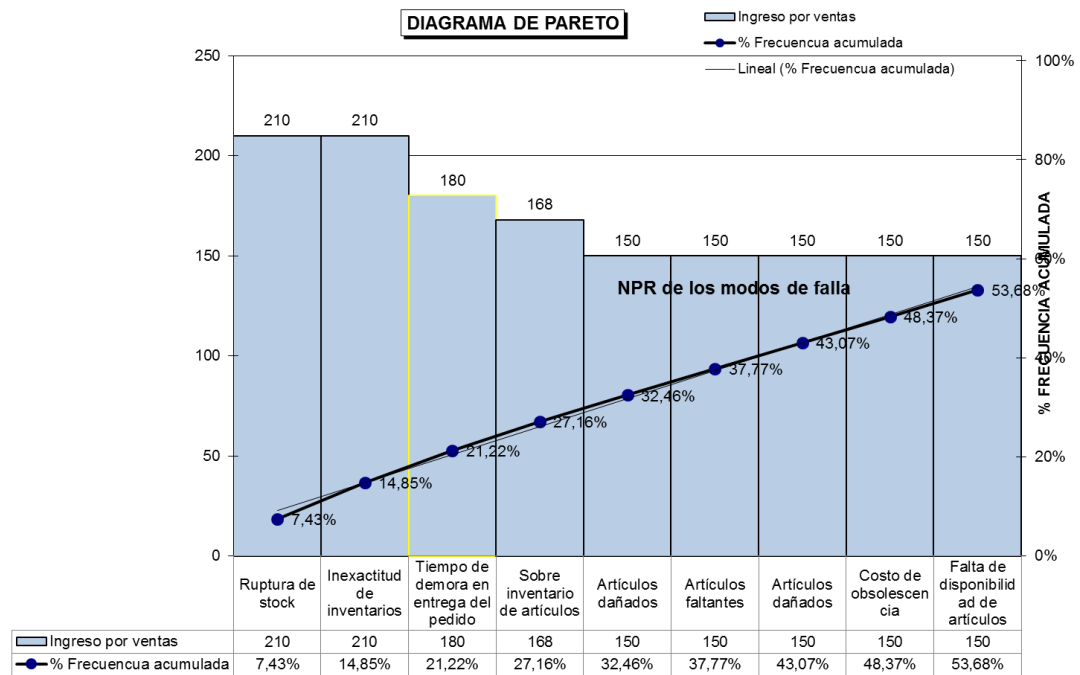
**Tabla 34**

*Consolidado de modos de efecto de falla*

Modo de efecto de falla	NPR
Ruptura de stock	210
Inexactitud de inventarios	210
Tiempo de demora en entrega del pedido	180
Sobre inventario de artículos	168
Artículos dañados	150
Artículos faltantes	150
Artículos dañados	150
Costo de obsolescencia	150
Falta de disponibilidad de artículos	150
Tiempo excesivo para búsqueda de artículos	140
Deficiente aprovechamiento de espacio de almacenamiento	140
Ineficiente uso del espacio de almacenamiento	140
Artículos no acordes al pedido del cliente	120
Accidentes laborales	90
Artículos ingresan sin guía de remisión	90
Accidentes laborales	90
Artículos defectuosos en la entrega al cliente	90
Pedido entregado incompleto	90
Robo de la mercancía	80
Falta de control en los registros	75
Falta de control en los registros	75
Artículos no cumple con las especificaciones de la orden de compra	60
Tiempo excesivo empleado por el trabajador	30
<b>Total</b>	<b>2 828</b>

Este consolidado se traslada al software Minitab a fin de realizar el análisis con el gráfico de Pareto y determinar cuáles son en los que se deben enfocar las acciones de mejora. Para esto se van a escoger aquellos modos potenciales de efectos de fallas que se encuentren por debajo del 80% del consolidado total. En la figura adjunta se muestra el resultado del análisis.





**Figura 36.** Diagrama de Pareto para los modos de falla detectados

Una vez que se han analizado los modos de efecto de falla, estos pueden ser agrupados ya que se encuentran referidos a aspectos similares y que coinciden en ciertas etapas del proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos, tal como se detalla a continuación:

- Artículos dañados por recepción o por manipulación de los mismos.
- Inexactitud del inventario
- Ruptura de stock
- Tiempo de demora en entrega de pedido
- Costos por mala gestión de inventario
- Deficiencia en la recepción de los artículos (artículos faltantes y no uso de los registros)
- Mala distribución del espacio de almacenamiento

Sobre estos ejes es que van a girar las estrategias de mejora como se va a apreciar en la siguiente fase. Puesto que cada uno de los modos de falla detectados corresponde a una característica de diseño que se debe cumplir, por lo que se deben generar las ideas de mejora en base a estos resultados que arroja el AMEF. Estos resultados permitirán entonces, a través del tratamiento de los mismos, mejorar el proceso logístico empleando otras herramientas que complementen los hallazgos.

#### 4.1.3.3 Gráfica de control por variables

Las variaciones dentro de los límites establecidos son atribuibles a causas internas, como pueden ser el volumen de la venta y el tiempo de espera en la caja para realizar el pago. Sin embargo, aquellos puntos que salen del límite de especificación superior son atribuibles a causas externas, las mismas que fueron identificadas con la herramienta QFD y que se presentan a continuación:

**Tabla 35**

*Lista de causas externas en el proceso logístico*

N°	Causas externas atribuibles
1	Stock virtual no coincide con el físico
2	No se cuenta con stock del producto
3	Material defectuoso
4	Despacho no coincide con el pedido
5	Tiempo excesivo en preparación de pedido

Puesto que se cuentan con causas externas que son identificables por el área de ventas, despacho o almacén, se diseñó una ficha de verificación en la que los trabajadores registran cada defecto según el pedido de venta. A continuación, se muestra el histórico de las ocurrencias de dichas causas y el total de las oportunidades (venta).

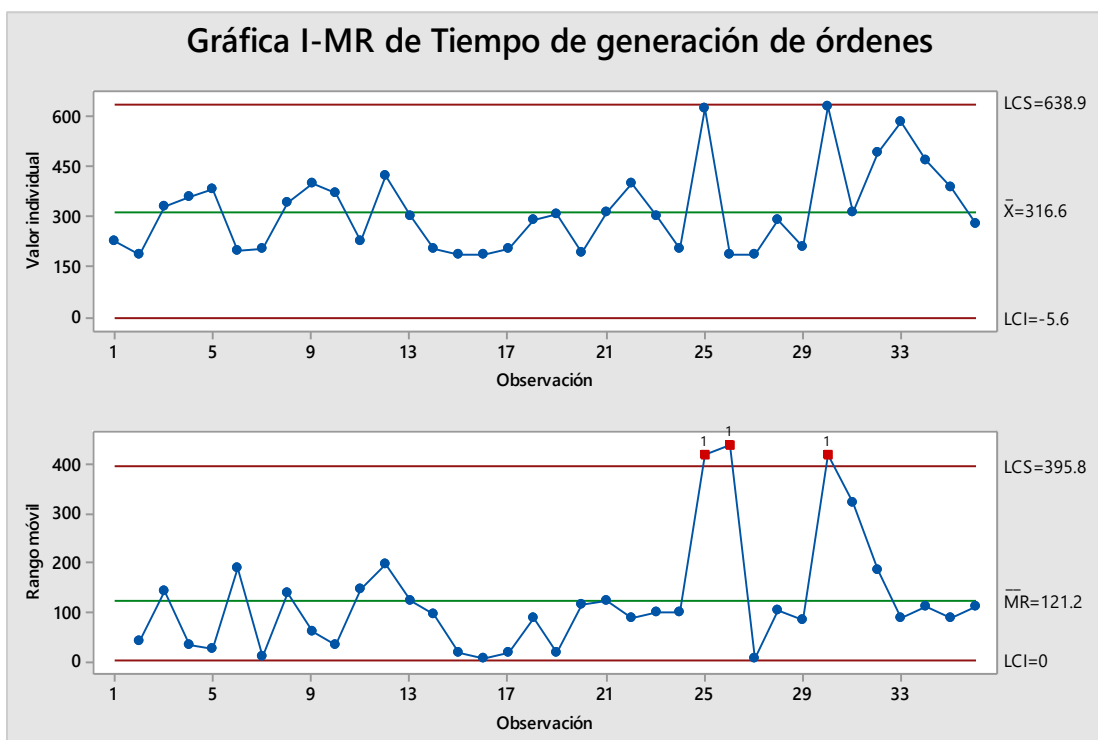
**Tabla 36**

*Ocurrencia de causas externas en el proceso logístico*

Causas externas	Ocurrencia
Stock virtual no coincide con el físico	21
No se cuenta con stock del producto	11
Material mal ubicado en almacén	15
Mal llenado de registros	4
Cliente regresó al área de exhibición	7
Demora de pago en caja	8
Problema con sistema	14
Pedido no coincide con SO	5

Ahora estos tipos de causas externas que se generan son atribuibles en ciertos pasos del proceso. Como ya se identificaron los dos pasos que aportan más al tiempo de ciclo (búsqueda de materiales y generación de la orden de venta), se debe analizar la ocurrencia de estas causas en ambos pasos. Puesto que ya en el nivel sigma se realizó la recolección de los tiempos, estos mismos se procesan en el software Minitab a fin de visualizar el comportamiento del tiempo de ciclo de proceso por cada orden de venta. En la figura adjunta se muestra el gráfico de control por variables para cada uno de los pasos.

Para el paso de generación de orden de venta se tiene lo siguiente:



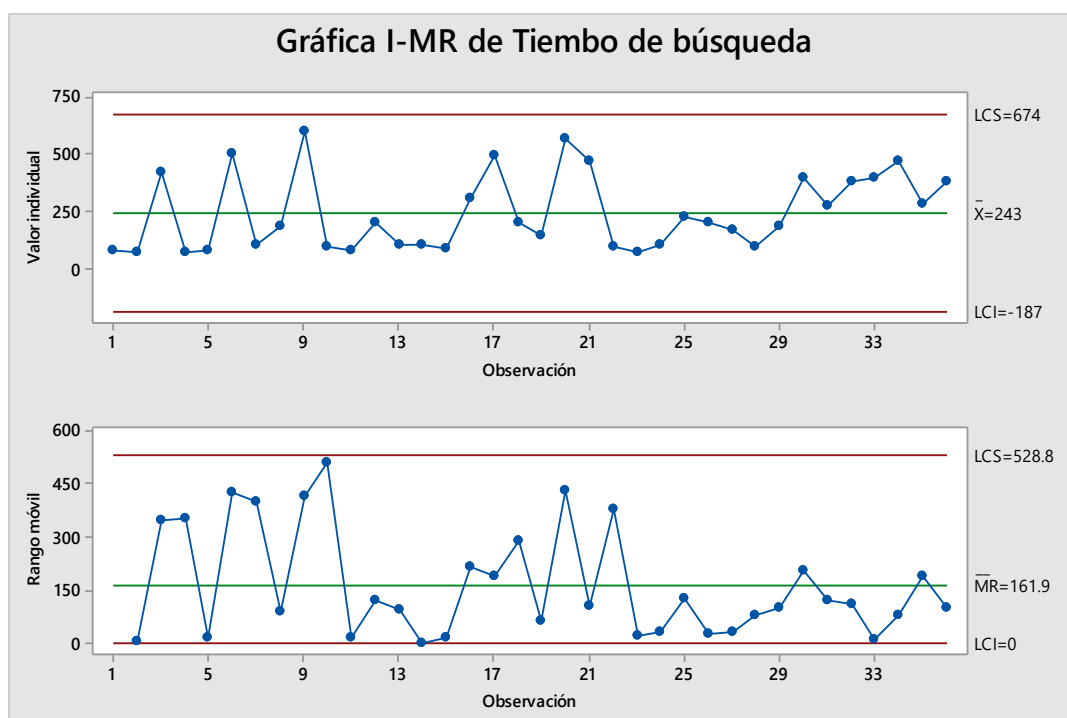
**Figura 37.** Gráfico de control de variables para la generación de órdenes de venta  
Nota. Elaborado con software Minitab

Como se observa hay tres observaciones que caen fuera del límite superior de especificación, por lo que se debe analizar a qué se debe, si se tiene en cuenta que ya se identificaron las causas que ocasionan esta variación, se procede a listar aquellas que se relacionan con la generación de órdenes de venta.

Se observó al momento de realizar el recojo de la información que en muchas ocasiones el ejecutivo de ventas al realizar una cotización primero verifica el stock del artículo en el sistema; sin embargo, en 21 ocasiones se identificó que existen problemas con el stock, ya sea debido a que figura como faltante en el sistema o en otros casos los ejecutivos de venta ya con la idea que el stock que se visualiza no necesariamente es el real, se acercan al personal de almacén o al encargado de despacho a fin que le actualicen la cantidad real y generar la orden de venta. Esto genera un tiempo de demora en este paso, además que genera la impresión en el cliente que no se tiene un control sobre la mercadería que se tiene en la empresa.

En 11 ocasiones, según las observaciones realizadas, el artículo que busca el cliente se ha agotado y no se tiene en stock. Esto ocasiona que el ejecutivo de ventas realice la consulta al encargado de despacho, quien a su vez consulta al encargado de

la tienda de Huaral a fin de determinar si se tiene el artículo. En otros casos, para asegurar la venta, se realiza la compra en tiendas aledañas, lo que no solo incrementa el tiempo del proceso, sino que también disminuye la utilidad en la venta puesto que el precio varía a lo que se tiene establecido en la empresa. El sistema también se constituye como un problema al momento de generar la orden de venta, puesto que se ha observado que la capacidad del sistema genera demoras. El cliente también retorna al área de exhibición para encontrar un artículo más acorde a su necesidad, esto también genera un incremento del tiempo en el proceso. En la siguiente figura, se muestra la gráfica de control de variables para el paso de búsqueda de materiales.



**Figura 38.** Gráfica de control de variables para la búsqueda de materiales  
Nota. Elaborado con software Minitab

En el caso de la búsqueda de materiales, también se observa que son variables las mediciones entre una orden de venta y otra, esto se debe principalmente al hecho que los pedidos son de diferente volumen y se ve afectado también por el tiempo que demora el personal de almacén en ubicar determinado artículo. Esto genera un incremento del tiempo en diez casos y en el que el cliente se encuentra esperando el pedido lo que genera incomodidad y no es un aspecto que aporta valor al proceso, tal como se identificó en la fase de definición de los requisitos de los clientes, cabe resaltar que también influye en la insatisfacción por parte del cliente interno del área de ventas que son los que tienen trato directo con el cliente externo. Estas causas que se han

identificado para cada paso son analizadas más a profundidad a continuación para posteriormente proponer las acciones de mejora que correspondan.

Lo primero que se va a analizar es el tipo de comportamiento que sigue la demanda, específicamente las cantidades vendidas de la línea de porcelanatos y cerámicos puesto que ya se definió como objeto de estudio a esta línea de productos con el análisis de Pareto respecto a los ingresos por ventas de la empresa J&S Casa y Estilos. La demanda de esta línea de productos se determina con la venta de metros cuadrados por artículo. Para calcular la cantidad de artículos vendidos se ha tenido en cuenta el formato de los productos, esto se basa en las dimensiones que tienen los porcelanato y cerámicos. Más adelante se van a detallar estos formatos a fin de escoger el tipo de presentación sobre la cual se va a trabajar el modelo de inventarios.

La data histórica que maneja la empresa se encuentra alojada en la base de datos del sistema, por lo que se han generado los reportes respectivos para la determinación de la demanda. Si bien es cierto, el uso de un sistema informática apoya en tener información en tiempo real para la toma de decisiones, este debe ser desarrollado teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios dentro de la empresa. Puesto que se ha tenido que trabajar primero con los datos a fin de expresarlos todos en una sola unidad de medida y revisar los movimientos del almacén de entradas y salidas relacionados con órdenes de venta específicos para la determinación de la demanda. Es en tal sentido, que a continuación se muestran los datos ya tratados por cada una de las semanas de estudio.

#### 4.1.3.4 Naturaleza de la demanda

La finalidad de este análisis es determinar si es posible o no la aplicación del modelo del lote económico (EOQ) para lo cual se va a emplear la ecuación de Peterson Silver, para hallar el coeficiente de variabilidad según la ecuación 3.

$$CV = \frac{n \sum_{t=1}^n D_t^2}{(\sum_{t=1}^n D_t)^2} - 1$$

Para el cálculo del coeficiente de variabilidad se emplearán los datos históricos de diciembre del 2018 a noviembre del 2019, tal como se muestra en la tabla adjunta:

**Tabla 37**  
*Ingreso por ventas para aplicación de Peterson Silver*

Año	Semana	Unidades (X)	X <sup>2</sup>
2018	49	1 134	1 286 747
	50	905	819 743
	51	1 168	1 363 552
	52	715	511 185
2019	1	817	667 373
	2	789	622 805
	3	791	626 108
	4	1 514	2 292 565
	5	1 250	1 563 610
	6	1 365	1 864 260
	7	2 381	5 667 322
	8	1 526	2 328 829
	9	1 070	1 145 294
	10	984	969 187
	11	1 628	2 651 528
	12	842	709 633
	13	1 494	2 232 116
	14	1 122	1 258 858
	15	1 461	2 133 109
	16	1 337	1 787 932
	17	1 592	2 534 403
	18	805	648 111
	19	952	906 673
	20	1 412	1 995 147
	21	925	855 897
	22	1 359	1 845 969
	23	819	670 331
	24	1 056	1 114 663
	25	1 013	1 026 946
	26	1 175	1 380 090
	27	968	936 559
	28	911	830 473
	29	1 097	1 203 221
	30	744	553 175
	31	1 289	1 662 459
	32	974	948 901
	33	1 317	1 734 172
	34	1 130	1 277 766
	35	1 234	1 521 685
	36	882	777 926
	37	1 274	1 622 822
	38	841	708 119
	39	525	275 406
	40	844	712 344
	41	1 180	1 392 582
	42	1 064	1 132 888
	43	1 564	2 444 604
	44	1 332	1 774 855
	45	1 283	1 646 269
	46	1 088	1 183 655
	47	1 108	1 228 416
	48	1 587	2 519 700
Total		59 641	73 567 984

Se tienen pues 52 períodos para calcular el coeficiente de variación, la columna  $X^2$  representa el cuadro de las ventas por cada mes. En la última fila se tienen los totales de cada una de estas columnas.

$$CV = \frac{52 * (73\ 567\ 984)}{(59\ 641)^2} - 1$$

$$CV = 0,07548 < 0,25$$

Como se observa, el valor del coeficiente es menor que 0,25 por lo que la demanda se considera determinística y se justifica el empleo del modelo EOQ, para lo cual la demanda se va a asumir como constante. Ahora entonces con base en la información histórica se va a realizar el pronóstico de las ventas que va a permitir realizar los cálculos para el modelo de gestión de inventarios.

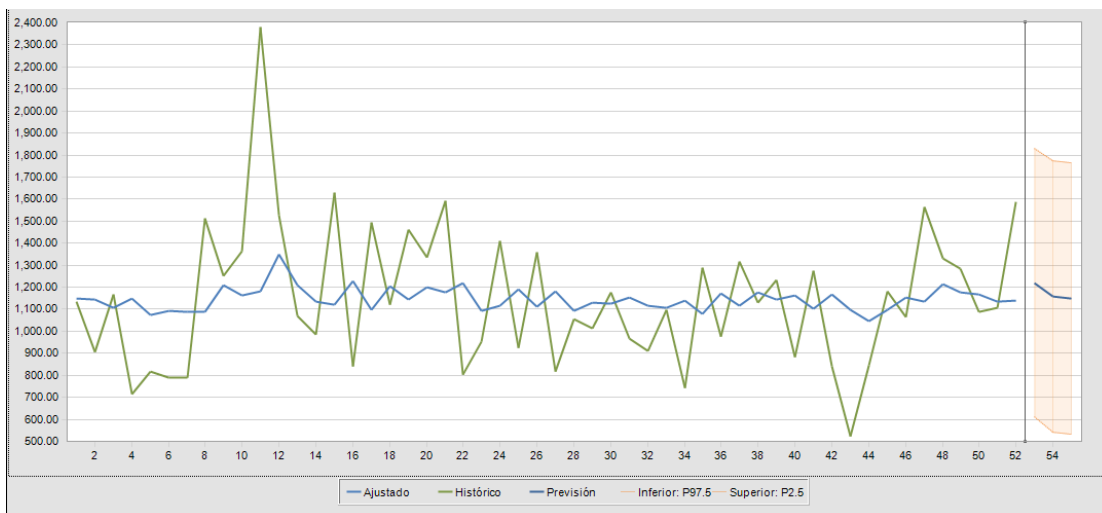
#### 4.1.3.5 Pronóstico de ventas

El pronóstico de las ventas se realiza con el software Crystal Ball, esto se realiza para analizar el comportamiento de las mismas en el siguiente período y teniendo en consideración ya la posibilidad de la aplicación del modelo de EOQ. Con el uso de la herramienta Predictor del Crystal Ball se realiza el pronóstico con diversos modelos, en la siguiente tabla se muestran los tres principales modelos empleados para la proyección. El factor de decisión del tipo de modelo se realiza en función de los valores de parámetros que cuantifiquen el error.

**Tabla 38**  
*Comparación de métodos de pronóstico*

Método	Rango	RMSE	U de Theil	Durbin Watson
ARIMA (1,0,0)	Mejor	310,96	0,7860	2,02
Suavizado exponencial simple	2°	318,59	0,8061	1,63
Tendencia desecheda no estacional	3°	318,59	0,8061	1,63

De acuerdo a lo presentado, se utiliza el método de ARIMA (p,d,q), en este caso en particular es ARIMA (1,0,0). Esto quiere decir que para el presente pronóstico se han usado un rezago (p=1) de la serie de tiempo en la ecuación, no hay orden de integración (d=0) y no usa los atrasos (q=0) de los errores de pronóstico. En la siguiente figura se muestra el pronóstico para el mes de diciembre del año 2019, a partir del cual se van a realizar los cálculos para el modelo de gestión de inventarios.



**Figura 39.** Tendencia y pronóstico de los ingresos por ventas.  
 Nota. Reporte de salida de herramienta Predictor del software Crystal Ball.

El modelo ARIMA se modela mediante ecuación a fin de hallar los valores para los períodos pronosticados. La ecuación general para los modelos ARIMA (p,0,0) se presenta de la siguiente manera:

$$y_t = a_1y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + e_t \tag{9}$$

$$y_t = a_1y_{t-1} + e_t$$

**Tabla 39**  
 Valores de las variables del modelo ARIMA (1,0,0)

Variable	Coficiente	Error estándar
AR(1)	0,1649	0,1395
Constante	957,76	

Nota. Reporte de salida de herramienta Predictor del software Crystal Ball.

Reemplazando los valores de los coeficientes que se han hallado para cada uno de las variables se tienen la siguiente ecuación para el pronóstico de las ventas de porcelanatos y cerámicos de la empresa J&S Casa y Estilos.

$$y_t = 0,1649y_{t-1} + e_t$$

En base a esta ecuación del modelo particular para el presente caso de estudio, se realiza el pronóstico para tres períodos a partir del último mes que se tiene de los datos históricos. Se tiene también una confiabilidad del 95% para los pronósticos, por lo que los valores inferiores representan el 97,5% y el 2,5% respectivamente, de esta manera se tienen los rangos que se muestran en la siguiente tabla.



**Tabla 40**  
*Pronóstico de unidades de porcelanato y cerámicos*

Periodo	Inferior: P97.5	Previsión	Superior: P2.5
53	610,11	1 219,58	1 829,06
54	541,21	1 158,92	1 776,63
55	530,98	1 148,92	1 766,85

*Nota.* Reporte de salida de herramienta Predictor del software Crystal Ball.

Para el caso del presente estudio, se va a considerar el periodo 53, que representa el mes de diciembre del año 2019. Considerando que se trata de ingresos por ventas. Una vez que se tiene ya la previsión se procede a incluir este dato en el análisis para el modelo EOQ que se trata en la siguiente fase de mejora.

#### 4.1.4 Dimensión DMAIC: Mejorar

##### 4.1.4.1 Tratamiento de los modos de falla priorizados

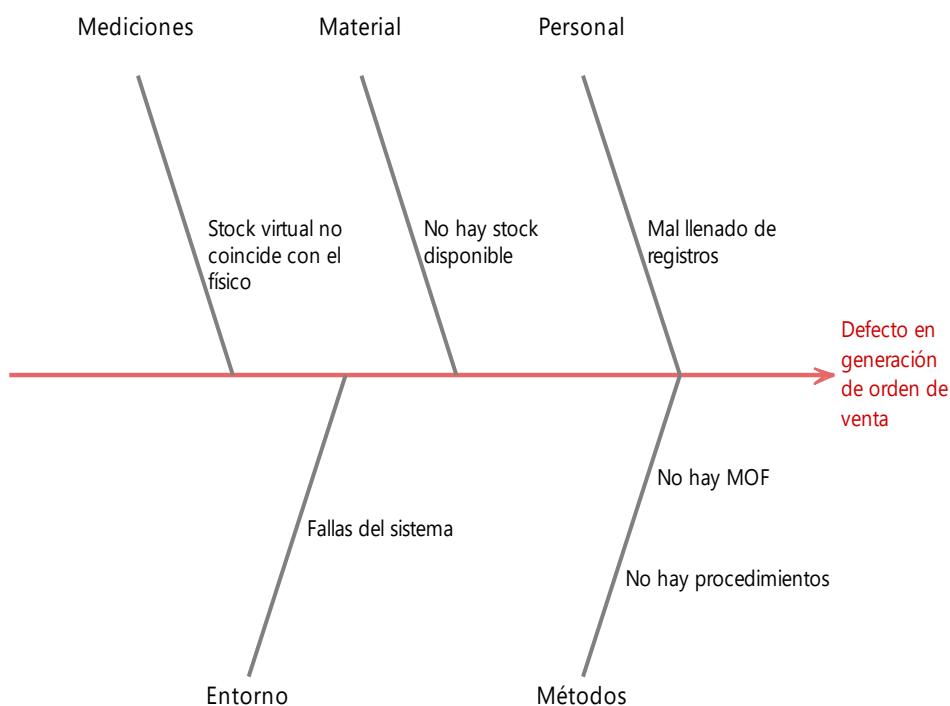
Para determinar con exactitud y claridad cuáles son aquellas acciones de mejora que se deben implementar, es necesario enfocarse en aquellos modos de falla que resultaron del análisis con el Diagrama de Pareto en la parte de análisis. Para lograr esto se va a detallar la manera en la que se pueden tratar estos hallazgos, lo cual se indica en la siguiente tabla y que luego deben ser controlados en la siguiente fase de la implementación de la estrategia Seis Sigma.

**Tabla 41**  
*Tratamiento de los modos de falla*

Hallazgo	Proceso	N°	Acción de mejora
Artículos dañados	Recepción	1	Inspección por parte de encargado
	Almacenamiento	2	Procedimiento para manipulación de materiales.
Inexactitud de inventario	Control de inventarios	3	Implementación de controles físicos para el control de inventarios.
Ruptura de stock	Control de inventarios	4	Programación de compra de material de acuerdo a un modelo EOQ.
Costos por mala gestión de inventario	Control de inventarios	5	Implementación de las acciones de mejora predecesoras referidas a control de inventarios.
Deficiencia en recepción de artículos	Recepción	6	Procedimiento para recepción de artículos.
Mala distribución de espacio de almacenamiento	Almacenamiento	7	Redistribución de los artículos en el almacén.
Tiempo de demora en entrega de pedido	Despacho	8	Reducción de tiempos parciales en base a las acciones anteriores.

Se tienen entonces ocho acciones de mejora a implementar, las mismas que se proceden a describir a continuación. En los siguientes diagramas de Ishikawa se van a determinar por cada uno de los dos procesos seleccionados con el análisis de sensibilidad, las acciones de mejora según las causas que generan los defectos en la generación de la orden de venta y en la búsqueda de materiales respectivamente. Esto a fin de actuar sobre las causas raíces que generan el bajo nivel sigma del proceso logístico.

En el primer diagrama de Ishikawa, se analiza la generación de orden de venta, como se comentó anteriormente, un grave problema es el hecho de no contar con el stock virtual actualizado según la existencia de materiales físicos en el almacén. Esto genera un retraso en esta parte del proceso, si en caso se acercara el personal de ventas donde el encargado de despacho a realizar la consulta, o simplemente generaría un error al consignar en la orden de ventar un material que no existe en físico en la tienda; esto último sería perjudicial para la realización de la venta, puesto que cabe la posibilidad de no concretarla y generar malestar en el cliente. Por otro lado, el sistema que se maneja actualmente en la empresa J&S Casa y Estilos, presenta algunos inconvenientes sobre todo de actualización de registros al momento de ser llenados. Por lo que el cliente espera mientras estas fallas del sistema de presentan.

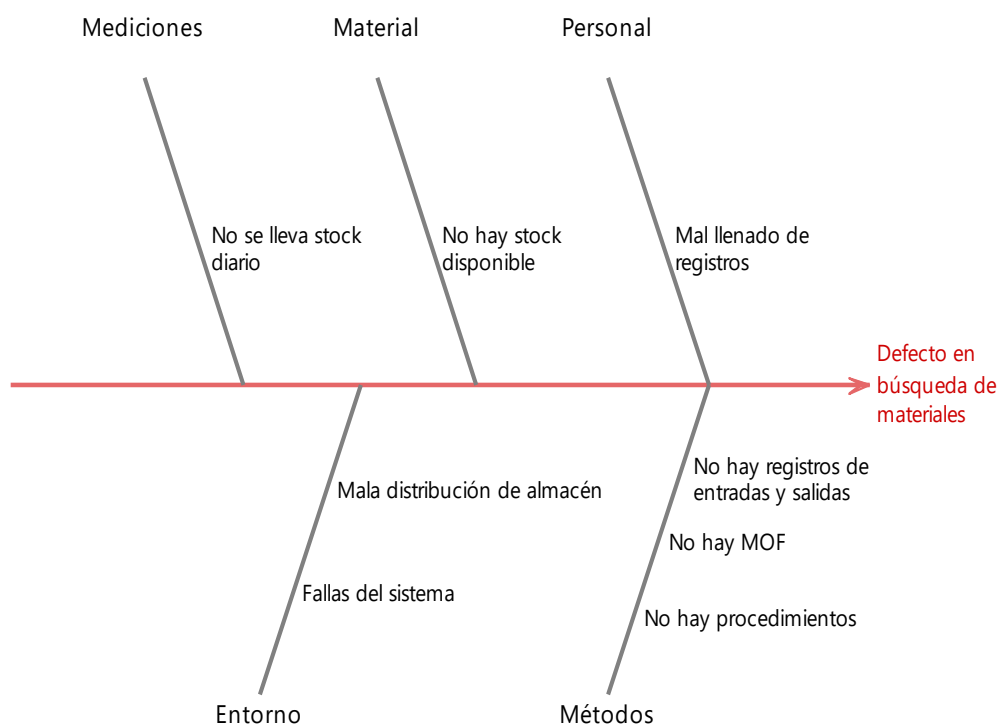


**Figura 40.** Diagrama Ishikawa generación de orden de venta

Nota. Elaborado con software Minitab

Por otro lado en la búsqueda de materiales, también se presentan inconvenientes que van ligados a la etapa de generación de orden de venta también. Como se explicó en párrafos anteriores, se tiene como una causa de los defectos que no se cuente con el stock disponible de ciertos materiales, esto ocurre generalmente por que no se planifica la compra de los materiales y los niveles de inventario. Actualmente, las compras se realizan en base a la experiencia de ventas y al pronóstico empírico que determinan los encargados de dicho proceso. Este aspecto debe verse reforzado según la demanda histórica de las ventas para realizar las proyecciones de las mismas y en base a esto recomendar el nivel de aprovisionamiento por artículo, así como establecer el punto de reorden. El pronóstico ya se realizó con el modelo ARIMA (2,0,1) por lo que queda aplicar el modelo de gestión de inventarios.

Otro aspecto se general al momento de recepcionar los materiales, puesto que no se ingresan correctamente las cantidades según el documento de entrada del proveedor y que afecta al nivel de stock que se presenta en el sistema. Para solucionar esto, es necesario estandarizar el procedimiento de recepción de materiales, a fin que el personal responsable de realizar esta actividad sepa de qué manera debe actuar y cómo debe realizar el llenado de los registros de entradas y salidas de los productos en el almacén.



**Figura 41.** Diagrama de Ishikawa para búsqueda de materiales

Nota. Elaborado con software Minitab

#### 4.1.4.2 Modelo de gestión de inventarios

Para aplicar el modelo de gestión de inventarios, se va a seleccionar el formato de cerámicos que represente la misma medida y con mayor participación en el ingreso por ventas. Para esto se realiza un análisis ABC con la información de los ingresos por ventas de cada tipo de producto, teniendo en consideración que la frecuencia representa justamente estos ingresos y que los formatos solo corresponden a los cerámicos y porcelanatos, por ser el objeto de estudio del presente trabajo. Sin embargo, una vez ya familiarizada esta metodología, se debe aplicar al resto de productos con los que cuenta la empresa.

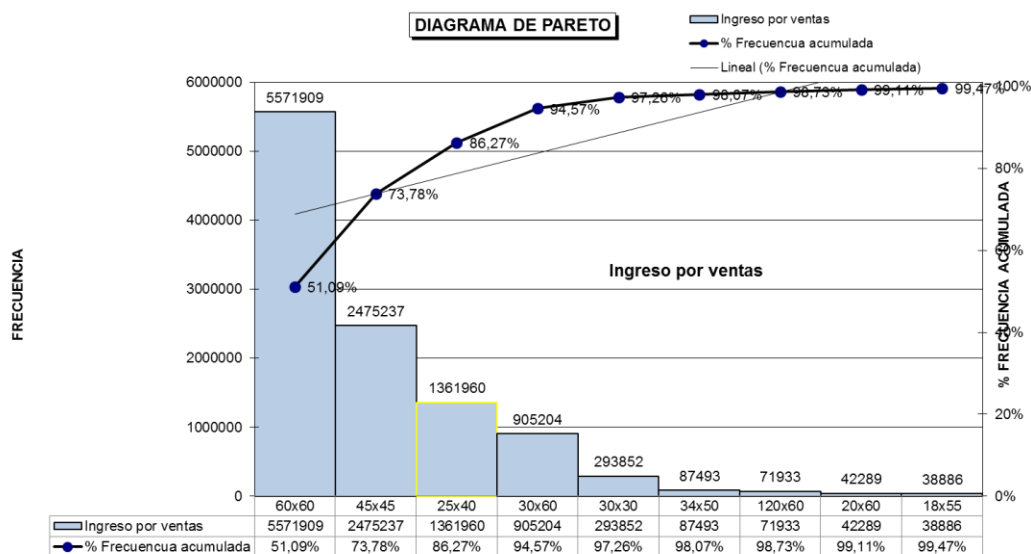
Es importante considerar que se ha realizado esta agrupación por formato en centímetros, ya que la venta en la empresa de estos artículos se realiza por área expresada en metros cuadrados y de esta manera va a resultar más sencillo realizar la conversión a unidades para el cálculo del EOQ.

**Tabla 42**

*Tabla de frecuencias de ingreso por ventas según formato de cerámico y porcelanato*

Formato en cm	Frecuencia	%	Acumulado
60x60	5571909	51,09%	51,09%
45x45	2475237	22,69%	73,78%
25x40	1361960	12,49%	86,27%
30x60	905204	8,30%	94,57%
30x30	293852	2,69%	97,26%
34x50	87493	0,80%	98,07%
120x60	71933	0,66%	98,73%
20x60	42289	0,39%	99,11%
18x55	38886	0,36%	99,47%
25x50	32391	0,30%	99,77%
20,5x61,5	9680	0,09%	99,86%
32x52	5655	0,05%	99,91%
15x60	3477	0,03%	99,94%
60x120	2240	0,02%	99,96%
15,7x31,6	1801	0,02%	99,98%
50x50	1681	0,02%	99,99%
59x59	487	0,00%	100,00%
20x30	225	0,00%	100,00%
80x80	101	0,00%	100,00%
35x50	98	0,00%	100,00%
36x36	19	0,00%	100,00%
Total	10 906 618	100%	

Una vez que se tiene la información histórica, se realiza el análisis de Pareto y se presenta en el siguiente diagrama de los acumulados de las frecuencias por ingreso de ventas.



**Figura 42.** Diagrama de Pareto para formatos de cerámicos y porcelanatos

Según los datos obtenidos se va a realizar el modelo para el formato de 60x60 cm. Para la cantidad demanda se va a tomar el porcentaje de participación del formato de 60x60 cm con respecto al pronóstico para convertir la cantidad de metros cuadrados a unidades. Se tiene que el 51,09% de la demanda corresponde al formato de 60x60 cm, por lo que se tienen 1 219 unidades de producto en el pronóstico para la primera semana de diciembre del 2019, lo que expresado para el formato es de 622 unidades semanal y 2 448 mensual. Esta demanda se va a tomar como constante para el modelo EOQ.

Teniendo ya en consideración lo descrito anteriormente, se realiza la aplicación del modelo de EOQ con los datos obtenidos en la fase de medir. Para hallar este modelo se ha considerado el uso del software WinQSB, donde se tiene la siguiente tabla de entrada de datos, donde se van a ingresar los costos obtenidos de ordenar y almacenar. De la misma manera se va a ingresar las unidades demandadas según el pronóstico que se realizó anteriormente, este se hizo de manera general; sin embargo de acuerdo al porcentaje de participación de la demanda de porcelanatos y cerámicos de la línea de pulidos se ha establecido la cantidad demandada pronosticada para el mes de diciembre de estos artículos. Toda esta información se muestra en la tabla adjunta que presenta el ingreso de los datos al software.

**Tabla 43**  
Ingreso de datos en WinQSB para EOQ

Descripción	EOQ para porcelanatos
Demanda	2 488
Costo de ordenar	2774,90
Costo de almacenar una unidad por mes	0,38
Costo unitario de escasez por mes	M
Costo unitario de escasez independiente del tiempo	
Proporción de aprovisionamiento o producción por mes	M
Tiempo de espera para una nueva orden en el mes	0,25
Costo de adquisición de una unidad sin descuento	8,60
Número de roturas de descuento (cantidades)	
Cantidad de la orden si es conocida	

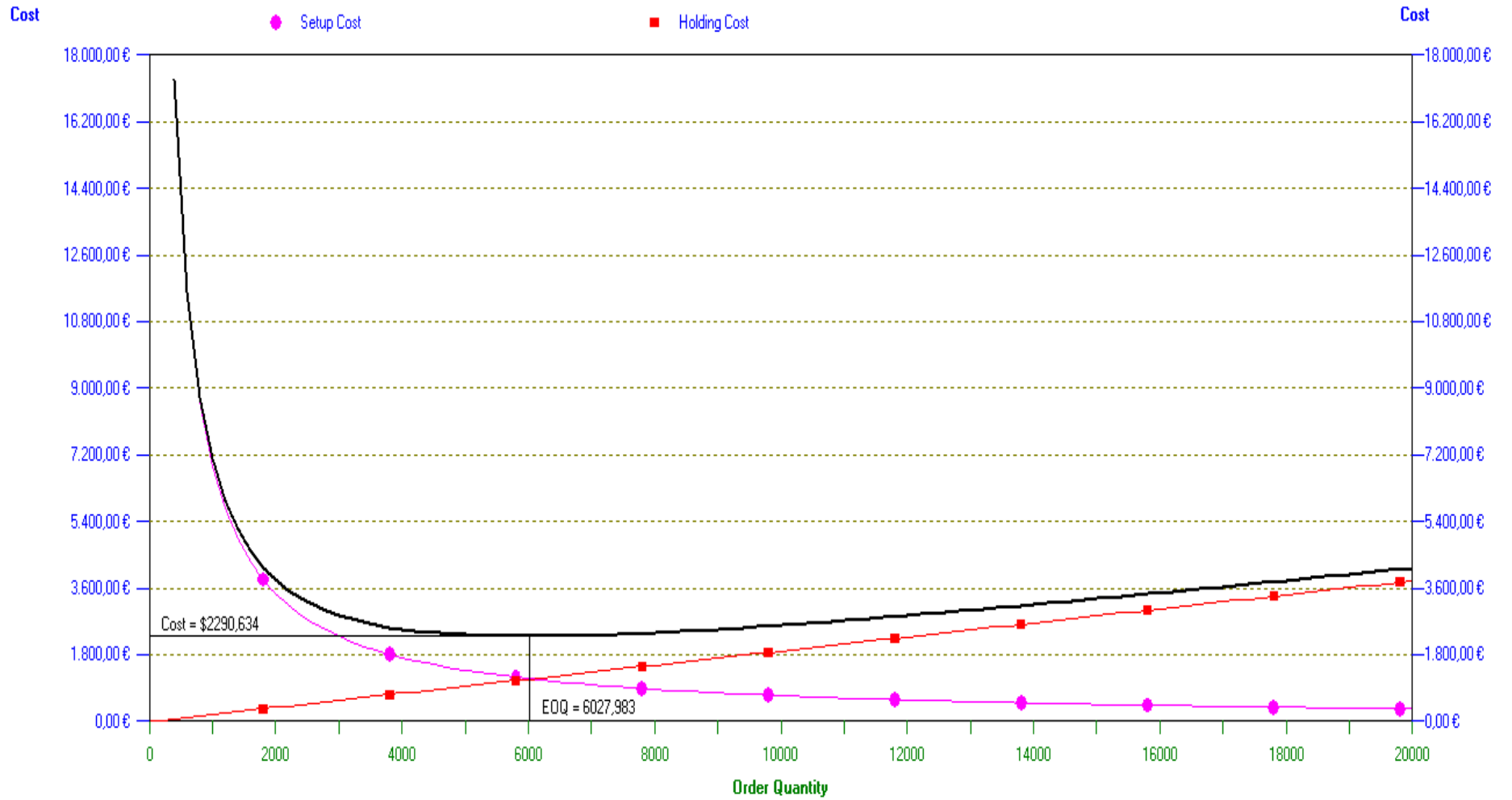
Una vez que se ingresan los datos en el software WinQSB, se resuelve y analiza el modelo de gestión de inventarios, obteniéndose el siguiente resultado que se muestra en la figura. De esto se obtiene que la cantidad de pedido es de 6 028 unidades, teniendo un punto de reorden de 620 puesto que el pedido se demora un semana en ser recepcionado desde el día del lanzamiento, por lo que se ha considerado como tiempo de espera 0,25 meses.

02-23-2020	Input Data	Value	Economic Order Analysis	Value
1	Demand per month	2488	Order quantity	6027,983
2	Order (setup) cost	\$2774,9000	Maximum inventory	6027,983
3	Unit holding cost per	\$0,3800	Maximum backorder	0
4	Unit shortage cost		Order interval in month	2,4228
5	per month	M	Reorder point	622
6	Unit shortage cost			
7	independent of time	0	Total setup or ordering cost	\$1145,3170
8	Replenishment/production		Total holding cost	\$1145,3170
9	rate per month	M	Total shortage cost	0
10	Lead time in month	0,25	Subtotal of above	\$2290,6340
11	Unit acquisition cost	\$8,6000		
12			Total material cost	\$21396,8000
13				
14			Grand total cost	\$23687,4300

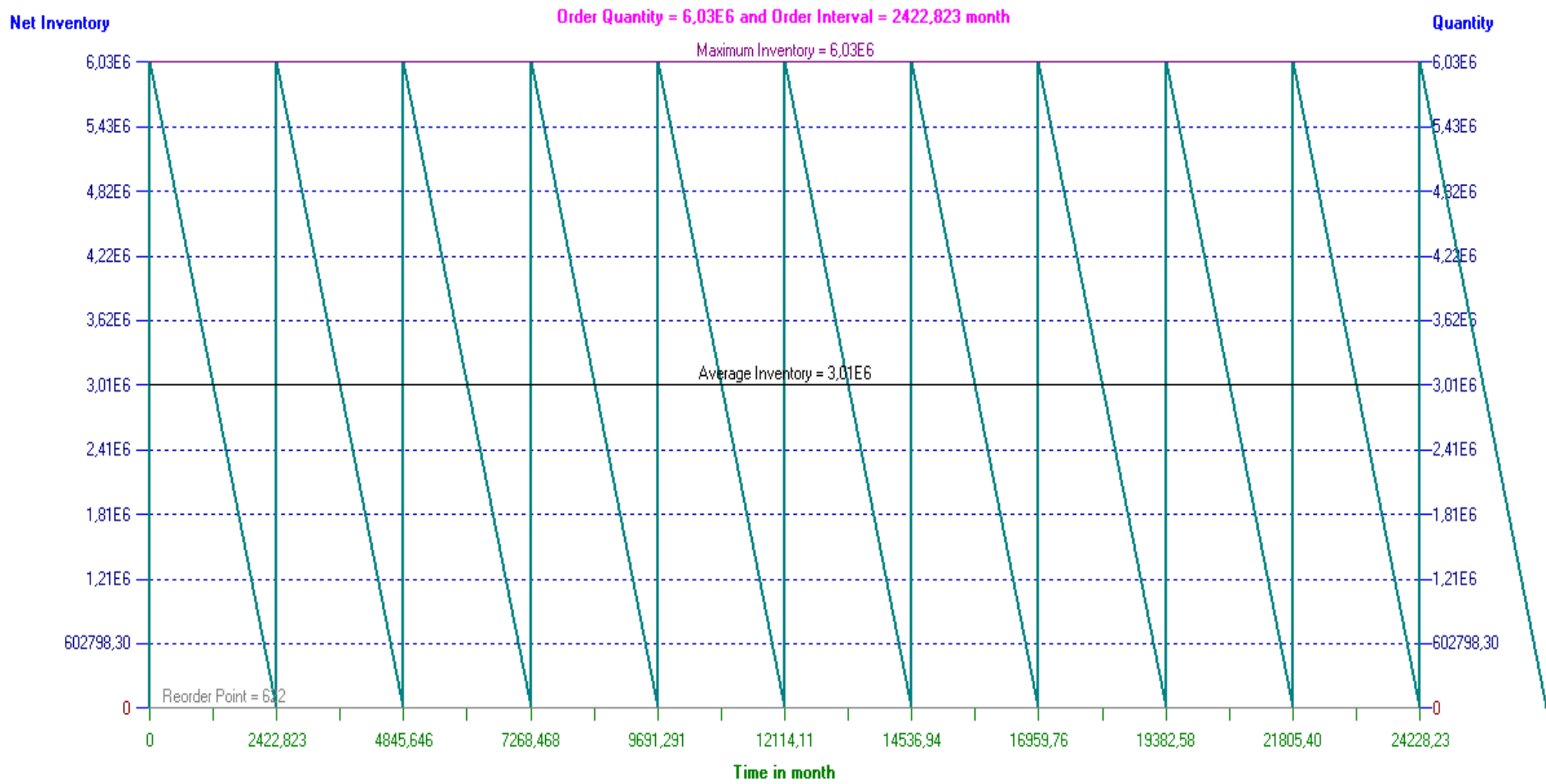
**Figura 43.** Resultado de la solución del EOQ

Nota. Elaborado con software WinQSB

El costo total es de S/. 23 687,43 considerado el costo de adquisición de los materiales. A efectos de simular los resultados con el software Crystal Ball, se va a considerar el costo total mensual, el resultado es de S/. 2 290,63 que para un año es de S/. 27 487,56. Este es el costo que se va a comparar con la salida de la simulación. Adicionalmente, a continuación se presentan las figuras obtenidas con WinQSB para visualizar tanto los costos y el lote económico de pedido, como el comportamiento que tienen de manera mensual las cantidades de inventario de los cerámicos y porcelanatos del formato 60x60 que se estudió.



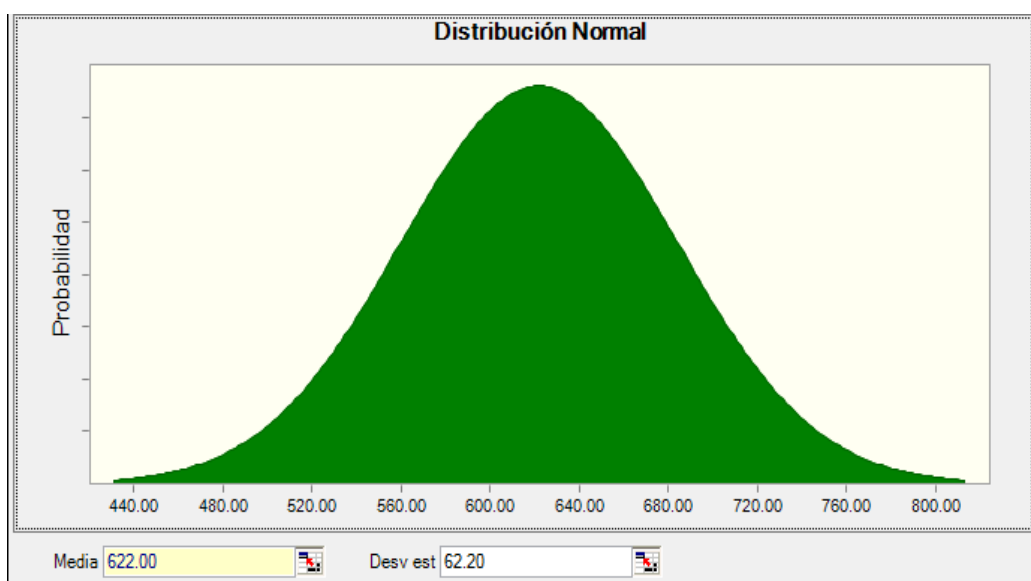
**Figura 44.** Lote económico de cerámico y porcelanato 60x60  
 Nota. Elaborado con software WinQSB



**Figura 45.** Intervalo de orden de cerámico y porcelanato 60x60  
 Nota. Elaborado con software WinQSB



Con estos resultados que se presentan se realiza la simulación con el software Crystal Ball, donde se van a simular 10 000 veces el costo anual del modelo de inventario EOQ, por este aspecto es que era necesario trabajar con la cantidad anual del costo. Sin embargo, para el ingreso de datos, se debe considerar también el período mensual para el costo de mantener una unidad en inventario, por lo que este costo va a ser de S/.0,095 por semana. La demanda también se va a considerar en semanas, por lo que el valor es de 622 y se asume como una distribución normal, por lo que la suposición queda de la siguiente manera.



**Figura 46.** Distribución normal de la demanda semanal  
Nota. Software Crystal Ball

A fin de optimizar el resultado, se definen las decisiones, que son las variables de control de cantidad de pedido y punto de reorden. Caber resaltar que la cantidad de unidades por caja de 1,44 m<sup>2</sup> de cerámicos o porcelanatos del formato 60x60, es de 4 piezas. Esto es importante para definir el intervalo mediante el cual se va a escoger las mejores soluciones al optimizar la solución. Se tiene entonces las decisiones en la siguiente tabla. La previsión se define en el costo total anual del modelo de gestión de inventarios.

**Tabla 44**  
*Descripción de las decisiones*

Nombre de decisión	Valor	Límite inferior	Límite superior	Paso
Cantidad de pedido	6 028	5 800	6 200	4
Punto de reorden	620	600	640	4

Cantidad de pedido	6 028	unidades
Punto de reorden	622	unidades
Inventario inicial	6 028	unidades
Lead time	1	semanas

Costo ordenar	\$ 2 775
Costo de mantener	\$ 0,10

Costo total anual			
\$ 13 443	\$ 13 875	\$ -	\$ 27 317

### Simulación de inventario

Week	Beg		Order Rec'd	Units Rec'd	Dmd	End Inv	Lost Sales	Order Placed?	Ending			Order Cost (S/.)	Total Cost (S/.)
	Inv	Pos							Inv	Week Due	Hold Cost (S/.)		
1	6028	6028		0	622	5406	0	FALSO	5406	0	513,57	-	514
2	5406	5406		0	622	4784	0	FALSO	4784	0	454,48	-	454
3	4784	4784	FALSO	0	622	4162	0	FALSO	4162	0	395,39	-	395
4	4162	4162	FALSO	0	622	3540	0	FALSO	3540	0	336,30	-	336
5	3540	3540	FALSO	0	622	2918	0	FALSO	2918	0	277,21	-	277
6	2918	2918	FALSO	0	622	2296	0	FALSO	2296	0	218,12	-	218
7	2296	2296	FALSO	0	622	1674	0	FALSO	1674	0	159,03	-	159
8	1674	1674	FALSO	0	622	1052	0	FALSO	1052	0	99,94	-	100

**Figura 47.** Hoja de cálculo para modelo EOQ semanas 1 al 8

Nota. Software Crystal Ball

9	1052	1052	FALSO	0	622	430	0	VERDADERO	6458	11	40,85	2 775	2 816
10	6458	430	FALSO	0	622	0	192	FALSO	6028	0	-	-	-
11	6028	0	VERDADERO	6028	622	5406	0	FALSO	5406	0	513,57	-	514
12	5406	5406	FALSO	0	622	4784	0	FALSO	4784	0	454,48	-	454
13	4784	4784	FALSO	0	622	4162	0	FALSO	4162	0	395,39	-	395
14	4162	4162	FALSO	0	622	3540	0	FALSO	3540	0	336,30	-	336
15	3540	3540	FALSO	0	622	2918	0	FALSO	2918	0	277,21	-	277
16	2918	2918	FALSO	0	622	2296	0	FALSO	2296	0	218,12	-	218
17	2296	2296	FALSO	0	622	1674	0	FALSO	1674	0	159,03	-	159
18	1674	1674	FALSO	0	622	1052	0	FALSO	1052	0	99,94	-	100
19	1052	1052	FALSO	0	622	430	0	VERDADERO	6458	21	40,85	2 775	2 816
20	6458	430	FALSO	0	622	0	192	FALSO	6028	0	-	-	-
21	6028	0	VERDADERO	6028	622	5406	0	FALSO	5406	0	513,57	-	514
22	5406	5406	FALSO	0	622	4784	0	FALSO	4784	0	454,48	-	454
23	4784	4784	FALSO	0	622	4162	0	FALSO	4162	0	395,39	-	395
24	4162	4162	FALSO	0	622	3540	0	FALSO	3540	0	336,30	-	336
25	3540	3540	FALSO	0	622	2918	0	FALSO	2918	0	277,21	-	277
26	2918	2918	FALSO	0	622	2296	0	FALSO	2296	0	218,12	-	218
27	2296	2296	FALSO	0	622	1674	0	FALSO	1674	0	159,03	-	159
28	1674	1674	FALSO	0	622	1052	0	FALSO	1052	0	99,94	-	100
29	1052	1052	FALSO	0	622	430	0	VERDADERO	6458	31	40,85	2 775	2816
30	6458	430	FALSO	0	622	0	192	FALSO	6028	0	-	-	-
31	6028	0	VERDADERO	6028	622	5406	0	FALSO	5406	0	513,57	-	514
32	5406	5406	FALSO	0	622	4784	0	FALSO	4784	0	454,48	-	454

**Figura 48.** Hoja de cálculo para modelo EOQ semanas 9 al 32

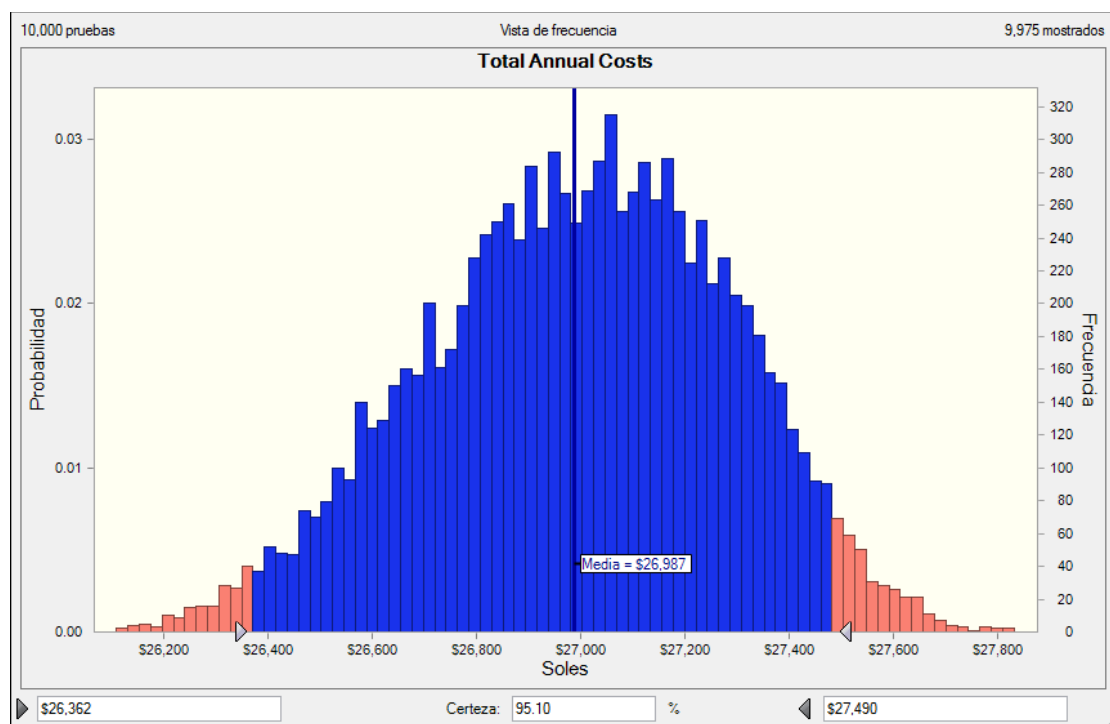
Nota. Software Crystal Ball

<b>33</b>	4784	4784	FALSO	0	622	4162	0	FALSO	4162	0	395,39	-	395
<b>34</b>	4162	4162	FALSO	0	622	3540	0	FALSO	3540	0	336,30	-	336
<b>35</b>	3540	3540	FALSO	0	622	2918	0	FALSO	2918	0	277,21	-	277
<b>36</b>	2918	2918	FALSO	0	622	2296	0	FALSO	2296	0	218,12	-	218
<b>37</b>	2296	2296	FALSO	0	622	1674	0	FALSO	1674	0	159,03	-	159
<b>38</b>	1674	1674	FALSO	0	622	1052	0	FALSO	1052	0	99,94	-	100
<b>39</b>	1052	1052	FALSO	0	622	430	0	VERDADERO	6458	41	40,85	2 775	2 816
<b>40</b>	6458	430	FALSO	0	622	0	192	FALSO	6028	0	-	-	-
<b>41</b>	6028	0	VERDADERO	6028	622	5406	0	FALSO	5406	0	513,57	-	514
<b>42</b>	5406	5406	FALSO	0	622	4784	0	FALSO	4784	0	454,48	-	454
<b>43</b>	4784	4784	FALSO	0	622	4162	0	FALSO	4162	0	395,39	-	395
<b>44</b>	4162	4162	FALSO	0	622	3540	0	FALSO	3540	0	336,30	-	336
<b>45</b>	3540	3540	FALSO	0	622	2918	0	FALSO	2918	0	277,21	-	277
<b>46</b>	2918	2918	FALSO	0	622	2296	0	FALSO	2296	0	218,12	-	218
<b>47</b>	2296	2296	FALSO	0	622	1674	0	FALSO	1674	0	159,03	-	159
<b>48</b>	1674	1674	FALSO	0	622	1052	0	FALSO	1052	0	99,94	-	100
<b>49</b>	1052	1052	FALSO	0	622	430	0	VERDADERO	6458	51	40,85	2 775	2 816
<b>50</b>	6458	430	FALSO	0	622	0	192	FALSO	6028	0	-	-	-
<b>51</b>	6028	0	VERDADERO	6028	622	5406	0	FALSO	5406	0	513,57	-	514
<b>52</b>	5406	5406	FALSO	0	622	4784	0	FALSO	4784	0	454,48	-	454

**Figura 49.** Hoja de cálculo para modelo EOQ semanas 33 al 52

Nota. Software Crystal Ball

Las celdas de verdadero y falso señalan en qué semana se está lanzando un pedido y también en qué semana se recepciona dicho pedido en el almacén. Puesto que ya se tienen los datos de decisiones, suposiciones y la previsión establecidos en la hoja de cálculo, se realiza la simulación en 10 000 casos del costo total anual. Una vez que se ha ejecutado la simulación, se muestra la siguiente figura de la vista de frecuencias y las estadísticas que arrojan la simulación a un 95,10% de certeza. Los intervalos que se muestran representan los valores de acuerdo al valor de la certeza que se ha seleccionado.



**Figura 50.** Vista de frecuencias de la simulación del costo total anual  
Nota. Elaborado con software Crystal Ball

Se observa entonces que para un nivel de certeza del 95,10% los valores del costo total anual del modelo de inventarios EOQ para los cerámicos y porcelanatos del formato de 60x60 se encuentra dentro del intervalo de S/. 26 362 y S/.27 490. Esta diferencia con el software WinQSB se debe a que se han simulado 10 000 veces el resultado estático del EOQ, teniendo en cuenta la distribución de probabilidad normal de la demanda promedio semanal de los productos establecidos. A continuación se muestra el valor de las estadísticas para esta simulación, donde se observa por ejemplo que la media del costo total anual es de S/. 26 987 para el modelo de inventario seleccionado en la simulación.

**Tabla 45**  
*Estadísticas de la simulación del costo total anual*

Estadística	Valores de previsión
Pruebas	10 000
Caso base	S/. 27 317
Media	S/. 26 987
Mediana	S/. 27 006
Desviación estándar	S/. 314
Varianza	S/. 98 561
Sesgo	-1,51
Curtosis	14,55
Coficiente de variación	0,0116
Mínimo	S/. 23 972
Máximo	S/. 27 830
Error estándar medio	S/. 3

*Nota.* Elaborado con software Crystal Ball

Este resultado se procede a optimizar con la herramienta OptQuest de Crystal Ball, son 15 escenarios de 10 000 simulaciones cada uno, lo que se quiere es que el costo total (C), que se encuentra en función de la cantidad de pedido y el punto de reorden se minimice, teniendo en cuenta que para el formato el número de piezas por caja es de cuatro unidades. Para lo cual se tiene la siguiente función objetivo.

$$\text{Min} \frac{\sum_{i=1}^{n=52} C_n(Q, R)}{n} \quad (10)$$

Donde n representa el número de las semanas, por lo tanto  $C_n$  representa el costo total en determinada semana. La Q, representa la cantidad de pedido, que inicialmente es de 6 028 unidades y R, el punto de reorden, cuyo valor inicial es de 622 unidades, según lo determinado por el software WinQSB, además se tienen como restricciones para estas variables lo siguientes:

$$5\,800 \leq Q \leq 6\,200$$

$$600 \leq R \leq 640$$

Considerar también que para cada iteración en la que se busque la mejor solución, el aumento de la cantidad de pedido Q y el punto de reorden R debe ser de cuatro unidades. Entonces se procede a ejecutar la herramienta OptQuest del Crystal Ball para hallar la mejora solución en 15 escenarios con simulaciones de 10 000 veces cada uno, lo cual se muestra a continuación.

Se analizaron 15 soluciones totales, sin embargo algunas de ellas no son factibles y por eso se han escogido solo las cuatro mejores soluciones, que se presentan en la tabla adjunta. A partir de la solución número siete, ya no se encuentra una mejora solución por lo que el análisis se estabiliza.

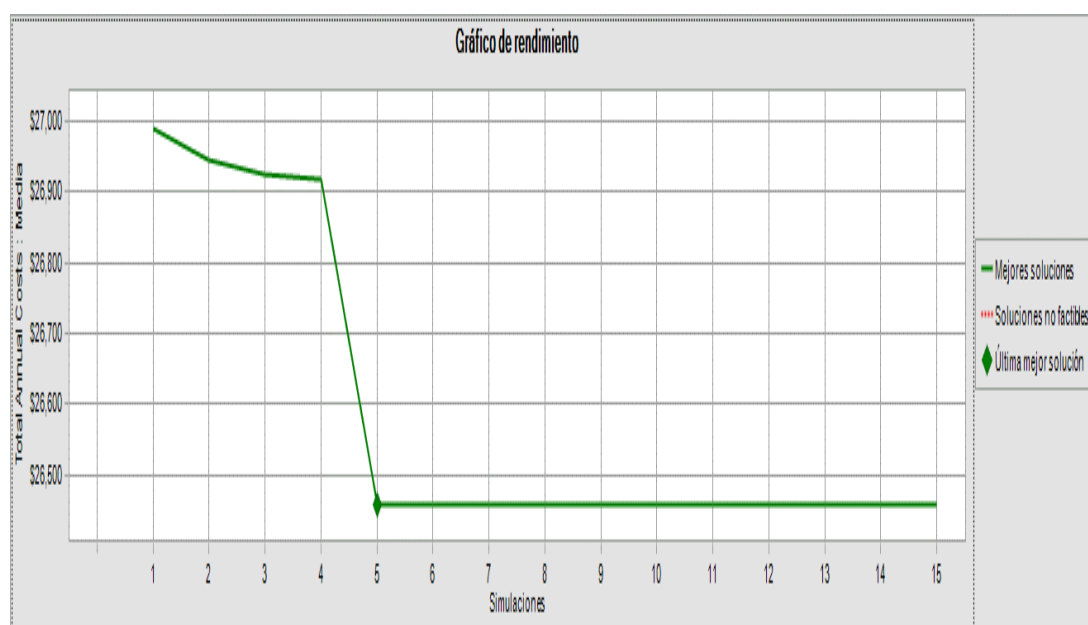
**Tabla 46**

*Nuevas mejores soluciones al costo total anual*

Rango	N° de solución	Costo total	Cantidad de pedido	Punto de reorden
5	1	S/. 26 987	6 028	620
4	2	S/. 26 945	6 000	620
3	3	S/. 26 924	5 988	620
2	4	S/. 26 917	5 984	620
1	5	S/. 26 460	5 800	600

*Nota.* Elaborado con software Crystal Ball

En la figura siguiente se puede observar cómo se van comportando las mejores soluciones de acuerdo a lo que la herramienta OptQuest va encontrando. La mejor solución es aquella en la que la cantidad de pedido es de 5 800 unidades y el punto de reorden es de 600 unidades, esto representa un costo total anual de S/. 26 460, reduciendo entonces lo que se tenía inicialmente con la cantidad de pedido de 6 028 unidades y punto de reorden de 620 unidades con un costo total anual promedio de S/. 26 987.



**Figura 51.** Gráfica de rendimiento de las soluciones

*Nota.* Elaborado con herramienta OptQuest del software Crystal Ball

La propuesta es entonces trabajar con esta última solución luego de haber simulado 15 escenarios unas 10 000 veces por cada uno, a diferencia de la solución

obtenida con WinQSB que es un resultado estático. Sin embargo, ha servido como insumo para la simulación con Crystal Ball. Ahora puesto que ya se tiene el aspecto relacionado con el modelo de gestión de inventario, se procede a determinar la nueva distribución del almacén para disminuir los movimientos al momento de buscar los materiales según las órdenes de venta.

#### 4.1.4.3 Nueva distribución del almacén

La nueva distribución de almacén toma en cuenta tanto la rotación de los materiales, así como la relación que existen entre ellos. Para esto se ha empleado el software WinQSB. De acuerdo a la información que brinda el sistema, acerca de los movimientos de cada material, ha sido posible realizar la siguiente tabla; en el que se muestra justamente la rotación de los artículos en general del almacén. Se ha tomado como base de estudio un año. Así mismo, se han observado cuantas unidades de cada estante han pasado al sector de inmovilizados, ya sea porque han sido descontinuados y el proveedor no ha vuelto a producir otro lote con las mismas características o porque no han logrado ser vendidos durante un período de tiempo y han sido retirado de los mostradores.

**Tabla 47**

*Entradas y salidas de las áreas de almacén*

Área	Salidas	Entradas	Inmovilizados
Estante 1	28 743	29 763	
Estante 2	29 171	19 370	
Estante 3	8 264	7 286	
Estante 4	6 035	5 177	
Estante 5	7 432	6 561	59
Estante 6	20 703	37 774	64
Lavatorio y urinario	432 831	403 161	
Pegamento	52 876	48 100	
Pegamento y fragua	419 504	385 923	
Sanitario, asiento y pedestal	12 493	48 294	
Tablones	615	392	
Porcelanato I	2 315	513	
Piso cerámico	12 867	11 401	128
Pared cerámico	45 828	46 355	
Porcelanato II	4 387	3 200	
Cerámico	43 611	42 658	
Porcelanato III	755	554	
Porcelanato IV	10 842	38 184	92



Posteriormente que se tienen ya definidos los sectores, se realiza un análisis de las relaciones que existen entre las áreas de almacenamiento a fin de determinar si existen lugares fijos que se deben mantener de la distribución actual. Primero se muestra en la siguiente tabla las mediciones de las áreas de la distribución actual del almacén, lo que se muestra en la siguiente tabla con los datos.

**Tabla 48**  
*Dimensiones de las áreas de almacén*

Zona	Almacenado	Largo (m)	Ancho (m)
Pasadizo	Pegamento y fragua	8,5	1,58
	Despacho	5,80	3,6
P	Estante 6 (Pepelma, listelos)	11,5	1,5
	Estante 5 (Decorados)	5	1,5
	Lavatorio y urinario	10	2,32
	Sanitario, asiento y pedestal	14,5	1
B	Porcelanato	13	1
	Piso cerámico	16	1,58
	Pegamento	10,4	1,15
	Pared cerámico	13,42	1,5
	Carga y descarga	4,65	4,5
	Porcelanato	7	1,58
C	Tablones	7,25	1,5
	Porcelanato	7,25	1,5
	Cerámico	5,75	2,25
A	Estante 1 (Listones)	5,75	1,3
	Estante 2 (Accesorios)	3,6	1,5
	Estante 3 (Lápices)	5,75	1,3
	Estante 4 (Accesorios)	4,85	1,5
	Porcelanato	5,75	1,3
	Porcelanato	5,75	1,3
X	Producto inmovilizado	9	1,5
Módulo		8,75	5
Rampa		5	3

Del layout actual, se tienen que obtener las coordenadas de la distribución. Para esto se ha empleado Excel, a fin de servir como guía para determinar las coordenadas; ya que cada celda representa 1 m<sup>2</sup> del layout del almacén. Por lo que se tiene escalado el tamaño real del almacén.

Se han considerado también dos áreas como el módulo que existe en el almacén y la rampa, puesto que en el caso se realice la movilización de las otras áreas, las descritas anteriormente deberán permanecer fijas puesto que son construcciones del almacén y

que si en caso se decidieran mover se generaría un costo mayor por derribar y volver a levantarlas. Más adelante se detallará en la hoja de cálculo para la determinación de la solución, estas áreas como fijas. A continuación, se muestra el sistema de coordenadas elaborado en Excel, con sus respectivos rótulos, esta información va a ser ingresada al software WinQSB como se detalla más adelante.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18								
1	Porcelanato (1,1)-(1,9)												Módulo (2,13)-(5,18)													
2	Piso cerámico (2,1)-(14,1)																									
3		Pegamento (3,3)-(3,9)																								
4																										
5														Tablones (5,13)-(5-17)				Inmovilizado (5,18)-(11,18)								
6										Porcelanato (7,9)-(11,9)																
7				Carga y descarga (8,4)-(11,6)									Porcelanato (7,13)-(7,17)													
8																										
9																										
10																										
11														Cerámico (11,12)-(12,15)												
12																										
13																				Est4 (13,18)-(16,18)						
14												Rampa (13,11)-(16,12)		Est3 (14,13)-(14,16)												
15	Pared cerámico (15,1)-(15,9)																									
16	Banitorio, asiento, pedestal(16,1)-(16,10)									Est7(16,8)-(16,10)			Porcelanato(16,13)-(16,16)													
17																										
18	Est5(19,1)-(22,1)		Lavatorios y urinario (18,3)-(19,9)											Porcelanato(18,13)-(18,16)				Est 2(18,18)-(20,18)								
19																										
20													Est1 (20,13)-(20,16)													
21			Est 6 (21,3)-(21,10)																							
22									Pegamento, fragua(23,9)-(29,9)																	
23	Exhibición (23,1)-(28,7)																									
24																										
25																										
26																										
27																				Despacho(27,11)-(29,14)						
28																										

Figura 52. Layout inicial del almacén

A fin de realizar el análisis con el software WinQSB, se va a codificar a cada sector de acuerdo a una letra que se va a ingresar en la hoja de cálculo inicial del programa. De esta forma se van a determinar las coordenadas para cada área de una manera más sencilla, tomando como referencia a las celdas. Entonces las coordenadas para cada área del almacén quedan determinadas de la siguiente manera.

**Tabla 49**  
*Coordenadas de las áreas del almacén*

Código	Almacenado	Coordenadas
A	Pegamento y fragua	(23,9)-(29,29)
B	Despacho	(27,11)-(29,14)
C	Estante 6 (Pepelma, listelos)	(21,3)-(21,10)
D	Estante 5 (Decorados)	(19,1)-(22-1)
E	Lavatorio y urinario	(18,3)-(19,9)
F	Sanitario, asiento y pedestal	(16,1)-(16-7)
G	Porcelanato I	(1,1)-(1,9)
H	Piso cerámico	(2,1)-(14,1)
I	Pegamento	(3,3)-(3,9)
J	Pared cerámico	(15,1)-(15,9)
K	Carga y descarga	(8,4)-(11,6)
L	Porcelanato	(7,9)-(11,9)
M	Tablones	(5,13)-(5-17)
N	Porcelanato II	(7,13)-(7,17)
O	Cerámico	(11,12)-(12,15)
P	Estante 1 (Listones)	(20,13)-(20,16)
Q	Estante 2 (Accesorios)	(18,18)-(20,18)
R	Estante 3 (Lápices)	(14,13)-(14,16)
S	Estante 4 (Accesorios)	(13,18)-(16,18)
T	Porcelanato III	(18,13)-(18,16)
U	Porcelanato IV	(16,13)-(16,16)
V	Producto inmovilizado	(5,18)-(11,18)
W	Módulo	(2,13)-(5,18)
X	Rampa	(13,11)-(16,12)

Anteriormente, se identificaron aquellas áreas que deben quedar fijas y que se van a declarar como tales al momento de ingresar los datos para el análisis con el software. Los datos ingresados en el programa se muestran en la siguiente tabla. Cabe resaltar que las salidas han sido registradas en el área de despacho (B) puesto que ahí se realiza la entrega al cliente y las entradas en el área de carga y descarga (K) porque de ahí se distribuyen para los estantes y las demás áreas.

r <sup>c</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	G	G	G	G	G	G	G	G	G				W	W	W	W	W	W
2	H												W					W
3	H		I	I	I	I	I	I	I				W					W
4	H												W					W
5	H												W	W	W	W	W	W
6	H																	V
7	H								L				N	N	N	N	N	V
8	H			K	K	K			L									V
9	H			K		K			L									V
0	H			K		K			L									V
1	H			K	K	K			L			O	O	O	O			V
2	H											O	O	O	O			
3	H										X	X						S
4	H										X	X	R	R	R	R		S
5	J	J	J	J	J	J	J	J	J		X	X						S
6	F	F	F	F	F	F	F				X	X	U	U	U	U		S
7																		
8			E	E	E	E	E	E	E				T	T	T	T		Q
9	D		E	E	E	E	E	E	E									Q
0	D												P	P	P	P		Q
1	D		C	C	C	C	C	C	C									
2	D								A									
3									A									
4									A									
5									A									
6									A									
7									A	B	B	B	B					
8									A	B	B	B	B					

Figura 53. Layout inicial del almacén de la empresa J&S Casa y Estilos

Nota. Elaborado con WinQSB

**Tabla 50***Distancia entre áreas en layout inicial*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
A	0,00	4,03	5,59	9,71	8,08	11,18	25,32	19,70	23,19	11,70	16,98	17,00	21,84	19,92	15,18	8,14	11,40	13,20	14,60	9,71	11,41	20,12	23,42	11,77
B	4,03	0,00	9,22	13,73	11,51	14,71	28,02	23,07	25,83	15,01	19,96	19,32	23,14	21,15	16,53	8,25	10,55	14,14	14,58	10,20	12,17	20,74	24,68	13,54
C	5,59	9,22	0,00	5,52	2,55	5,59	20,06	14,12	18,01	6,18	11,60	12,26	18,12	16,38	11,80	8,06	11,67	10,63	13,21	8,54	9,43	17,36	19,68	8,20
D	9,71	13,73	5,52	0,00	5,39	5,41	19,91	12,50	18,20	6,80	11,70	14,01	20,89	19,45	15,40	13,51	17,07	14,98	18,03	13,73	14,23	21,10	22,34	12,09
E	8,08	11,51	2,55	5,39	0,00	3,20	17,53	11,63	15,50	3,64	9,06	9,96	16,22	14,60	10,26	8,63	12,01	9,62	12,65	8,51	8,86	15,95	17,76	6,80
F	11,18	14,71	5,59	5,41	3,20	0,00	15,03	8,54	13,15	1,41	6,58	8,60	15,56	14,21	10,51	11,24	14,32	10,69	14,08	10,69	10,50	16,12	16,99	7,65
G	25,32	28,02	20,06	19,91	17,53	15,03	0,00	8,06	2,24	14,00	8,50	8,94	10,77	11,66	13,51	21,24	22,20	16,10	18,74	19,47	17,76	14,76	10,79	14,98
H	19,70	23,07	14,12	12,50	11,63	8,54	8,06	0,00	7,07	8,06	4,27	8,06	14,32	14,04	12,98	18,06	20,25	14,77	18,20	16,80	15,69	17,00	15,18	12,35
I	23,19	25,83	18,01	18,20	15,50	13,15	2,24	7,07	0,00	12,04	6,58	6,71	9,22	9,85	11,34	19,01	20,00	13,90	16,62	17,24	15,53	13,00	9,51	12,75
J	11,70	15,01	6,18	6,80	3,64	1,41	14,00	8,06	12,04	0,00	5,50	7,21	14,14	12,81	9,19	10,74	13,60	9,55	13,01	9,96	9,55	14,76	15,57	6,52
K	16,98	19,96	11,60	11,70	9,06	6,58	8,50	4,27	6,58	5,50	0,00	4,03	10,97	10,31	8,73	14,16	16,10	10,51	13,93	12,75	11,51	13,09	12,09	8,20
L	17,00	19,32	12,26	14,01	9,96	8,60	8,94	8,06	6,71	7,21	4,03	0,00	7,21	6,32	5,15	12,30	13,45	7,43	10,55	10,55	8,90	9,06	8,51	6,04
M	21,84	23,14	18,12	20,89	16,22	15,56	10,77	14,32	9,22	14,14	10,97	7,21	0,00	2,00	6,67	15,01	14,32	9,01	9,96	13,01	11,01	4,24	1,58	10,12
N	19,92	21,15	16,38	19,45	14,60	14,21	11,66	14,04	9,85	12,81	10,31	6,32	2,00	0,00	4,74	13,01	12,37	7,02	8,08	11,01	9,01	3,16	3,54	8,28
O	15,18	16,53	11,80	15,40	10,26	10,51	13,51	12,98	11,34	9,19	8,73	5,15	6,67	4,74	0,00	8,56	8,75	2,69	5,41	6,58	4,61	5,70	8,25	3,61
P	8,14	8,25	8,06	13,51	8,63	11,24	21,24	18,06	19,01	10,74	14,16	12,30	15,01	13,01	8,56	0,00	3,64	6,00	6,52	2,00	4,00	12,50	16,53	6,26
Q	11,40	10,55	11,67	17,07	12,01	14,32	22,20	20,25	20,00	13,60	16,10	13,45	14,32	12,37	8,75	3,64	0,00	6,10	4,50	3,64	4,61	11,00	15,70	7,91
R	13,20	14,14	10,63	14,98	9,62	10,69	16,10	14,77	13,90	9,55	10,51	7,43	9,01	7,02	2,69	6,00	6,10	0,00	3,54	4,00	2,00	6,95	10,55	3,04
S	14,60	14,58	13,21	18,03	12,65	14,08	18,74	18,20	16,62	13,01	13,93	10,55	9,96	8,08	5,41	6,52	4,50	3,54	0,00	4,95	3,81	6,50	11,28	6,50
T	9,71	10,20	8,54	13,73	8,51	10,69	19,47	16,80	17,24	9,96	12,75	10,55	13,01	11,01	6,58	2,00	3,64	4,00	4,95	0,00	2,00	10,59	14,53	4,61
U	11,41	12,17	9,43	14,23	8,86	10,50	17,76	15,69	15,53	9,55	11,51	8,90	11,01	9,01	4,61	4,00	4,61	2,00	3,81	2,00	0,00	8,73	12,54	3,35
V	20,12	20,74	17,36	21,10	15,95	16,12	14,76	17,00	13,00	14,76	13,09	9,06	4,24	3,16	5,70	12,50	11,00	6,95	6,50	10,59	8,73	0,00	5,15	9,19
W	23,42	24,68	19,68	22,34	17,76	16,99	10,79	15,18	9,51	15,57	12,09	8,51	1,58	3,54	8,25	16,53	15,70	10,55	11,28	14,53	12,54	5,15	0,00	11,70
X	11,77	13,54	8,20	12,09	6,80	7,65	14,98	12,35	12,75	6,52	8,20	6,04	10,12	8,28	3,61	6,26	7,91	3,04	6,50	4,61	3,35	9,19	11,70	0,00

r <sup>c</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	G	G	G	G	G	G	G	G	G				W	W	W	W	W	W
2	H												W					W
3	H		F	F	F	F	F	F					W					W
4	H												W					W
5	H												W	W	W	W	W	W
6	H																	V
7	H							L					V	V	V	V	V	N
8	H			K	K	K		L										N
9	H			K		K		L										N
0	H			K		K		L										N
1	H			K	K	K		L			0	0	0	0				N
2	H										0	0	0	0				
3	H										X	X						S
4	H										X	X	T	T	T	T		S
5	J	J	J	J	J	J	J	J	J		X	X						S
6	A	A	A	A	A	A	A				X	X	U	U	U	U		S
7																		
8				E	E	E	E	E	E				P	P	P	P		Q
9	D			E	E	E	E	E	E									Q
0	D												R	R	R	R		Q
1	D			I	I	I	I	I	I	C								
2	D									C								
3										C								
4										C								
5										C								
6										C								
7										C	B	B	B	B				
8										C	B	B	B	B				

Figura 54. Layout modelo A  
 Nota. Elaborado con WinQSB

**Tabla 51***Distancias entre áreas en layout modelo A*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
A	0,00	14,30	9,93	5,41	3,20	13,15	15,03	8,54	5,39	1,41	6,58	8,60	16,49	15,65	10,51	10,69	14,32	11,24	14,08	10,69	10,50	14,71	17,36	7,65
B	14,30	0,00	4,52	13,46	11,10	25,35	27,54	22,64	9,19	14,58	19,50	18,83	30,21	19,30	16,03	9,71	10,12	7,76	14,12	13,65	11,67	20,88	24,68	13,04
C	9,93	4,52	0,00	9,06	6,77	21,73	23,86	18,39	4,69	10,36	15,56	15,50	26,14	17,86	13,72	8,43	10,44	7,01	13,37	11,80	10,06	18,78	22,43	10,28
D	5,41	13,46	9,06	0,00	5,39	18,20	19,91	12,50	5,02	6,80	11,70	14,01	20,52	20,52	15,40	13,73	17,07	13,51	18,03	14,98	14,23	19,93	22,73	12,09
E	3,20	11,10	6,77	5,39	0,00	15,50	17,53	11,63	2,50	3,64	9,06	9,96	19,45	15,31	10,26	8,51	12,01	8,63	12,65	9,62	8,86	15,05	18,18	6,80
F	13,15	25,35	21,73	18,20	15,50	0,00	2,24	7,07	18,00	12,04	6,58	6,71	6,71	13,42	11,34	17,24	20,00	19,01	16,62	13,90	15,53	10,24	9,50	12,75
G	15,03	27,54	23,86	19,91	17,53	2,24	0,00	8,06	20,02	14,00	8,50	8,94	5,10	15,26	13,51	19,47	22,20	21,24	18,74	16,10	17,76	12,01	10,69	14,98
H	8,54	22,64	18,39	12,50	11,63	7,07	8,06	0,00	13,93	8,06	4,27	8,06	8,06	17,03	12,98	16,80	20,25	18,06	18,20	14,77	15,69	14,55	15,34	12,35
I	5,39	9,19	4,69	5,02	2,50	18,00	20,02	13,93	0,00	6,08	11,54	12,37	21,84	16,97	12,10	9,01	12,17	8,56	13,65	11,01	9,86	17,06	20,35	8,51
J	1,41	14,58	10,36	6,80	3,64	12,04	14,00	8,06	6,08	0,00	5,50	7,21	15,81	14,32	9,19	9,96	13,60	10,74	13,01	9,55	9,55	13,30	15,95	6,52
K	6,58	19,50	15,56	11,70	9,06	6,58	8,50	4,27	11,54	5,50	0,00	4,03	10,74	13,01	8,73	12,75	16,10	14,16	13,93	10,51	11,51	10,83	12,35	8,20
L	8,60	18,83	15,50	14,01	9,96	6,71	8,94	8,06	12,37	7,21	4,03	0,00	12,73	9,00	5,15	10,55	13,45	12,30	10,55	7,43	8,90	6,85	8,86	6,04
M	16,49	30,21	26,14	20,52	19,45	6,71	5,10	8,06	21,84	15,81	10,74	12,73	0,00	20,12	17,73	23,11	16,17	24,70	23,11	20,16	21,59	16,94	15,79	18,51
N	15,65	19,30	17,86	20,52	15,31	13,42	15,26	17,03	16,97	14,32	13,01	9,00	20,12	0,00	5,15	9,66	10,00	11,54	5,50	6,10	7,83	3,31	6,50	8,51
O	10,51	16,03	13,72	15,40	10,26	11,34	13,51	12,98	12,10	9,19	8,73	5,15	17,73	5,15	0,00	6,58	8,75	8,56	5,41	2,69	4,61	5,08	8,73	3,61
P	10,69	9,71	8,43	13,73	8,51	17,24	19,47	16,80	9,01	9,96	12,75	10,55	23,11	9,66	6,58	0,00	3,64	2,00	4,95	4,00	2,00	11,21	15,03	4,61
Q	14,32	10,12	10,44	17,07	12,01	20,00	22,20	20,25	12,17	13,60	16,10	13,45	16,17	10,00	8,75	3,64	0,00	3,64	4,50	6,10	4,61	12,42	16,19	7,91
R	11,24	7,76	7,01	13,51	8,63	19,01	21,24	18,06	8,56	10,74	14,16	12,30	24,70	11,54	8,56	2,00	3,64	0,00	6,52	6,00	4,00	13,20	17,03	6,26
S	14,08	14,12	13,37	18,03	12,65	16,62	18,74	18,20	13,65	13,01	13,93	10,55	23,11	5,50	5,41	4,95	4,50	6,52	0,00	3,54	3,81	8,06	11,77	6,50
T	10,69	13,65	11,80	14,98	9,62	13,90	16,10	14,77	11,01	9,55	10,51	7,43	20,16	6,10	2,69	4,00	6,10	6,00	3,54	0,00	2,00	7,24	11,05	3,04
U	10,50	11,67	10,06	14,23	8,86	15,53	17,76	15,69	9,86	9,55	11,51	8,90	21,59	7,83	4,61	2,00	4,61	4,00	3,81	2,00	0,00	9,22	13,04	3,35
V	14,71	20,88	18,78	19,93	15,05	10,24	12,01	14,55	17,06	13,30	10,83	6,85	16,94	3,31	5,08	11,21	12,42	13,20	8,06	7,24	9,22	0,00	3,83	8,65
W	17,36	24,68	22,43	22,73	18,18	9,50	10,69	15,34	20,35	15,95	12,35	8,86	15,79	6,50	8,73	15,03	16,19	17,03	11,77	11,05	13,04	3,83	0,00	12,18
X	7,65	13,04	10,28	12,09	6,80	12,75	14,98	12,35	8,51	6,52	8,20	6,04	18,51	8,51	3,61	4,61	7,91	6,26	6,50	3,04	3,35	8,65	12,18	0,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
G	G	G	G	G	G	G	G	G				W	W	W	W	W	W
H												W					W
H		F	F	F	F	F	F	F				W					W
H												W					W
H												W	W	W	W	W	W
H																	V
H								L				N	N	N	N	N	V
H			K	K	K			L									V
H			K		K			L									V
H			K		K			L									V
H			K	K	K			L			O	O	O	O			V
H											O	O	O	O			
H										X	X						S
H										X	X	T	T	T	T		S
J	J	J	J	J	J	J	J	J		X	X						S
A	A	A	A	A	A	A				X	X	U	U	U	U		S
			E	E	E	E	E	E				P	P	P	P		Q
D			E	E	E	E	E	E									Q
D												R	R	R	R		Q
D		C	C	C	C	C	C	C									
D								I									
								I									
								I									
								I									
								I		B	B	B	B				
								I		B	B	B	B				

Figura 55. Layout modelo B  
 Nota. Elaborado con WinQSB



**Tabla 52***Distancia entre áreas en layout modelo B*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
A	0,00	14,30	5,59	5,41	3,20	13,15	15,03	8,54	10,30	1,41	6,58	8,60	16,49	14,21	10,51	10,69	14,32	11,24	14,08	10,69	10,50	15,88	17,36	7,65
B	14,30	0,00	8,85	13,46	11,10	25,35	27,54	22,64	4,30	14,58	19,50	18,83	30,21	20,65	16,03	9,71	10,12	7,76	14,12	13,65	11,67	19,78	24,68	13,04
C	5,59	8,85	0,00	5,52	2,55	18,01	20,06	14,12	4,72	6,18	11,60	12,26	21,98	16,38	11,80	8,54	11,67	8,06	13,21	10,63	9,43	16,99	20,12	8,20
D	5,41	13,46	5,52	0,00	5,39	18,20	19,91	12,50	9,18	6,80	11,70	14,01	20,52	19,45	15,40	13,73	17,07	13,51	18,03	14,98	14,23	20,81	22,73	12,09
E	3,20	11,10	2,55	5,39	0,00	15,50	17,53	11,63	7,16	3,64	9,06	9,96	19,45	14,60	10,26	8,51	12,01	8,63	12,65	9,62	8,86	15,62	18,18	6,80
F	13,15	25,35	18,01	18,20	15,50	0,00	2,24	7,07	22,20	12,04	6,58	6,71	6,71	9,85	11,34	17,24	20,00	19,01	16,62	13,90	15,53	13,20	9,50	12,75
G	15,03	27,54	20,06	19,91	17,53	2,24	0,00	8,06	24,33	14,00	8,50	8,94	5,10	11,66	13,51	19,47	22,20	21,24	18,74	16,10	17,76	15,01	10,69	14,98
H	8,54	22,64	14,12	12,50	11,63	7,07	8,06	0,00	18,79	8,06	4,27	8,06	8,06	14,04	12,98	16,80	20,25	18,06	18,20	14,77	15,69	17,01	15,34	12,35
I	10,30	4,30	4,72	9,18	7,16	22,20	24,33	18,79	0,00	16,01	16,00	26,57	18,97	14,23	8,90	10,82	7,43	13,83	12,30	10,55	18,79	22,94	10,79	10,79
J	1,41	14,58	6,18	6,80	3,64	12,04	14,00	8,06	10,77	0,00	5,50	7,21	15,81	12,81	9,19	9,93	13,60	10,74	13,01	9,55	9,55	14,53	15,95	6,52
K	6,58	19,50	11,60	11,70	9,06	6,58	8,50	4,27	16,01	5,50	0,00	4,03	10,74	10,31	8,73	12,75	16,10	14,16	13,93	10,51	11,51	13,04	12,35	8,20
L	8,60	18,83	12,26	14,01	9,96	6,71	8,94	8,06	16,00	7,21	4,03	0,00	6,32	5,15	10,55	13,45	12,30	10,55	7,43	8,90	9,01	8,85	6,04	6,04
M	16,49	30,21	21,98	20,52	19,45	6,71	5,10	8,06	26,57	15,81	10,74	12,73	0,00	16,55	17,73	23,11	26,17	24,70	23,11	20,16	21,59	19,91	15,79	18,51
N	14,21	20,65	16,38	19,45	14,60	9,85	11,66	14,04	18,97	12,81	10,31	6,32	16,55	0,00	4,74	11,01	12,37	13,01	8,08	7,02	9,01	3,35	4,03	8,28
O	10,51	16,03	11,80	15,40	10,26	11,34	13,51	12,98	14,23	9,19	8,73	5,15	17,73	4,74	0,00	6,58	8,75	8,56	5,41	2,69	4,61	5,41	8,73	3,61
P	10,69	9,71	8,54	13,73	8,51	17,24	19,47	16,80	8,90	9,93	12,75	10,55	23,11	11,01	6,58	0,00	3,64	2,00	4,95	4,00	2,00	10,12	15,03	4,61
Q	14,32	10,12	11,67	17,07	12,01	20,00	22,20	20,25	10,82	13,60	16,10	13,45	26,17	12,37	8,75	3,64	0,00	3,64	4,50	6,10	4,61	10,50	16,19	7,91
R	11,24	7,76	8,06	13,51	8,63	19,01	21,24	18,06	7,43	10,74	14,16	12,30	24,70	13,01	8,56	2,00	3,64	0,00	6,52	6,00	4,00	12,02	17,03	6,26
S	14,08	14,12	13,21	18,03	12,65	16,62	18,74	18,20	13,83	13,01	13,93	10,55	23,11	8,08	5,41	4,95	4,50	6,52	0,00	3,54	3,81	6,00	11,77	6,50
T	10,69	13,65	10,63	14,98	9,62	13,90	16,10	14,77	12,30	9,55	10,51	7,43	20,16	7,02	2,69	4,00	6,10	6,00	3,54	0,00	2,00	6,52	11,05	3,04
U	10,50	11,67	9,43	14,23	8,86	15,53	17,76	15,69	10,55	9,55	11,51	8,90	21,59	9,01	4,61	2,00	4,61	4,00	3,81	2,00	0,00	8,28	13,04	3,35
V	15,88	19,78	16,99	20,81	15,62	13,20	15,01	17,01	18,79	14,53	13,04	9,01	19,91	3,35	5,41	10,12	10,50	12,02	6,00	6,52	8,28	0,00	6,04	8,85
W	17,36	24,68	20,12	22,73	18,18	9,50	10,69	15,34	22,94	15,95	12,35	8,85	15,79	4,03	8,73	15,03	16,19	17,03	11,77	11,05	13,04	6,04	0,00	12,18
X	7,65	13,04	8,20	12,09	6,80	12,75	14,98	12,35	10,79	6,52	8,20	6,04	18,51	8,28	3,61	4,61	7,91	6,26	6,50	3,04	3,35	8,85	12,18	0,00

Se tienen dos propuestas a partir del layout inicial; sin embargo, debe seleccionarse uno a fin de realizar la distribución de los artículos en el almacén. Para esto se miden los desplazamientos que realiza el personal al momento de atender las órdenes de venta que se generan. Esto se logra mediante el análisis de 20 órdenes de venta en un período de tiempo para los tres modelos (incluyendo el modelo inicial), de esta manera se seleccionará aquel que represente menores movimientos y por ende permita disminuir el tiempo de búsqueda de materiales. En la tabla se muestran estas órdenes de venta con sus respectivos movimientos.

**Tabla 53***Medición de distancias por orden de venta*

Orden de venta	Distancia en metros de layout		
	Inicial	Modelo A	Modelo B
1	37,84	26,79	43,11
2	69,68	58,66	57,50
3	30,97	29,87	34,28
4	52,39	34,15	45,23
5	62,00	31,83	36,25
6	41,01	34,65	38,20
7	60,77	65,25	65,25
8	81,30	50,28	57,84
9	30,23	28,94	22,98
10	30,90	44,23	44,23
11	15,81	15,86	15,85
12	33,65	35,09	36,01
13	42,55	43,88	49,26
14	19,85	11,53	16,91
15	33,24	23,49	23,49
16	15,74	15,71	15,71
17	32,19	37,79	37,79
18	67,29	34,38	38,80
19	23,73	22,84	22,84
20	19,21	24,81	24,81
21	30,97	29,87	34,28
22	33,24	23,49	23,49
23	37,84	26,79	43,11
24	33,24	23,49	23,49
25	30,97	29,87	34,28
26	52,39	34,15	45,23
27	30,97	29,87	34,28
28	67,29	34,38	38,80
29	67,29	34,38	38,80
30	52,39	34,15	45,23
31	33,24	23,49	23,49
32	67,29	34,38	38,80
33	52,39	34,15	45,23
34	19,21	24,81	24,81
35	37,84	26,79	43,11
36	30,97	29,87	34,28
Total	1 477,83	1 143,96	1 297,05

Con los datos obtenidos del análisis de las 36 órdenes de venta, se observa que con el método A, que representa el intercambio de dos locaciones en el layout, se obtiene una mejora promedio del 22,59%

#### 4.1.4.4 Inventario físico

A fin de actualizar los niveles de stock, se realiza el inventario físico.

**Tabla 54**

*Ajustes de stock en el sistema*

Producto	Cantidad teórica	Cantidad real
Pared cerámico celima perlado blanco com 1.83	1,83	1,93
Piso cerámico celima altamira blanco 45x45 ext 2.03	46,69	42,63
Piso cerámico celima america blanco 45x45 ext 2.03	53,7	54,81
Piso cerámico celima antioquia natural 45x45 ext 2.03	53,79	54,81
Piso cerámico celima arce natural 60x60 ext 1.44	106,92	106,92
Piso cerámico celima argos natural 45x45 ext 2.03	0	8,12
Piso cerámico celima atlanta natural 45x45 ext 2.03	-6,31	2,03
Piso cerámico celima austin natural 45x45 ext 2.03	34,97	34,92
Piso cerámico celima beton beige brillante 60x60 ext 1.44	4,32	3,96
Piso cerámico celima beton gris brillante 60x60 ext 1.44	47,32	47,16
Piso cerámico celima brasilia natural 45x45 ext 2.03	7,09	7,11
Pared cerámico celima matisse lineas aguamarina 32x52 ext 1.67	50,1	50,1
Pared cerámico celima nazca beige 25x40 ext 1.83	104,95	109,29
Pared cerámico celima nazca blanco 25x40 ext 1.83	54,39	53,88
Pared cerámico celima nazca plata 25x40 ext 1.83	69,52	65,88
Pared cerámico celima perlado hueso 25x40 ext 1.83	5,96	6
Pared cerámico celima perlado negro 25x40 ext 1.83	30,9	30,91
Pared cerámico celima piel aguamarina 25x40 ext 1.83	39,38	38,43
Pared cerámico celima prisma blanco brillante 30x60 ext 1.63	105,32	105,41
Pared cerámico celima prisma rojo brillante 30x60 ext 1.63	75,46	75,52
Pared cerámico celima prisma verde brillante 30x60 ext 1.63	130,94	78,78
Pared cerámico celima rubic luces celeste 25x40 ext 1.83	66,47	66,39
Pared cerámico celima scala fill plus blanco 30x60 ext 1.63	168,82	168,98
Pared cerámico celima scala jaspes blanco br 30x60 ext 1.63	13,56	6,52
Pared cerámico celima scala jaspes rojo 30x60 ext 1.63	3,26	9,78
Pared cerámico celima sea azul 32x52 ext 1.67	5,01	5,01
Pared cerámico celima suite terra 32x52 ext 1.67	1,67	1,67
Pared cerámico celima trama marron 30x60 ext 1.63	95,51	95,81
Pared cerámico celima trama mix beige 30x60 ext 1.63	15,05	15,03
Pared cerámico celima trama mix plata 30x60 ext 1.63	46,01	45,1
Pared cerámico celima urban terra deco 32x52 ext 1.67	10,02	8,35
Pared cerámico celima vives azul 25x40 ext 1.83	38,32	52,76
Pared cerámico celima vives blanco 25x40 ext 1.83	23,59	24,4
Pared cerámico celima vives gris 25x40 ext 1.83	62,22	62,02
Pared cerámico celima vives hueso 25x40 ext 1.83	54,99	54,29
Pared cerámico celima vives rosado 25x40 ext 1.83	101,35	88,55
Pared cerámico celima vives tabaco 25x40 ext 1.83	41,02	43,92
Pared cerámico celima vives verde 25x40 ext 1.83	7,32	7,12
Pared cerámico celima wallconcret hexagonal 30x60 ext 1.63	134,93	134,75
Pared cerámico celima wood satinado 30x60 ext 1.63	17,63	17,39
Pared cerámico san martin andrea beige 25x40 uni 1.83	110,29	107,16
Pared cerámico san martin blanco pls nieve 25x40 uni 1.83	197,67	197,64
Pared cerámico san martin farah plus negro 25x40 uni 1.83	67,91	62,42
Pared cerámico san martin rubic lienzo beige 25x40 uni 1.83	26,61	21,15
Pared cerámico sc urban brillo floresta blanco rectif 30x60 1.63	50,64	41,47

Para tal motivo, con el apoyo del personal de almacén se contrastaron las cantidades almacenadas físicamente con lo que figura en el sistema. En los artículos que se evidencia una discordancia entre estas cantidades, se realiza el ajuste de inventario en el sistema a fin de actualizar completamente los productos.

#### 4.1.4.5 Tiempos post test

Luego de las acciones de mejora que se han implementado, se proceden a comparar los nuevos tiempos, para lo que se tienen en consideración 30 valores de las órdenes de venta y compararlas con las obtenidas inicialmente. Esta información se muestra a continuación en la tabla.

**Tabla 55**

*Comparación de escenarios pre y post test de tiempo de proceso*

Tiempo pre test (s)	Tiempo post test (s)
356,71	297,97
488,17	575,41
1 114,51	586,26
712,87	349,63
595,25	380,29
821,38	313,61
496,60	647,76
601,45	574,24
1 393,76	564,64
576,33	358,87
396,81	840,86
683,80	826,39
646,97	774,95
438,04	712,24
358,86	625,05
720,43	494,74
920,26	622,25
885,47	781,53
571,32	362,96
928,50	588,77
966,55	735,12
604,43	756,25
450,17	595,86
477,06	423,69
1 128,25	845,82
653,06	858,02
905,95	790,46
657,25	796,73
704,27	608,37
1 391,56	769,74

Estos datos se van a analizar posteriormente con la prueba de hipótesis para determinar si existe diferencia significativa entre las medias de los tiempos pre y post test. Por el momento, se va a determinar el nivel sigma de la situación luego de aplicar las acciones de mejora. Para esto se va a utilizar, como en el pre test, el software Crystal Ball con los nuevos datos que se tienen del tiempo del proceso.

**Tabla 56**

*Datos de tiempo de post test en la empresa J&S Casa y Estilos Generales*

SO	T <sub>1</sub> (s)	T <sub>2</sub> (s)	T <sub>3</sub> (s)	T <sub>4</sub> (s)	Total (s)
1	154,59	53,61	79,19	10,58	297,97
2	375,2	90,51	98,12	11,58	575,41
3	358,51	60,16	147,01	20,58	586,26
4	185,43	69,12	84,78	10,3	349,63
5	205,21	61,55	103,95	9,58	380,29
6	175,15	39,52	93,8	5,14	313,61
7	345,5	47,23	198,84	56,19	647,76
8	269,61	61,5	182,97	60,16	574,24
9	214,29	85,29	180,71	84,35	564,64
10	182,18	72,51	93,16	11,02	358,87
11	472,78	85,2	184,6	98,28	840,86
12	361,69	167,53	176,6	120,57	826,39
13	415,16	96,22	180,98	82,59	774,95
14	371,4	65,31	173,95	101,58	712,24
15	286,16	64,16	180,81	93,92	625,05
16	215,16	46,41	172,91	60,26	494,74
17	295,63	70,36	190,01	66,25	622,25
18	361,63	140,66	205,61	73,63	781,53
19	186,15	90,15	80,41	6,25	362,96
20	285,91	113,15	149,91	39,8	588,77
21	301,51	88,4	294,4	50,81	735,12
22	295,17	160,5	207,1	93,48	756,25
23	250,1	83,56	178,51	83,69	595,86
24	189,52	85,33	128,34	20,5	423,69
25	361,8	180,85	235,16	68,01	845,82
26	386,16	159,6	254,1	58,16	858,02
27	352,84	105,4	231,36	100,86	790,46
28	361,52	73,4	265,95	95,86	796,73
29	211,62	93,6	204,77	98,38	608,37
30	316,66	155,9	212,58	84,6	769,74
31	220,39	159	216,39	67,46	663,24
32	295,59	160,66	194,56	70,36	721,17
33	300,49	90,65	264,67	73,6	729,41
34	271,64	74,36	200,05	63,01	609,06
35	186,05	60,4	194,2	69,4	510,05
36	190,63	61,45	164,66	70,56	487,3
Promedio	283,58	93,70	177,92	60,87	616,08
Des. Est.	84,48	39,20	57,18	36,12	176,06

Estos datos se ingresan en la hoja de cálculo para la simulación con Crystal Ball del nuevo nivel sigma en el escenario post test, para lo cual se utilizan los parámetros de la media y la desviación de estándar de cada etapa del proceso para las distribuciones lognormal y normal que permiten establecer las suposiciones. Nuevamente la previsión

es el tiempo de ciclo total, que representa la suma de los tiempos de ciclo de cada etapa del proceso. Esta información se muestra a continuación en la siguiente tabla de la hoja de cálculo.

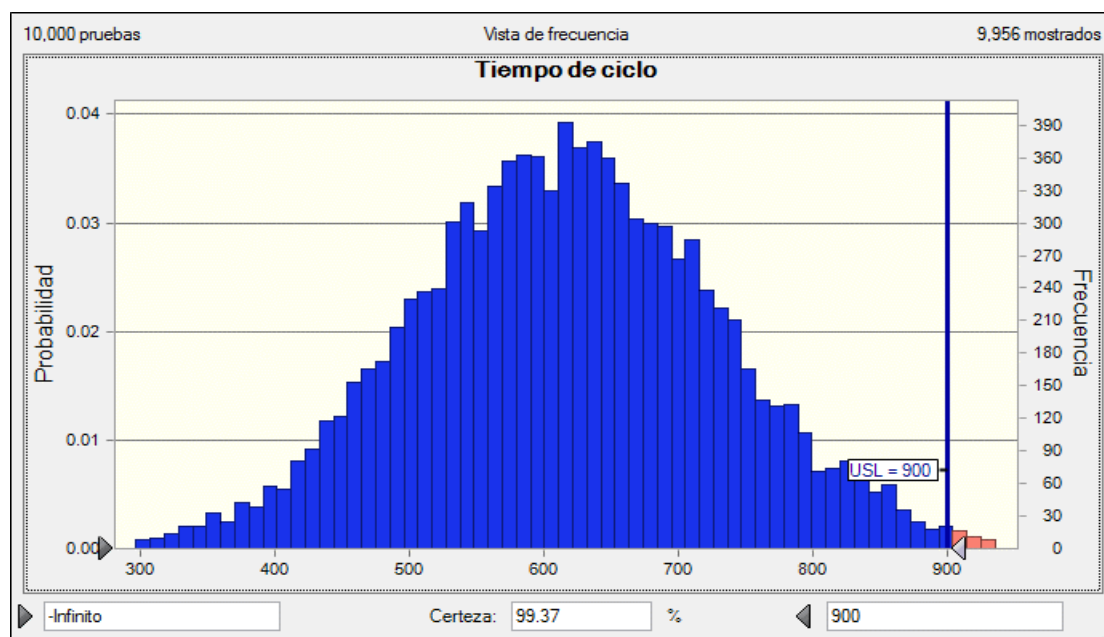
**Tabla 57**

*Datos para simulación de nivel sigma post test*

Paso	Tiempo de ciclo simulado (s)	Media	Desviación estándar	Distribución
1	283,18	283,18	84,48	Normal
2	93,70	93,70	39,20	Normal
3	177,92	177,92	57,18	Normal
4	60,87	60,87	36,12	Normal
Tiempo de ciclo	616			

*Nota.* Hoja de cálculo de software Crystal Ball

Se observa primero que el tiempo de ciclo en el escenario post test es de 616 segundos, lo que representa una disminución del 21,83%, comparando con los 788 segundos del tiempo de ciclo pre test. Los datos de la hoja de cálculo se simulan 10 000 veces teniendo en consideración también el valor semilla que es de 123 456, a fin de hallar el nuevo nivel sigma.



**Figura 56.** Simulación del tiempo de ciclo

*Nota.* Elaborado con software Crystal Ball

Al igual que en el escenario pre test, se estableció como límite superior 900 segundos para el total del tiempo de ciclo del proceso. De igual manera se muestran las estadísticas generales de la simulación y las métricas del Seis Sigma. Cabe resaltar que en la situación del post test, se tiene una certeza del 99,37% de culminar el proceso de atención al cliente antes de los 900 segundos establecidos por la gerencia de la empresa.

En la tabla que se muestra a continuación, se presentan estas estadísticas que describen el proceso luego de la aplicación de las acciones de mejora.

**Tabla 58**

*Estadísticas de la simulación escenario post test*

Estadística	Valores de previsión
Pruebas	10 000
Caso base	616
Media	616
Mediana	616
Desviación estándar	114
Varianza	12 995
Coefficiente de variación	0,1849
Zst	3,99
DPMO	6 425,74
Objetivo	900
Cambio de puntuación Z	1,50

*Nota.* Reporte de salida de software Crystal Ball


El nuevo nivel sigma  $Zst = 3,99$  lo que representa una mejora del 103,57% con respecto al escenario inicial de 1,96 luego de la aplicación de las acciones de mejora. Por ende también se redujeron los defectos de 323 128,09 a 6 425,74 por cada millón de oportunidades. Se evidencia entonces que se mejora el nivel sigma en el proceso de la empresa J&S Casa y Estilos. Ahora con la finalidad de seguir con la mejora del proceso, este se debe controlar, lo que se realiza en la siguiente fase de la aplicación del DMAIC.

#### 4.1.5 Dimensión DMAIC: Controlar

##### 4.1.5.1 Documentación del proceso


Para la documentación del proceso con las mejoras implementadas anteriormente, se realizan los procedimientos específicos que se consideren deben estar estandarizados. Estos procedimientos nacen a partir de la generación de ideas de mejora con base en el análisis AMEF que se realizó para identificar los modos potenciales de falla. Actualmente la empresa no cuenta con estandarización en algún proceso, por lo que se propone a continuación un formato general para el desarrollo de los mismos, una vez que se determine el estándar para el diseño de los procedimientos se deben alinear los presentados a continuación. Se tienen en cuenta los siguientes procedimientos que se detallan a continuación:

- Recepción de material en almacén.
- Manipulación de porcelanato y cerámico en almacén.

	<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RECEPCIÓN DE MATERIALES EN ALMACÉN</b></p>	<p style="text-align: right;"><b>Fecha de elaboración</b> 01/02/2020</p>				
<p><b>1. Objetivo y alcance</b></p> <p>Describir el procedimiento para la recepción de los materiales en el almacén de la empresa J&amp;S Casa y Estilos. Será de aplicación para todos los almacenes de la empresa.</p> <p><b>2. Definiciones</b></p> <p>No aplican.</p> <p><b>3. Documentos a consultar</b></p> <p>No hay documentos por consultar.</p> <p><b>4. Responsabilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) El Gerente aprueba el presente procedimiento.</li> <li>2) El Encargado de despacho lo implementa y verifica la aplicación.</li> <li>3) El personal de almacén debe cumplir lo establecido en el presente procedimiento.</li> </ol>	<p><b>5. Desarrollo</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) El proveedor llega a las instalaciones del almacén de la empresa con la guía de remisión, o en su defecto con la boleta o factura conteniendo el detalle de los artículos que va a dejar.</li> <li>2) El Encargado de despacho coteja el contenido de la guía de remisión (boleta o factura) con la orden de compra que previamente ha descargado del sistema.</li> <li>3) El personal de almacén realiza el conteo físico del material que ha traído el proveedor. Nota: Se debe inspeccionar las condiciones de ingreso del material.</li> <li>4) En caso de existir alguna observación con el material, debe ser anotado en el cuaderno de ocurrencias diarias siguiendo el siguiente formato: <table border="1" data-bbox="869 986 1415 1024" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="width: 10%;">Guía</td> <td style="width: 15%;">Producto</td> <td style="width: 15%;">Cantidad</td> <td style="width: 15%;">Observación</td> </tr> </table> </li> <li>5) El Encargado de despacho debe supervisar anotaciones a fin de realizar la coordinación con el proveedor.</li> </ol>	Guía	Producto	Cantidad	Observación	<ol style="list-style-type: none"> <li>6) Una vez que se haya cotejado el producto físico con la documentación correspondiente, el Encargado de despacho realiza el ingreso de los materiales al sistema a efectos de actualizar el stock.</li> <li>7) El personal de almacén lleva el material para su respectivo almacenamiento.</li> </ol> <p><b>6. Registros</b></p> <p>No aplican.</p> <p style="text-align: center;"><b>Condiciones de seguridad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe manipular el material con los EPP adecuados.</li> <li>• No se permitirá el ingreso de personal no autorizado al almacén. En caso de hacerlo, este debe contar con los EPP necesarios.</li> </ul>
Guía	Producto	Cantidad	Observación			

**Figura 57.** Procedimiento para la recepción de materiales en el almacén.



	<p style="text-align: center;"><b>PROCEDIMIENTO</b></p> <p style="text-align: center;"><b>MANIPULACIÓN DE MATERIALES AL INTERIOR DEL ALMACÉN</b></p>	<p style="text-align: right;">Fecha de elaboración 01/02/2020</p>
<p><b>1. Objetivo y alcance</b></p> <p>Describir el procedimiento para la manipulación de los materiales en el almacén de la empresa J&amp;S Casa y Estilos. Será de aplicación para todos los almacenes de la empresa.</p> <p><b>2. Definiciones</b></p> <p>No aplican.</p> <p><b>3. Documentos a consultar</b></p> <p>No hay documentos por consultar.</p> <p><b>4. Responsabilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) El Gerente aprueba el presente procedimiento.</li> <li>2) El Encargado de almacén lo implementa y verifica la aplicación.</li> <li>3) El personal de almacén debe cumplir lo establecido en el presente procedimiento.</li> </ol>	<p><b>5. Desarrollo</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) El Encargado de almacén designa al personal para la manipulación del material. En caso, este se tenga que transportar con ayuda del montacargas, solo la persona capacitada para tal tarea debe hacerlo.</li> <li>2) El personal de almacén debe descargar el material sin golpearlo. Si quedan lotes de material en el lugar de almacenamiento, estos deben preservarse siempre en sentido vertical y colocando listones entre cada lote.</li> <li>3) La manipulación siempre debe hacerse con la respectiva orden de compra en mano a fin de verificar el tipo y cantidad de material a trasladar. Nota: Cada movimiento extra representa un riesgo de rotura mayor.</li> <li>4) Se debe procurar gastar las cajas completar del material antes de iniciar otra, para esto el área de almacenamiento debe estar en constante orden y limpieza.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5) Luego de completar el pedido, este debe ser entregado al Encargado de despacho a fin que realice la contabilidad y cotejo de acuerdo a los documentos.</li> </ol> <p><b>6. Registros</b></p> <p>No aplican.</p> <p style="text-align: center;"><b>Condiciones de seguridad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe manipular el material con los EPP adecuados.</li> <li>• No se permitirá el ingreso de personal no autorizado al almacén. En caso de hacerlo, este debe contar con los EPP necesarios.</li> <li>• Para cargas manuales no exceder los 25 kg sin ayudas.</li> <li>• Debe tenerse en cuenta las recomendaciones de ergonomía para la manipulación.</li> </ul>

**Figura 58.** Procedimiento de manipulación de materiales al interior del almacén.

#### 4.1.5.2 Plan de control

El plan de control reúne cada uno de los apartados anteriores a fin de tener establecido el manejo de los tratamientos de los modos de falla. Este se va a basar en cada una de las variables y dimensiones que se han desarrollado en el presente trabajo de investigación: proceso logístico, inventario, almacenamiento y despacho. Para esto se han establecido estándares que deben ser revisados frecuentemente por los responsables de cada área y se presentan en la tabla a continuación.

**Tabla 59**

*Plan de control del proceso*

Variable	Estándar	Método	Responsable	Frecuencia
Tiempo de ciclo	616 s	Cronometraje	Encargado de ventas	Mensual
Exactitud stock	90%	Inventario físico	Encargado almacén	Mensual
Entrega sin errores	90%	Inspección	Encargado de despacho	Semanal
Desplazamiento	31,78 m	Inspección	Encargado de almacén	Diario

Luego de la identificación de las variables que se deben tomar en cuenta para que el proceso continúe con los aspectos necesarios para la mejora se deben seguir investigando nuevas causas de problemas, mediante el ciclo DMAIC. Esto además va a permitir que el personal se sienta más identificado con la consecución de los objetivos de la organización y por ende mejoren su desempeño, al alinear sus objetivos individuales con la mejora de la empresa en todos los ámbitos. Es entonces pues, importante resaltar la labor que tiene el liderazgo en la sostenibilidad de las acciones de mejora, puesto que de nada sirve plantear las acciones e implementarlas una vez si es que estas van a ser desechadas con el paso del tiempo. Se han descrito los resultados alcanzados con las diversas herramientas, a continuación se van a detallar los resultados metodológicos alcanzados a través de las pruebas de hipótesis.

A continuación se van a presentar los resúmenes de los resultados alcanzados durante el proceso DMAIC para cada una de las dimensiones de la variable del proceso logístico: inventarios, almacenamiento y distribución en la empresa J&S Casa y Estilos.

## 4.2 Variable Y: Proceso logístico

### 4.2.1 Dimensión: Inventarios

Se comparan primero los niveles de inventario por semana a los que se llegó con la optimización del nuevo modelo de inventario EOQ con OptQuest.

**Tabla 60***Comparación pre y post test de la dimensión inventarios*

Dimensión Y <sub>1</sub> : inventario	
Nivel pre test (unidades)	Nivel post test (unidades)
7 378	5 178
6 756	4 556
6 134	3 934
5 512	3 312
4 890	2 690
4 268	2 068
3 646	1 446
3 024	824
2 402	202
1 780	0
1 158	5 178
536	4 556
0	3 934
7 378	3 312
6 756	2 690
6 134	2 068
5 512	1 446
4 890	824
4 268	202
3 646	0
3 024	5 178
2 402	4 556
1 780	3 934
1 158	3 312
536	2 690
0	2 068
7 378	1 446
6 756	824
6 134	202
5 512	0
4 890	5 178
4 268	4 556
3 646	3 934
3 024	3 312
2 402	2 690
1 780	2 068
1 158	1 446
536	824
0	202
7 378	0
6 756	5 178
6 134	4 556
5 512	3 934
4 890	3 312
4 268	2 690
3 646	2 068
3 024	1 446
2 402	824
1 780	202
1 158	0
536	5 178
0	4 556
7 378	5 178
6 756	4 556

#### 4.2.2 Dimensión: Almacenamiento

Para la dimensión de almacenamiento se midió el desplazamiento para la atención de las órdenes de venta antes y después de reordenar el almacén según el modelo layout con el software WinQSB obteniéndose como mejor método el que realiza dos intercambios de áreas con respecto al modelo actual. En la tabla siguiente se muestran los metros recorridos por el personal para la atención de 36 órdenes de servicio. Puesto que hay productos que se relacionan en una misma orden de venta con los porcelanatos o cerámicos, se observa la repetición de resultados en los desplazamientos.

**Tabla 61**

*Comparación pre y post test de la dimensión almacenamiento*

Dimensión Y <sub>2</sub> : almacenamiento	
Desplazamiento pre test (m)	Desplazamiento post test (m)
37,84	26,79
69,68	58,66
30,97	29,87
52,39	34,15
62,00	31,83
41,01	34,65
60,77	65,25
81,30	50,28
30,23	28,94
30,90	44,23
15,81	15,86
33,65	35,09
42,55	43,88
19,85	11,53
33,24	23,49
15,74	15,71
32,19	37,79
67,29	34,38
23,73	22,84
19,21	24,81
30,97	29,87
33,24	23,49
37,84	26,79
33,24	23,49
30,97	29,87
52,39	34,15
30,97	29,87
67,29	34,38
67,29	34,38
52,39	34,15
33,24	23,49
67,29	34,38
52,39	34,15
19,21	24,81
37,84	26,79
30,97	29,87

### 4.2.3 Dimensión: Distribución

Para la dimensión de distribución se realizó la medición de los errores que se presentan al momento de ejecutar el despacho al cliente en la tienda, esta medición se realizó en conjunto con la toma de los tiempos del proceso a 36 órdenes de venta. Algunos de estos errores, se relacionan con los puntos anteriores por lo que se evidencia una disminución de los mismos en el escenario post test, luego de la aplicación de Seis Sigma. En la tabla adjunta se observa la comparación entre ambos escenarios en la empresa de acuerdo a los anexos 2 al 6.

**Tabla 62**

*Comparación pre y post test de la dimensión distribución*

Dimensión Y <sub>3</sub> : distribución	
Error por pedido pre test	Error por pedido post test
1	1
2	2
4	1
3	0
2	1
1	1
2	1
2	1
3	0
3	0
1	1
1	2
3	1
2	0
1	1
2	1
3	1
2	2
4	0
1	1
2	2
2	1
1	1
2	1
3	1
1	1
4	0
2	2
2	0
5	1
3	1
2	2
4	1
4	1
2	1
3	1

#### 4.2.4 Proceso logístico pre test

Para medir la variable del proceso logístico de una forma general, se realizó la toma de tiempos de todo el proceso, puesto como se definió en el mapa de valor, este proceso es misional a fin de garantizar la correcta ejecución de las ventas. Se muestra pues a continuación los tiempos totales del proceso en la situación actual (escenario pre test), estos datos como se observó en la fase de medir, permiten calcular el nivel sigma de todo el proceso, así como los defectos por millón de oportunidades que se cometen al realizar las actividades. Estos tiempos, se deben en gran parte a los errores que se presentan en el proceso y que han sido tratados en las dimensiones del proceso.

**Tabla 63**  
*Tiempos pre test del proceso*

Variable Y: proceso logístico
Tiempo pre test (s)
356,71
488,17
1114,51
712,87
595,25
821,38
496,60
601,45
1393,76
576,33
396,81
683,80
646,97
438,04
358,86
720,43
920,26
885,47
571,32
928,50
966,55
604,43
450,17
477,06
1128,25
653,06
905,95
657,25
704,27
1391,56
900,14
1225,51
1443,63
1328,98
939,98
901,42

#### 4.2.5 Proceso logístico post test

Producto de las mejoras alcanzadas en cada una de las dimensiones anteriores (inventario, almacenamiento y distribución), se alcanza la mejora global del proceso logístico de la empresa expresado en el tiempo de proceso. Además, por medio de la simulación realizada en la dimensión DMAIC de mejorar se lograron resultados dinámicos. Esta simulación estuvo orientada principalmente al modelo de gestión de inventarios, donde se desarrolló el modelo EOQ para los niveles de inventario de manera semanal, además se realizó la optimización del resultado obtenido con WinQSB con la herramienta OptQuest del software Crystal Ball.

**Tabla 64**

*Comparación pre y post test de la variable proceso logístico*

Variable Y: proceso logístico	
Tiempo pre test (s)	Tiempo post test (s)
356,71	297,97
488,17	575,41
1114,51	586,26
712,87	349,63
595,25	380,29
821,38	313,61
496,60	647,76
601,45	574,24
1393,76	564,64
576,33	358,87
396,81	840,86
683,80	826,39
646,97	774,95
438,04	712,24
358,86	625,05
720,43	494,74
920,26	622,25
885,47	781,53
571,32	362,96
928,50	588,77
966,55	735,12
604,43	756,25
450,17	595,86
477,06	423,69
1128,25	845,82
653,06	858,02
905,95	790,46
657,25	796,73
704,27	608,37
1391,56	769,74
900,14	663,24
1225,51	721,17
1443,63	729,41
1328,98	609,06
939,98	510,05
901,42	487,3

### 4.3 Contratación de hipótesis

#### 4.3.1 Hipótesis general: Seis Sigma y proceso logístico

##### 1) Formulación de la hipótesis

- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no mejora el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma mejora el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

##### 2) Nivel de significancia del 5% donde $\alpha=0,05$

##### 3) Criterio de decisión: se rechaza la $H_0$ si: $t_{\text{crítico}} < t_{\text{calculado}}$

##### 4) Valor crítico del estadístico de prueba

$$t_{\text{crítico}}(g1;\alpha) = t_{\text{crítico}}(35;0,05) = 1,645$$

##### 5) Valor calculado del estadístico de prueba

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} \quad (11)$$

Donde:

- $\bar{x}$ : media muestral
- $\mu$ : media poblacional
- $s_d$ : desviación estándar de las diferencias
- $n$ : tamaño de la muestra

$$t_{\text{calculado}} = \frac{788,49 - 616,08}{\frac{313,95}{\sqrt{36}}} = 3,295$$

##### 6) Toma de decisión

Puesto que el  $t$  calculado (3,295) es mayor que el  $t$  crítico (1,645) cae en la región de rechazo, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto se concluye que la aplicación de Seis Sigma mejora el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019. Esta toma de decisión se realizó también con el software Minitab, tal como se muestra en el Anexo 16, obteniéndose la misma toma de decisión, por lo que se comprueba lo expuesto matemáticamente en esta sección.



#### 4.3.2 Hipótesis específica: Seis Sigma e inventarios

##### 1) Formulación de la hipótesis

- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

##### 2) Nivel de significancia del 5% donde $\alpha=0,05$

##### 3) Criterio de decisión: se rechaza la $H_0$ si: $t$ crítico < $t$ calculado

##### 4) Valor crítico del estadístico de prueba

$$t \text{ crítico } (gl;\alpha) = t \text{ crítico } (53;0,05) = 1,645$$

##### 5) Valor calculado del estadístico de prueba

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

- $\bar{x}$ : media muestral
- $\mu$ : media poblacional
- $s_d$ : desviación estándar de las diferencias
- $n$ : tamaño de la muestra

$$t_{calculado} = \frac{3\,779,07 - 2\,602,19}{\frac{2\,884,53}{\sqrt{54}}} = 2,998$$

##### 6) Toma de decisión

Puesto que el  $t$  calculado (2,998) es mayor que el  $t$  crítico (1,645) cae en la región de rechazo, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto se concluye que la aplicación de Seis Sigma reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019. Esta toma de decisión se realizó también con el software Minitab, tal como se muestra en el Anexo 17, obteniéndose la misma toma de decisión, por lo que se comprueba lo expuesto matemáticamente en esta sección.

#### 4.3.3 Hipótesis específica: Seis Sigma y almacenamiento

##### 1) Formulación de la hipótesis

- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no mejora el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma mejora el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

##### 2) Nivel de significancia del 5% donde $\alpha=0,05$

##### 3) Criterio de decisión: se rechaza la $H_0$ si: $t$ crítico < $t$ calculado

##### 4) Valor crítico del estadístico de prueba

$$t \text{ crítico } (gl;\alpha) = t \text{ crítico } (35;0,05) = 1,645$$

##### 5) Valor calculado del estadístico de prueba

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

- $\bar{x}$ : media muestral
- $\mu$ : media poblacional
- $s_d$ : desviación estándar de las diferencias
- $n$ : tamaño de la muestra

$$t_{\text{calculado}} = \frac{41,05 - 31,78}{\frac{12,78}{\sqrt{36}}} = 3,245$$

##### 6) Toma de decisión

Puesto que el  $t$  calculado (3,245) es mayor que el  $t$  crítico (1,645) cae en la región de rechazo, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto se concluye que la aplicación de Seis Sigma mejora el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019. Esta toma de decisión se realizó también con el software Minitab, tal como se muestra en el Anexo 18, obteniéndose la misma toma de decisión, por lo que se comprueba lo expuesto matemáticamente en esta sección.

#### 4.3.4 Hipótesis específica: Seis Sigma y distribución

##### 1) Formulación de la hipótesis

- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no mejora la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma mejora la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

##### 2) Nivel de significancia del 5% donde $\alpha=0,05$

##### 3) Criterio de decisión: se rechaza la $H_0$ si: $t$ crítico < $t$ calculado

##### 4) Valor crítico del estadístico de prueba

$$t \text{ crítico } (gl;\alpha) = t \text{ crítico } (35;0,05) = 1,645$$

##### 5) Valor calculado del estadístico de prueba

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

- $\bar{x}$ : media muestral
- $\mu$ : media poblacional
- $s_d$ : desviación estándar de las diferencias
- $n$ : tamaño de la muestra

$$t_{calculado} = \frac{2,36 - 0,97}{\frac{1,40}{\sqrt{36}}} = 5,954$$

##### 6) Toma de decisión

Puesto que el  $t$  calculado (5,954) es mayor que el  $t$  crítico (1,645) cae en la región de rechazo, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto se concluye que la aplicación de Seis Sigma mejora la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019. Esta toma de decisión se realizó también con el software Minitab, tal como se muestra en el Anexo 19, obteniéndose la misma toma de decisión, por lo que se comprueba lo expuesto matemáticamente en esta sección.

#### 4.4 Análisis cualitativo

##### 4.4.1 Confiabilidad del instrumento

Se realizó el análisis de fiabilidad en el programa estadístico SPSS Estatistics 22.0 al instrumento aplicado a los dueños del problema fueron los 24 trabajadores. Se obtuvo una confiabilidad perfecta de 0,945. Este instrumento estuvo conformado por 40 ítems, distribuidos en 5 dimensiones para la variable independiente: Seis Sigma; y 3 dimensiones para la variable dependiente: Proceso logístico.

**Tabla 65**

*Estadística de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	N° de elementos
0,945	40

**Tabla 66**

*Escala de confiabilidad*

Escala	Indicador
0,00 - 0,53	Confiabilidad nula
0,54 - 0,64	Confiabilidad baja
0,65 - 0,69	Confiable
0,70 - 0,80	Muy confiable
0,81 - 0,94	Excelente confiabilidad
0,95 - 1,00	Confiabilidad perfecta

Nota. Tomado de Herrera (1998)

##### 4.4.2 Validez del instrumento

Se buscó darle validez al instrumento en la investigación “Seis sigma y procesos logísticos”, por medio del juicio de expertos, donde se busca la calificación del instrumento empleado, siendo los expertos seleccionados los siguientes:

Experto 1: Ing. José Augusto Arias Pitman

Experto 2: Ing. Giancarlo López Márquez

Experto 3: Ing. Chabeli Pareja Toledo

Experto 4: Ing. José Ponce Marreros

Las cuales calificaron los criterios de validación, que se mencionan en la hoja del juicio de expertos con respecto al contenido al instrumento.

**Tabla 67**  
*Calificación de expertos*

Experto	Calificación de la validez	Calificación en porcentaje	Validez general
Ing. José Augusto Arias Pitman	15	93,75%	93,75%
Ing. Giancarlos López Márquez	14	87,50%	
Ing. Chabeli Pareja Toledo	15	93,75%	
Ing. José Ponce Marreros	16	100,00%	

**Tabla 68**  
*Indicador de validez*

Escala	Indicador
0,00 - 0,53	Validez nula
0,54 - 0,64	Validez baja
0,65 - 0,69	Valida
0,70 - 0,80	Muy valida
0,81 - 0,94	Excelente validez
0,95 - 1,00	Validez perfecta

Puesto que se obtiene una calificación general de 93,75% del instrumento luego del juicio de expertos, se compara con los valores de la tabla anterior y se determina que el instrumento presenta una validez perfecta.

#### 4.4.3 Contratación de hipótesis

Para la realización de la contratación de la hipótesis en el análisis cualitativo se empleó la data obtenida del cuestionario “Seis sigma y proceso logístico”, donde se obtuvo las respuestas, por parte de los dueños del problema, a las 40 afirmaciones planteadas, contestadas según escala de Likert, siendo (1) muy en desacuerdo, (2) en desacuerdo, (3) indiferente, (4) de acuerdo, (5) muy de acuerdo.

El método empleado para contrastar las hipótesis de investigación planteadas en la matriz de consistencia, fue mediante la prueba de independencia Chi cuadrado, siendo procesada la data respectiva en el paquete estadístico SPSS Statistics 22.0.

##### 4.4.3.1 Hipótesis general: Seis Sigma y proceso logístico

###### 1) Formulación de la hipótesis

- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

2) Nivel de significancia del 5% donde  $\alpha=0,05$

Criterio de decisión: se rechaza la  $H_0$  si:  $\alpha > p$  valor

**Tabla 69**

*Tabla de contingencia: Seis Sigma y proceso logístico*

		Proceso logístico			Total	
		Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo		
<b>Seis Sigma</b>	Indiferente	Recuento	3,0	4,0	0,0	7,0
		Recuento esperado	1,5	3,5	2,0	7,0
	De acuerdo	Recuento	2,0	4,0	0,0	6,0
		Recuento esperado	1,3	3,0	1,8	6,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0,0	4,0	7,0	11,0
		Recuento esperado	2,3	5,5	3,2	11,0
Total	Recuento	5,0	12,0	7,0	24,0	
	Recuento esperado	5,0	12,0	7,0	24,0	

**Tabla 70**

*Chi cuadrada: Seis Sigma y proceso logístico*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,458 <sup>a</sup>	4	0,009
Razón de verosimilitud	17,952	4	0,001
Asociación lineal por lineal	10,478	1	0,001
N de casos válidos	24		

a. 8 casillas (88,9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,25.

3) Toma de decisión

Puesto que el nivel de significancia  $\alpha$  (0,05) es mayor al p valor (0,009) entonces, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto, se concluye que la aplicación de Seis Sigma mejora el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

#### 4.4.3.2 Hipótesis específica: Seis Sigma e inventarios

1) Formulación de la hipótesis

- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

2) Nivel de significancia del 5% donde  $\alpha=0,05$

Criterio de decisión: se rechaza la  $H_0$  si:  $\alpha > p$  valor

**Tabla 71**

*Tabla de contingencia: Seis sigma e inventarios*

		Inventarios					
		En desacuerdo	Indifere nte	De acuerdo	Muy de acuerdo	Total	
<b>Seis Sigma</b>	Indiferente	Recuento	1,0	3,0	1,0	2,0	7,0
		Recuento esperado	0,3	0,9	3,2	2,6	7,0
	De acuerdo	Recuento	0,0	0,0	5,0	1,0	6,0
		Recuento esperado	0,3	0,8	2,8	2,3	6,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0,0	0,0	5,0	6,0	11,0
		Recuento esperado	0,5	1,4	5,0	4,1	11,0
	Total	Recuento	1,0	3,0	11,0	9,0	24,0
		Recuento esperado	1,0	3,0	11,0	9,0	24,0

**Tabla 72**

*Chi cuadrada: Seis sigma e inventarios*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,771 <sup>a</sup>	6	0,022
Razón de verosimilitud	15,208	6	0,019
Asociación lineal por lineal	6,010	1	0,014
N de casos válidos	24		

a. 11 casillas (91,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,25.

3) Toma de decisión

Puesto que el nivel de significancia  $\alpha$  (0,05) es mayor al p valor (0,022) entonces, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto se concluye que la aplicación de Seis Sigma reduce el inventario de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

#### 4.4.3.3 Hipótesis específica: Seis Sigma y almacenamiento

1) Formulación de la hipótesis

- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no mejora el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma mejora el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

2) Nivel de significancia del 5% donde  $\alpha=0,05$

Criterio de decisión: se rechaza la  $H_0$  si:  $\alpha > p$  valor

**Tabla 73**

*Tabla de contingencia: Seis sigma y almacenamiento*

			Almacenamiento				
			En	Indiferen	De	Muy de	Total
			desacuerdo	te	acuerdo	acuerdo	
<b>Seis Sigma</b>	Indiferente	Recuento	0,0	3,0	4,0	0,0	7,0
		Recuento esperado	0,3	1,5	2,6	2,6	7,0
	De acuerdo	Recuento	1,0	2,0	2,0	1,0	6,0
		Recuento esperado	0,3	1,3	2,3	2,3	6,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0,0	0,0	3,0	8,0	11,0
		Recuento esperado	0,5	2,3	4,1	4,1	11,0
	Total	Recuento	1,0	5,0	9,0	9,0	24,0
		Recuento esperado	1,0	5,0	9,0	9,0	24,0

**Tabla 74**

*Chi cuadrada: Seis Sigma y almacenamiento*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,386 <sup>a</sup>	6	0,017
Razón de verosimilitud	18,945	6	0,004
Asociación lineal por lineal	8,466	1	0,004
N de casos válidos	24		

a. 12 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,25.

3) Toma de decisión

Puesto que el nivel de significancia  $\alpha$  (0,05) es mayor al p valor (0,017) entonces, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto se concluye que la aplicación de Seis Sigma mejora el almacenamiento de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

#### 4.4.3.4 Hipótesis específica: Seis Sigma y distribución

1) Formulación de la hipótesis



- $H_0$ : La aplicación de Seis Sigma no mejora la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.
- $H_1$ : La aplicación de Seis Sigma mejora la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

2) Nivel de significancia del 5% donde  $\alpha=0,05$

Criterio de decisión: se rechaza la  $H_0$  si:  $\alpha > p$  valor

**Tabla 75**

*Tabla de contingencia: Seis Sigma y distribución*

			Distribución				
			En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Total
<b>Seis Sigma</b>	Indiferente	Recuento	3,0	2,0	1,0	1,0	7,0
		Recuento esperado	0,9	1,5	2,6	2,0	7,0
	De acuerdo	Recuento	0,0	3,0	3,0	0,0	6,0
		Recuento esperado	0,8	1,3	2,3	1,8	6,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0,0	0,0	5,0	6,0	11,0
		Recuento esperado	1,4	2,3	4,1	3,2	11,0
Total	Recuento	3,0	5,0	9,0	7,0	24,0	
	Recuento esperado	3,0	5,0	9,0	7,0	24,0	

**Tabla 76**

*Chi cuadrada: Seis Sigma y distribución*

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	18,381 <sup>a</sup>	6	0,005
Razón de verosimilitud	21,713	6	0,001
Asociación lineal por lineal	10,622	1	0,001
N de casos válidos	24		

a. 12 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,75.

3) Toma de decisión

Puesto que el nivel de significancia  $\alpha$  (0,05) es mayor al p valor (0,005) entonces, se acepta la  $H_1$  y se rechaza la  $H_0$ . Por lo tanto se concluye que la aplicación de Seis Sigma mejora la distribución de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Discusión

1. A lo largo del desarrollo del trabajo de investigación se ha visto como las herramientas de la metodología Seis Sigma han ido sirviendo como apoyo en el proceso logístico mediante el ciclo DMAIC en la empresa J&S Casa y Estilos. Estas herramientas soportaron la implementación de las acciones de mejora para el incremento del nivel sigma, que pasó de 1,96 a 3,99 con la aplicación de la metodología. En este sentido, se concuerda con Rahman y otros (2017) quienes en su investigación realizada lograron un aumento del nivel sigma de 1,7 a 3,4. Así mismo obtuvieron una disminución del 35% en los defectos del proceso objeto de estudio. En el caso de la presente investigación, los defectos se originaban en la entrega de los pedidos hacia los clientes, se obtuvo finalmente en promedio una disminución del 58,82% al actualizar correctamente los niveles de stock en el sistema, evitar las rupturas de stock y manipular correctamente los artículos en el almacén.
2. El objetivo principal era demostrar la mejora del proceso logístico mediante la aplicación de Seis Sigma en la empresa, al estar sumamente relacionados el proceso logístico como la venta se optó por realizar la medición de los tiempos de atención al cliente, desde la generación de las órdenes de venta hasta la entrega final, logrando así una mejora del 21,87% en el tiempo de ciclo de este proceso. De esta forma, se concuerda con Huarcaya (2017) quien logró mediante la implementación del Seis Sigma una mejora del 23% en los tiempos de entrega de una empresa de transportes basándose en el análisis de las existencias. Con respecto a la presenta investigación, el incremento del tiempo con respecto a los inventarios se debían básicamente en la demora que se incurría al consultar al encargado de despacho sobre el stock actualizado de determinado artículo o por la ruptura de stock que se presentaba en algunas órdenes de venta. Por otra parte, también se guarda relación con Yuiján (2014) quien logró una reducción del 20% en la entrega no oportuna de productos. Esto es importante puesto que la entrega no oportuna de los productos genera insatisfacción en los clientes, por lo que también se concuerda con Gómez (2014), y considerando el nivel de competencia que existe alrededor de la empresa J&S Casa y Estilos, reduciría los niveles de ingreso al perder clientes.

3. La primera dimensión en ser estudiada en la presente investigación fue la de inventarios. La empresa no contaba con modelo de gestión de inventarios, sino que realizaban una compra mensual con una cantidad fijada por la dirección, pero sin el soporte de la planificación y el pronóstico de la demanda. Es por tal motivo que al analizar la naturaleza de la demanda y determinar que sigue un comportamiento constante en cuanto la variabilidad de la misma, se aplicó el modelo EOQ para la previsión de la cantidad de pedido y el punto de reorden. Esto a través de la simulación permitió reducir los costos relacionados al inventario de S/ 26 460 al año en el formato de porcelanato y cerámicos de 60x60, que representa un ahorro del 9,21% para la empresa. Por esta parte se concuerda con Clavo (2017), quien logra en su investigación un ahorro de S/. 95 740, representando así un 48% de los costos actuales. Como se mencionó en la parte de mejora, si bien es cierto solo se ha calculado la mejora para el formato objeto de estudio, esto se puede replicar a las demás líneas del producto puesto que se tiene la metodología ya establecido. Ahora a fin de mejorar esta actividad, se debe contar con mayor cantidad de datos históricos. El ahorro se logra puesto que se reducen en un 31,14% el nivel de inventario del formato de porcelanato y cerámicos de 60x60.
4. Por último, se planteó realizar una distribución nueva del almacén teniendo en cuenta la rotación de los artículos. Para esto se analizaron los datos históricos de ventas e ingresos de material al almacén. El objetivo era disminuir los desplazamientos que realiza el personal al atender las órdenes de venta que se generan. De esta manera, se concuerda con Paredes y Vargas (2018), puesto que redujeron los tiempos de proceso de la atención por parte del almacén con la aplicación del análisis ABC en el layout de distribución. Si bien es cierto, no se ha realizado la medición exacta de todos los tiempos que se disminuyen en la búsqueda de los materiales y la preparación de los pedidos, se ha realizado el enfoque a base a la distancia que tiene que recorrer el personal de almacén para atender un pedido. Con respecto a este enfoque se ha logrado la reducción de los metros en promedio que realiza el personal para la atención de órdenes de venta, con una reducción del 58,82% del desplazamiento con la nueva distribución del almacén que contempla el intercambio de dos áreas con respecto al layout actual que tiene la empresa.

## 5.2 Conclusiones

### Conclusión general

Con respecto al problema general, se aplicó la metodología Seis Sigma para la mejora del proceso logístico en la empresa J&S Casa y Estilos. Esto se logró mediante la implementación del ciclo DMAIC en el que a partir de determinadas herramientas se desarrollaron las acciones de mejora que permitieron en primer término disminuir el tiempo de ciclo promedio del proceso de 788,49 a 616,08, lo que representa una disminución del 21,87%. Los resultados obtenidos en el post test, se simularon 10 000 veces concluyendo así que con un 99,37% de certeza se asegura que el proceso se culmine antes de los 900 segundos que es el estándar establecido por la gerencia. Esta diferencia sí resulta significativa, puesto que al aplicar la prueba de t-Student para muestras relacionadas, se obtuvo un valor del estadístico t de 3,295 que es mayor que el t crítico de 1,645. Por lo que se concluye con un nivel de confiabilidad del 95% que la aplicación del Seis Sigma mejora significativamente el proceso logístico de la empresa J&S Casa y Estilos. De la misma forma, se logró una mejora del nivel sigma y por consiguiente de los defectos por millón de oportunidades, siendo inicialmente el Zst de 1,96 y luego de la implementación se alcanzó 3,99; esto quiere decir que se logró una mejora del 103,57%

### Conclusiones específicas

1. Con respecto a la dimensión de inventarios, se logró una reducción en los costos asociados a la gestión de inventarios, de S/. 29 144 a S/ 26 460 en promedio por año, esto evidencia un ahorro del 9,21% de los costos logísticos referidos a los inventarios. La variación de la demanda del objeto de estudio fue de 0,07548 por lo que se justifica el uso del modelo EOQ para la gestión de inventarios. En base a los datos históricos de la demanda, se realizó el pronóstico empleando el método ARIMA (1,0,0), siendo la ecuación para la proyección  $y_t = 0,1649y_{t-1} + e_t$ . Obteniéndose inicialmente una cantidad de pedido de 6 028 unidades y un punto de reorden de 622. Estos resultados se simularon con la herramienta OptQuest de Crystal Ball en 15 escenarios de 10 000 simulaciones cada uno obteniéndose una cantidad de pedido de 5 800 y un punto de reorden de 600 unidades. Luego de contrastar la hipótesis, se obtuvo que el valor estadístico del t calculado fue de 2,998 siendo este mayor que el valor t crítico de 1,645; por lo que se concluye a

un 95% de confiabilidad que el Seis Sigma mejora el inventario de productos de la empresa J&S Casa y Estilos.

2. Con respecto a la dimensión de almacenamiento, se diseñaron dos nuevos modelos para la distribución del almacén, con dos y tres reemplazos respectivamente. Se escogió el modelo con dos reemplazos puesto que en promedio el desplazamiento para la búsqueda de materiales y entrega de pedidos fue de 31,78 metros por orden, en comparación con la situación inicial de 41,05 metros. Con esto se obtuvo una mejora del 22,59% por la disminución de los desplazamientos, esto se traduce en una reducción del tiempo de atención al cliente también y por ende una mejora en la satisfacción del mismo al disminuir el tiempo de espera. Luego de contrastar la hipótesis, se obtuvo que el valor estadístico del t calculado fue de 3,245 siendo este mayor que el valor t crítico de 1,645; por lo que se concluye a un 95% de confiabilidad que el Seis Sigma mejora el almacenamiento de productos de la empresa J&S Casa y Estilos.
3. Con respecto a la dimensión de distribución, se analizaron los números de errores que se comenten por cada entrega de pedido al cliente, inicialmente se obtuvo un valor de 2,36 errores en promedio por orden de venta y se redujo a 0,97 errores en promedio. Esto quiere decir que se obtuvo una mejora del 58,82% aplicando la metodología Seis Sigma. Luego de contrastar la hipótesis, se obtuvo que el valor estadístico del t calculado fue de 5,954 siendo este mayor que el valor t crítico de 1,645; por lo que se concluye a un 95% de confiabilidad que el Seis Sigma mejora el inventario de productos de la empresa J&S Casa y Estilos.

### 5.3 Recomendaciones

#### Recomendación general

En el proceso de la implementación de la metodología Seis Sigma mediante el DMAIC, se reconocieron diferentes oportunidades de mejora, las mismas que deben ser abordadas por otras herramientas, por lo que se recomienda ampliar la delimitación del proyecto a fin de abarcar más etapas del proceso logístico, como el transporte y el desarrollo de proveedores. Así mismo, para una mejora global de la organización se recomienda desarrollar la metodología en toda la organización, previamente organizando adecuadamente los procesos y las actividades. El proceso logístico puede

ser mejorado también tomando en cuenta la gestión de cadena de suministro para empresas de servicios.

#### Recomendaciones específicas

1. Para el desarrollo del modelo de gestión de inventarios se proyectó la demanda en un determinado formato, por lo que se recomienda realizar la proyección para todas las líneas de producto con los que cuenta la empresa. Así mismo, estos datos deben ser confiables y se debe contar con una mayor cantidad de datos históricos. Si bien es cierto, el programa que emplea la empresa para la gestión de sus ventas es relativamente nuevo, desde el 2018, los datos que se hayan obtenido con anterioridad se deben alimentar al sistema a fin de generar reportes con mayor cantidad de datos. Por otra parte, el programa en mención no se ajusta adecuadamente a la naturaleza de la empresa, por lo que se recomienda evaluar la posibilidad de migrar a un programa que permita gestionar adecuadamente las necesidades de cada área de la empresa. Una vez que se tenga esto, será posible mejorar la gestión de los inventarios e implementar nuevos mecanismo para el reabastecimiento de los mismos.
2. De igual manera que para el punto anterior, en cuanto a la información brindada de entradas y salidas, esta debe ser actualizada constantemente por el encargado de despacho, por lo que se recomienda evaluar, en virtud del crecimiento de la empresa, sistematizar este proceso de tal manera que permita brindar información en tiempo real para la toma de decisiones. Por otra parte, la nueva distribución del almacén debe ser sostenible en el tiempo, por lo que se recomienda implementar programas de orden y limpieza que permitan observar las mejoras del nuevo layout.
3. La generación de errores en la entrega de pedido a los clientes, no debe verse solo como responsabilidad de la logística de la empresa, si bien es cierto que en la presente investigación se desarrolló la óptica desde el proceso logístico, como se observó en el mapa de valor, todas las áreas están involucradas en la satisfacción del cliente y por ende en reducir los errores que se generan al momento de brindarle el producto. Es por tal motivo que se recomienda que se implementen mejoras en las demás áreas que ayuden a la actividad de distribución. Igualmente, se recomienda que se amplíe el estudio a la gestión del transporte de la empresa, para analizar el tiempo de pedido a domicilio de los productos.

## CAPÍTULO VI. FUENTES DE INFORMACIÓN

### 6.1 Fuentes bibliográficas

- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Ciudad de México, México: Pearson Educación.
- Bowersox, D., Closs, D., & Cooper, B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Brassard, M., Finn, L., Ginn, D., & Ritter, D. (2015). *El impulsor de la memoria II. Seis Sigma*. Estados Unidos: GOAL/QPC.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. Ciudad de México, México: Mc-Graw Gill.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. Ciudad de Juárez, México: Pearson.
- Córdova, I. (2012). *El proyecto de investigación cuantitativa*. Lima, Perú: San Marcos.
- Coyle, J., Langley, J., Novack, R., & Gibson, B. (2013). *Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística*. Ciudad de México, México: CENCAGE Learning.
- Escalante, E. (2013). *Seis Sigma. Metodología y técnicas*. Limusa.
- George, M. (2003). *Lean Six Sigma for service. How to use Lean speed & Six Sigma quality to improve services and transactions*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Goldsby, T., & Martichenko, R. (2005). *Lean Six Sigma Logistics. Strategic development to operational success*. Florida, Estados Unidos: J. Ross Publishing.
- Gómez, J. (2013). *Gestión logística y comercial*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Gutiérrez, H., & De La Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill.

- Harry, M., & Schroeder, R. (2000). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy evolutionising the World's Top Corporations*. Nueva York, Estados Unidos: Doubleday Currency.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor*. Ciudad de Juárez, México: Pearson.
- Kumar, M., Antony, J., & Douglas, A. (2009). Does size matter for Six Sigma implementation?: Findings from the survey in SMEs." *The TQM Journal*, 157-167.
- Latorre, A. (2004). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Experiencia.
- Mauleón, M. (2006). *Logística y costos*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Molteni, R., & Cecchi, O. (2008). *El liderazgo del Lean Six Sigma*. Ediciones Macchi.
- Mora, L. (2008). *Indicadores de la gestión logística*. Ecoe Ediciones.
- Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2004). *Las claves prácticas de Seis Sigma. Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos*. McGraw-Hill.
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2010). *The Six Sigma handbook. A complete guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at all levels*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Socconini, L. (2015). *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. Marge Books.
- Torres, M., & García, P. (2017). Administración de inventarios, un desafío para las Pymes. *Inventio*, 31-38.
- Voehl, F., Harrington, J., Mignosa, C., & Charron, R. (2014). *The Lean Six Sigma Black Belt Handbook*. CRC Press.
- Wright, V. (2016). *Thoughtfully Ruthless. The key to exponential growth*. John Wiley & Sons.



## 6.2 Fuentes electrónicas

- Antún, J., & Ojeda, L. (2004). "Benchmarking" de procesos logísticos. *INGENIERÍA Investigación y Tecnología*, 59-76. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40450105>
- Arango, M., Gómez, R., & Álvarez, K. (2011). Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 23-37. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169522483003>
- Ballesteros, P., Robledo, M., & Barrios, H. (2015). Modelo de capacitación sobre logística integral de almacenamiento para autoservicios de retail. *Scientia Et Technica*, 32-41. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84938609004>
- Barbosa, É., Gracia, S., & Dzul, L. (2011). ¿Cómo mejorar la competitividad de las empresas Tamaulipecas?: Seis Sigma, una alternativa para las pequeñas y medianas empresas. *CienciaUAT*, 56-60. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942923006>
- Burbano, E., & Morales, R. (2010). Incidencia de la logística en el marketing. *Guillermo de Ockham*, 37-54. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=105316833004>
- Cabrera, A. (2014). Propuestas de mejora en los procesos logísticos de un centro de distribución de una empresa de tiendas de conveniencias mediante el uso de técnicas de simulación. *Tesis de título*. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Caicedo, N. (2011). Aplicación de un programa Seis Sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones. *PROSPECTIVA*, 65-74. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250980010>
- Caicedo, N. (2011). Aplicación de un programa Seis Sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones. *PROSPECTIVA*, 65-74. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250980010>

- Cano, C., Palacios, J., Martínez, L., & Barrón, E. (2016). Desarrollo de competencias en logística y su efecto en la gestión de inventarios: Impacto en empresas proveedoras de la industria automotriz Ciudad Juárez, Chihuahua. *CULCyT*, 108-120.
- Cano, P., Orue, F., Martínez, J., Mayett, Y., & López, G. (2013). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración*, 181-203. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39533059008>
- Clavo, J. (2017). Propuesta de mejora para la gestión logística de la empresa A&L Import Trade S.A.C. *Tesis de título*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.
- Costa, Y., & Castaño, N. (2015). Simulación y optimización para dimensionar la flota de vehículos en operaciones logísticas de abastecimiento - distribución. *Revista chilena de ingeniería*, 372-382.
- Covas, D., Martínez, G., Delgado, N., & Díaz, M. (2017). Mejora de procesos logísticos en la comercializadora agropecuaria Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*, 210-222. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360452099010>
- Cueva, F. (2016). Propuesta de un plan basado en Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia del área logística de la empresa minera La Arena S.A. - Año 2016. *Tesis de título*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Díaz, E., Barroso, L., Díaz, C., & Pico, B. (2015). Desarrollo de un modelo matemático para procesos multivariados mediante Balanced Six Sigma. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(3), 419-430. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.riit.2015.05.003>
- Estrada, S., Restrepo, L., & Ballesteros, P. (2010). Análisis de los costos logísticos en la administración de la cadena de suministro. *Scientia Et Technica*, 272-277. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249050>
- Felizzola, H., & Luna, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: Un enfoque metodol. *Revista Chilena de Ingeniería*, 263-277. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77231016012>

- Frings, G., & Grant, L. (2005). Who moved my sigma... Effective implementation of the Six Sigma Methodology to Hospitals. *Quality & Reliability Engineering International*, 311-328.
- Galvani, L., & Carpinetti, L. (2013). Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços. *Production*, 695-704.
- Giannetti, C., & Ransing, R. (2016). Risk based uncertainty quantification to improve robustness of manufacturing operations. *Computers & Industrial Engineering*, 101, 70-80. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2016.08.002>
- Gómez, R., Medina, P., & Correa, A. (2012). El Seis Sigma en la Cadena de Suministro. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 36-42.
- Harry, M., & Schroeder, R. (2000). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy evolutionising the World's Top Corporations*. New York: Doubleday Currency.
- Hernández, E. (2014). El crecimiento económico y la productividad en México, 1980-2011. *Economía informa*, 96-102. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecin.2015.05.008>
- Huarcaya, K. (2017). Aplicación del Six Sigma para incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa Transportes Cruz del Sur S.A.C. ubicado en el distrito de Ate, año 2017. *Tesis de título*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Inga, M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC para el mejoramiento de ciclo de pedido de la empresa DERCO CENTER 2016. *Tesis de título*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Kumar, M., Antony, J., & Douglas, A. (2009). Does size matter for Six Sigma implementation?: Findings from the survey in SMEs.". *The TQM Journal*, 157-167.
- Kuroda, S., & Yamamoto, I. (2018). Good boss, bad boss, workers' mental health and productivity: Evidence from Japan. *Japan & The World Economy*, 106-118. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2018.08.002>

- Lambán, P., Royo, J., Valencia, J., Berges, L., & Galar, D. (2013). Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un entorno logístico. *Dyna*, 23-32. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49627363004>
- Mantilla, O. (2009). Lean Six Sigma Logistics: Modelo de desarrollo. *Tesis de maestría*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Nuevo León, México.
- Mantilla, O., & Sánchez, J. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios Gerenciales*, 23-43. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21226247002>
- Marinque, M., Teves, J., Taco, A., & Flores, J. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista venezolana de gerencia*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29062051009>
- Mejía, G., & Castro, E. (2007). Optimización del proceso logístico en una empresa colombiana de alimentos congelados y refrigerados. *Revista de ingeniería*, 47-54. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121015050007>
- Mitchell, E., & Kovach, J. (2014). Improving supply chain information sharing using Design for Six Sigma. *European Research on Management and Business Economics*, 147-174. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=501650370006>
- Mora, C., & Lima, E. (2011). Descontinuidade de programas Seis Sigma: um estudo comparativo de casos. *Producoes e operacoes*, 639-658. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.5700/rege445>
- Pamfilie, R., Petcu, A., & Draghici, M. (2012). The importance of leadership in driving a strategic Lean Six Sigma management. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 187-196. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.992>
- Paredes, D., & Vargas, R. (2018). Propuesta de mejora del proceso de almacenamiento y distribución del producto terminado en una empresa cementera del sur del país. *Tesis de título*. Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.

- Pelayo, J., & Ortiz, N. (2019). La satisfacción en las empresas de logística internacional en Jalisco. *Investigación Administrativa*. Obtenido de [www.redalyc.org/articulo.oa?id=456057665003](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456057665003)
- Quintero, A., & Sotomayor, J. (2018). Propuesta de mejora del proceso logístico de la empresa Tramacoexpress Cia.Ltda del Cantón Durán. *Tesis de título*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Rahman, A., Chowdhury, S., Kumar, S., Zahed, M., Hasan, K., Mandal, R., & Islam, U. (2017). A case of study of Six Sigma Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC) methodology in garment sector. *Independent Journal of Management & Production*, 1309-1323. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449553639009>
- Ramírez, J. (2018). Propuesta de mejora en la productividad de los procesos logísticos de una empresa distribuidora de libros. *Tesis de título*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Ruiz, A., Ayala, J., Alomoto, N., & Acero, J. (2015). Revisión de la literatura sobre gestión de la calidad: Caso de las revistas publicadas en Hispanoamérica y España. *Estudios Gerenciales*, 319-334. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21241145009>
- Smetkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 238, 590-596. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Srinivisan, k., Muthu, S., Prasad, N., & Satheesh, G. (2014). Reduction of paint line defects in shock absorber through Six Sigma DMAIC phases. *Procedia Engineering*, 1755-1764. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.327>
- Tenera, A., & Carneiro, L. (2014). A Lean Six Sigma (LSS) project management improvement model. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 912-920. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.102>

- Tinoco, F. (2013). Six Sigma en logística: Aplicación en el almacén de una unidad minera. *Industrial Data*, 67-74. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390008>
- Torabi, F., & El-Den, J. (2017). The impact of Knowledge Management on Organizational Productivity: A case study on Koosar Bank of Iran. *Procedia Computer Science*, 300-310. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.159>
- Torres, M., & García, P. (2017). Administración de inventarios, un desafío para las Pymes. *Inventio*, 31-38.
- Vargas, B. (2008). Políticas de fomento a la competitividad en la pequeña empresa. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 35-63. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360733602003>
- Vera, A., & Blanco, A. (2019). Modelo para la gestión del talento humano en las pymes del sector servicios de Barranquilla, Colombia. *Innovar*, 25-44. Obtenido de [www.redalyc.org/articulo.oa?id=81861610003](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81861610003)
- Vidal, S. (2007). Estrategia logística del justo a tiempo para crear ventajas competitivas en las organizaciones. *Prospectiva*, 78-81. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251109013>
- Yuiján, D. (2014). Mejora del área de logística mediante la implementación de Lean Six Sigma en una empresa comercial. *Tesis de licenciatura*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Zuluaga, W. (2018). Proyectos de desarrollo de proveedores que usan Six Sigma: Un análisis de caso en Schneider Electric Colombia S.A. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 12. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20657725009>

## ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problemas			Justificación	Variables	Indicadores	Metodología
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general				
¿La aplicación de <b>Seis Sigma</b> mejorará el <b>proceso logístico</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?	Aplicar <b>Seis Sigma</b> para mejorar el <b>proceso logístico</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.	La aplicación de <b>Seis Sigma</b> mejora el <b>proceso logístico</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.	La presente investigación comprende el estudio y la aplicación de Seis Sigma, con la finalidad de mejorar el proceso logístico en la empresa J&S Casa y Estilos del distrito de Huacho en el año 2019. Esta área no tiene una organización que permite establecer controles, por lo que se producen errores y por ende no se logra la satisfacción del cliente. A través de las etapas DMAIC, se implementan las herramientas que permitan lograr el objetivo al mínimo costo de implementación.	<b>X: Variable independiente</b> <b>Seis Sigma</b>  DIMENSIONES: <b>X1: Definir</b> <b>X2: Medir</b> <b>X3: Analizar</b> <b>X4: Mejorar</b> <b>X5: Controlar</b>  <b>Y: Variable dependiente</b> <b>Proceso logístico</b>  DIMENSIONES: <b>Y1: Inventario</b> <b>Y2: Almacenamiento</b> <b>Y3: Distribución</b>	Y1.1: Nivel de Inventario Y1.2: Costos relacionados al inventario  Y2.1: Costo por unidad almacenada Y2.2.: Desplazamiento por orden  Y3.1: Ciclo de la orden Y3.2: Entrega perfecta	Nivel de investigación: Explicativo  Diseño: Pre experimental  Diseño específico: Diseño con dos observaciones
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas				
1. ¿La aplicación de <b>Seis Sigma</b> reducirá el <b>inventario</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?	1. Aplicar <b>Seis Sigma</b> para reducir el <b>inventario</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.	1. La aplicación de <b>Seis Sigma</b> reduce el <b>inventario</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.				
2. ¿La aplicación de <b>Seis Sigma</b> mejorará el <b>almacenamiento</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?	2. Aplicar <b>Seis Sigma</b> para mejorar el <b>almacenamiento</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.	2. La aplicación de <b>Seis Sigma</b> mejora el <b>almacenamiento</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.				
3. ¿La aplicación de <b>Seis Sigma</b> mejorará la <b>distribución</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019?	3. Aplicar <b>Seis Sigma</b> para mejorar la <b>distribución</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.	3. La aplicación de <b>Seis Sigma</b> mejora la <b>distribución</b> de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.				

GE: Y<sub>1</sub> — X — Y<sub>2</sub>

GE: grupo experimental  
 X: variable independiente  
 Y1: pretest  
 Y2: postest

**Anexo 2.** Tiempos pre test observaciones 1 al 21

SO	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	Total (s)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	224,96	47,32	80,34	4,09	356,71						1		
2	186,88	194,12	74,47	32,7	488,17						1	1	
3	328,27	213,54	420,62	152,08	1114,51	1	1	1		1			
4	359,69	242,65	70,43	40,1	712,87	1	1					1	
5	385,12	73,21	83,4	53,52	595,25	1						1	
6	198,21	80,19	503,46	39,52	821,38			1					
7	206,32	175,34	104,54	10,4	496,60		1				1		
8	342,75	63,56	190,45	4,69	601,45	1		1					
9	401,62	100,25	602,65	289,24	1393,76	1		1					1
10	370,03	102,78	95,32	8,2	576,33	1	1					1	
11	225,34	84,49	80,59	6,39	396,81				1				
12	421,84	50,12	201,5	10,34	683,80					1			
13	301,32	201,43	105,62	38,6	646,97	1					1	1	
14	206,23	100,43	106,43	24,95	438,04	1		1					
15	189,05	67,25	89,66	12,9	358,86	1							
16	185,12	70,43	305,25	159,63	720,43		1					1	
17	201,67	100,27	493,67	124,65	920,26	1		1				1	
18	289,12	89,15	205,65	301,55	885,47		1						1
19	306,13	106,13	143,56	15,5	571,32	1			1		1	1	
20	191,23	74,36	572,59	90,32	928,50			1					
21	313,92	83,13	469,16	100,34	966,55			1		1			



**Anexo 3.** Tiempos pre test observaciones 22 al 36

22	402,24	69,46	95,52	37,21	604,43	1	1				
23	302,43	67,14	74,25	6,35	450,17	1					
24	205,12	70,14	104,55	97,25	477,06	1					1
25	623,12	100,35	230,13	174,65	1128,25	1	1		1		
26	185,3	80,23	205,12	182,41	653,06			1			
27	189,21	215,86	173,62	327,26	905,95		1			1	1 1
28	293,02	204,63	94,34	65,26	657,25	1			1		
29	211,35	195,74	190,56	106,62	704,27			1			1
30	629,21	70,54	395,25	296,56	1391,56	1		1		1	1 1
31	310,96	67,38	275,99	245,81	900,14	1			1		1
32	495,1	60,47	385,03	284,91	1225,51		1	1			
33	583,08	74,61	396,09	389,85	1443,63	1		1		1	
34	471,62	86,59	471,96	298,81	1328,98	1		1		1	1
35	386,16	90,38	285,05	178,39	939,98		1			1	
36	276,27	106,56	385,19	133,4	901,42	1		1		1	

**Anexo 4.** Tiempos post test observaciones del 1 al 22

SO	T1	T2	T3	T4	TOTAL	1	2	3	4	5	6	7	8
1	154,59	53,61	79,19	10,58	297,97				1				
2	375,2	90,51	98,12	11,58	575,41						1	1	
3	358,51	60,16	147,01	20,58	586,26					1			
4	185,43	69,12	84,78	10,3	349,63								
5	205,21	61,55	103,95	9,58	380,29							1	
6	175,15	39,52	93,8	5,14	313,61							1	
7	345,5	47,23	198,84	56,19	647,76								1
8	269,61	61,5	182,97	60,16	574,24				1				
9	214,29	85,29	180,71	84,35	564,64								
10	182,18	72,51	93,16	11,02	358,87								
11	472,78	85,2	184,6	98,28	840,86					1			
12	361,69	167,53	176,6	120,57	826,39						1		1
13	415,16	96,22	180,98	82,59	774,95					1			
14	371,4	65,31	173,95	101,58	712,24								
15	286,16	64,16	180,81	93,92	625,05				1				
16	215,16	46,41	172,91	60,26	494,74							1	
17	295,63	70,36	190,01	66,25	622,25							1	
18	361,63	140,66	205,61	73,63	781,53						1		1
19	186,15	90,15	80,41	6,25	362,96								
20	285,91	113,15	149,91	39,8	588,77						1		
21	301,51	88,4	294,4	50,81	735,12					1			1
22	295,17	160,5	207,1	93,48	756,25								1

**Anexo 5.** Tiempos post test observaciones del 22 al 36

23	250,1	83,56	178,51	83,69	595,86	1		
24	189,52	85,33	128,34	20,5	423,69			1
25	361,8	180,85	235,16	68,01	845,82		1	
26	386,16	159,6	254,1	58,16	858,02	1		
27	352,84	105,4	231,36	100,86	790,46			
28	361,52	73,4	265,95	95,86	796,73	1	1	
29	211,62	93,6	204,77	98,38	608,37			
30	316,66	155,9	212,58	84,6	769,74	1		
31	220,39	159	216,39	67,46	663,24	1		
32	295,59	160,66	194,56	70,36	721,17		1	1
33	300,49	90,65	264,67	73,6	729,41		1	
34	271,64	74,36	200,05	63,01	609,06			1
35	186,05	60,4	194,2	69,4	510,05			1
36	190,63	61,45	164,66	70,56	487,3			1

## Anexo 6. Informe de suposiciones del tiempo de proceso pre test

### Suposiciones

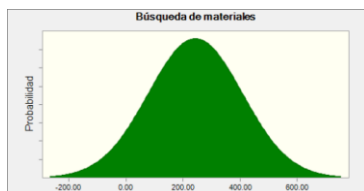
Actividad de trabajo: [Nivel Sigma.xlsx]Model

Actividad: **Búsqueda de materiales**

Celda: C18

Distribución normal con parámetros:

Media 243,39  
Desv est 164,96 (=F18)

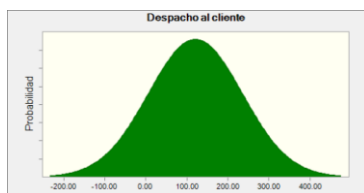


Actividad: **Despacho al cliente**

Celda: C20

Distribución normal con parámetros:

Media 120,68  
Desv est 114,70 (=F20)

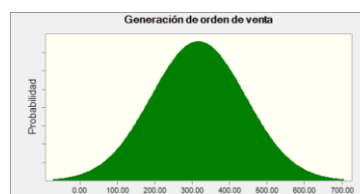


Actividad: **Generación de orden de venta**

Celda: C14

Distribución normal con parámetros:

Media 316,64  
Desv est 125,83



Actividad: **Pago en caja**

Celda: C16

Distribución normal con parámetros:

Media 107,78 (=E16)  
Desv est 55,59 (=F16)



de las suposiciones

## Anexo 7. Informe de supociones del tiempo post test

### Suposiciones

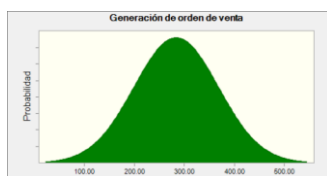
Hoja de trabajo: [Nivel Sigma.xlsx]Model

**Suposición: Generación de orden de venta**

**Celda: C14**

Normal distribución con parámetros:

Media	283,58	(=E14)
Desv est	84,48	(=F14)

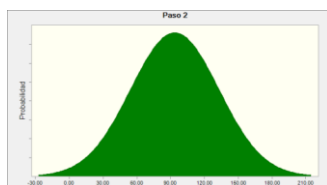


**Suposición: Paso 2**

**Celda: C16**

Normal distribución con parámetros:

Media	93,70	(=E16)
Desv est	39,20	(=F16)

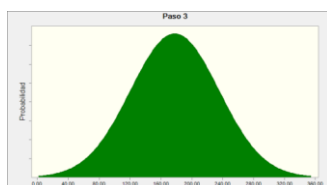


**Suposición: Paso 3**

**Celda: C18**

Normal distribución con parámetros:

Media	177,92	(=E18)
Desv est	57,18	(=F18)

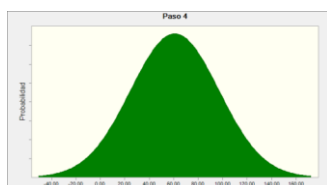


**Suposición: Paso 4**

**Celda: C20**

Normal distribución con parámetros:

Media	60,87	(=E20)
Desv est	36,12	(=F20)



**Anexo 8. Modelo de inventario pre test**

Cantidad de pedido	8 000	unidades
Punto de reorden	600	unidades
Inventario inicial	8 000	unidades
Lead time	1	semanas

Costo ordenar	\$ 2 775
Costo de mantener	\$ 0,10

Costo total anual			
\$ 18 044	\$ 11 100	\$ -	\$ 29 144

**Simulación de inventario**

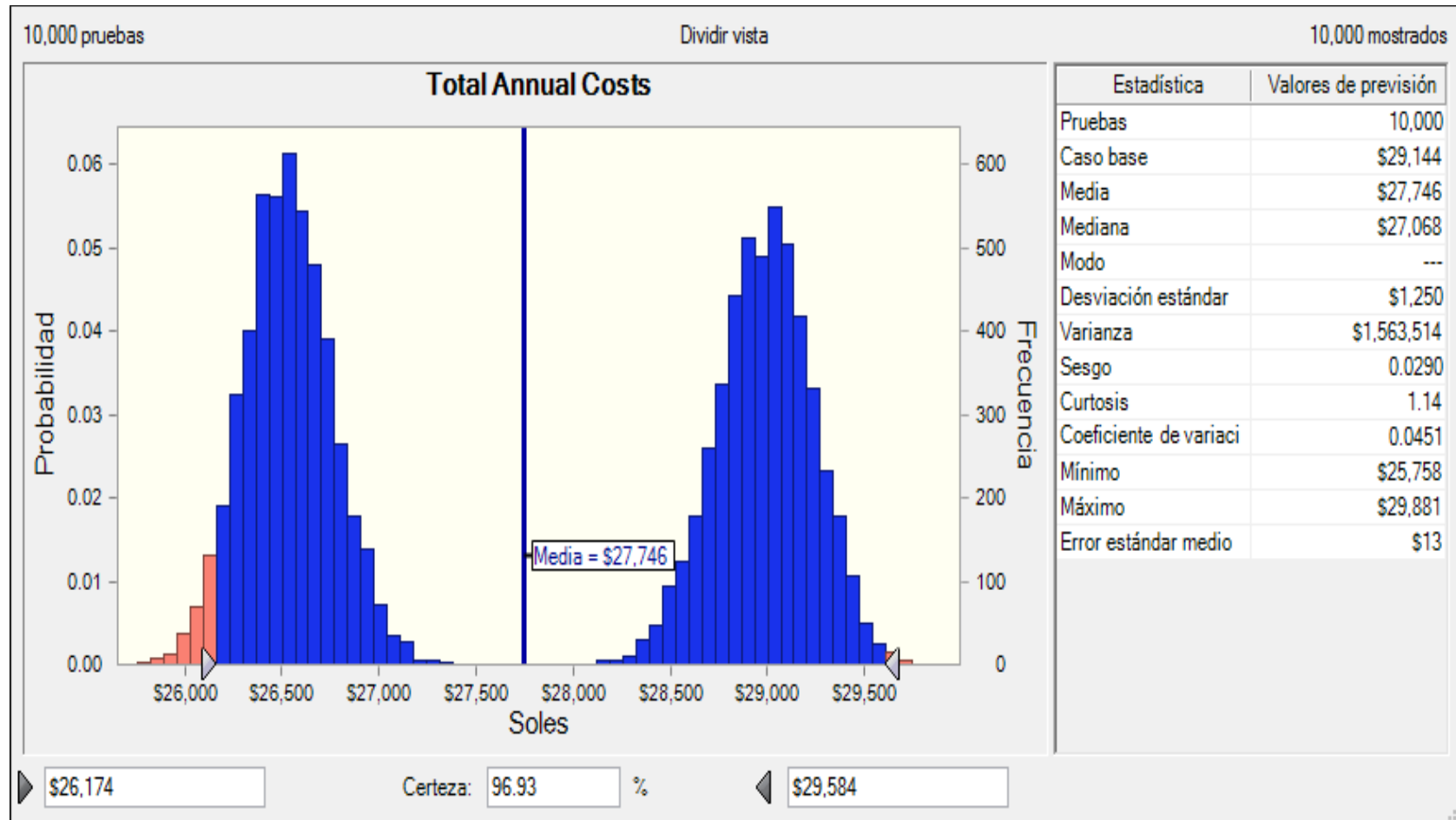
Week	Beg				Ending								
	Inv Pos	Beg Inv	Order Rec'd	Units Rec'd	Dmd	End Inv	Lost Sales	Order Placed?	Inv Pos	Week Due	Hold Cost (\$/.)	Order Cost (\$/.)	Total Cost (\$/.)
1	8000	8000		0	622	7378	0	FALSO	7378	0	700,91	-	701
2	7378	7378		0	622	6756	0	FALSO	6756	0	641,82	-	642
3	6756	6756	FALSO	0	622	6134	0	FALSO	6134	0	582,73	-	583
4	6134	6134	FALSO	0	622	5512	0	FALSO	5512	0	523,64	-	524
5	5512	5512	FALSO	0	622	4890	0	FALSO	4890	0	464,55	-	465
6	4890	4890	FALSO	0	622	4268	0	FALSO	4268	0	405,46	-	405
7	4268	4268	FALSO	0	622	3646	0	FALSO	3646	0	346,37	-	346
8	3646	3646	FALSO	0	622	3024	0	FALSO	3024	0	287,28	-	287

9	3024	3024	FALSO	0	622	2402	0	FALSO	2402	0	228,19	-	228
10	2402	2402	FALSO	0	622	1780	0	FALSO	1780	0	169,10	-	169
11	1780	1780	FALSO	0	622	1158	0	FALSO	1158	0	110,01	-	110
12	1158	1158	FALSO	0	622	536	0	VERDADERO	8536	14	50,92	2 775	2 826
13	8536	536	FALSO	0	622	0	86	FALSO	8000	0	-	-	-
14	8000	0	VERDADERO	8000	622	7378	0	FALSO	7378	0	700,91	-	701
15	7378	7378	FALSO	0	622	6756	0	FALSO	6756	0	641,82	-	642
16	6756	6756	FALSO	0	622	6134	0	FALSO	6134	0	582,73	-	583
17	6134	6134	FALSO	0	622	5512	0	FALSO	5512	0	523,64	-	524
18	5512	5512	FALSO	0	622	4890	0	FALSO	4890	0	464,55	-	465
19	4890	4890	FALSO	0	622	4268	0	FALSO	4268	0	405,46	-	405
20	4268	4268	FALSO	0	622	3646	0	FALSO	3646	0	346,37	-	346
21	3646	3646	FALSO	0	622	3024	0	FALSO	3024	0	287,28	-	287
22	3024	3024	FALSO	0	622	2402	0	FALSO	2402	0	228,19	-	228
23	2402	2402	FALSO	0	622	1780	0	FALSO	1780	0	169,10	-	169
24	1780	1780	FALSO	0	622	1158	0	FALSO	1158	0	110,01	-	110
25	1158	1158	FALSO	0	622	536	0	VERDADERO	8536	27	50,92	2 775	2 826
26	8536	536	FALSO	0	622	0	86	FALSO	8000	0	\$ -	\$ -	-
27	8000	0	VERDADERO	8000	622	7378	0	FALSO	7378	0	\$ 700,91	\$ -	701
28	7378	7378	FALSO	0	622	6756	0	FALSO	6756	0	\$ 641,82	\$ -	642
29	6756	6756	FALSO	0	622	6134	0	FALSO	6134	0	\$ 582,73	\$ -	583
30	6134	6134	FALSO	0	622	5512	0	FALSO	5512	0	\$ 523,64	\$ -	524
31	5512	5512	FALSO	0	622	4890	0	FALSO	4890	0	\$ 464,55	\$ -	465
32	4890	4890	FALSO	0	622	4268	0	FALSO	4268	0	\$ 405,46	\$ -	405

<b>33</b>	4268	4268	FALSO	0	622	3646	0	FALSO	3646	0	346,37	-	346
<b>34</b>	3646	3646	FALSO	0	622	3024	0	FALSO	3024	0	287,28	-	287
<b>35</b>	3024	3024	FALSO	0	622	2402	0	FALSO	2402	0	228,19	-	228
<b>36</b>	2402	2402	FALSO	0	622	1780	0	FALSO	1780	0	169,10	-	169
<b>37</b>	1780	1780	FALSO	0	622	1158	0	FALSO	1158	0	110,01	-	110
<b>38</b>	1158	1158	FALSO	0	622	536	0	VERDADERO	8536	40	50,92	2 775	2 826
<b>39</b>	8536	536	FALSO	0	622	0	86	FALSO	8000	0	-	-	-
<b>40</b>	8000	0	VERDADERO	8000	622	7378	0	FALSO	7378	0	700,91	-	701
<b>41</b>	7378	7378	FALSO	0	622	6756	0	FALSO	6756	0	641,82	-	642
<b>42</b>	6756	6756	FALSO	0	622	6134	0	FALSO	6134	0	582,73	-	583
<b>43</b>	6134	6134	FALSO	0	622	5512	0	FALSO	5512	0	523,64	-	524
<b>44</b>	5512	5512	FALSO	0	622	4890	0	FALSO	4890	0	464,55	-	465
<b>45</b>	4890	4890	FALSO	0	622	4268	0	FALSO	4268	0	405,46	-	405
<b>46</b>	4268	4268	FALSO	0	622	3646	0	FALSO	3646	0	346,37	-	346
<b>47</b>	3646	3646	FALSO	0	622	3024	0	FALSO	3024	0	287,28	-	287
<b>48</b>	3024	3024	FALSO	0	622	2402	0	FALSO	2402	0	228,19	-	228
<b>49</b>	2402	2402	FALSO	0	622	1780	0	FALSO	1780	0	169,10	-	169
<b>50</b>	1780	1780	FALSO	0	622	1158	0	FALSO	1158	0	110,01	-	110
<b>51</b>	1158	1158	FALSO	0	622	536	0	VERDADERO	8536	53	50,92	2 775	2 826
<b>52</b>	8536	536	FALSO	0	622	0	86	FALSO	8000	0	-	-	-



Anexo 9. Simulación costo anual pre test



**Anexo 10. Modelo de inventario EOQ con OptQuest**

Cantidad de pedido	5 800	unidades
Punto de reorden	600	unidades
Inventario inicial	5 800	unidades
Lead time	1	semanas

Costo ordenar	\$ 2 775
Costo de mantener	\$ 0,10

Costo total anual			
\$ 12 424	\$ 13 875	\$ -	\$ 26 299

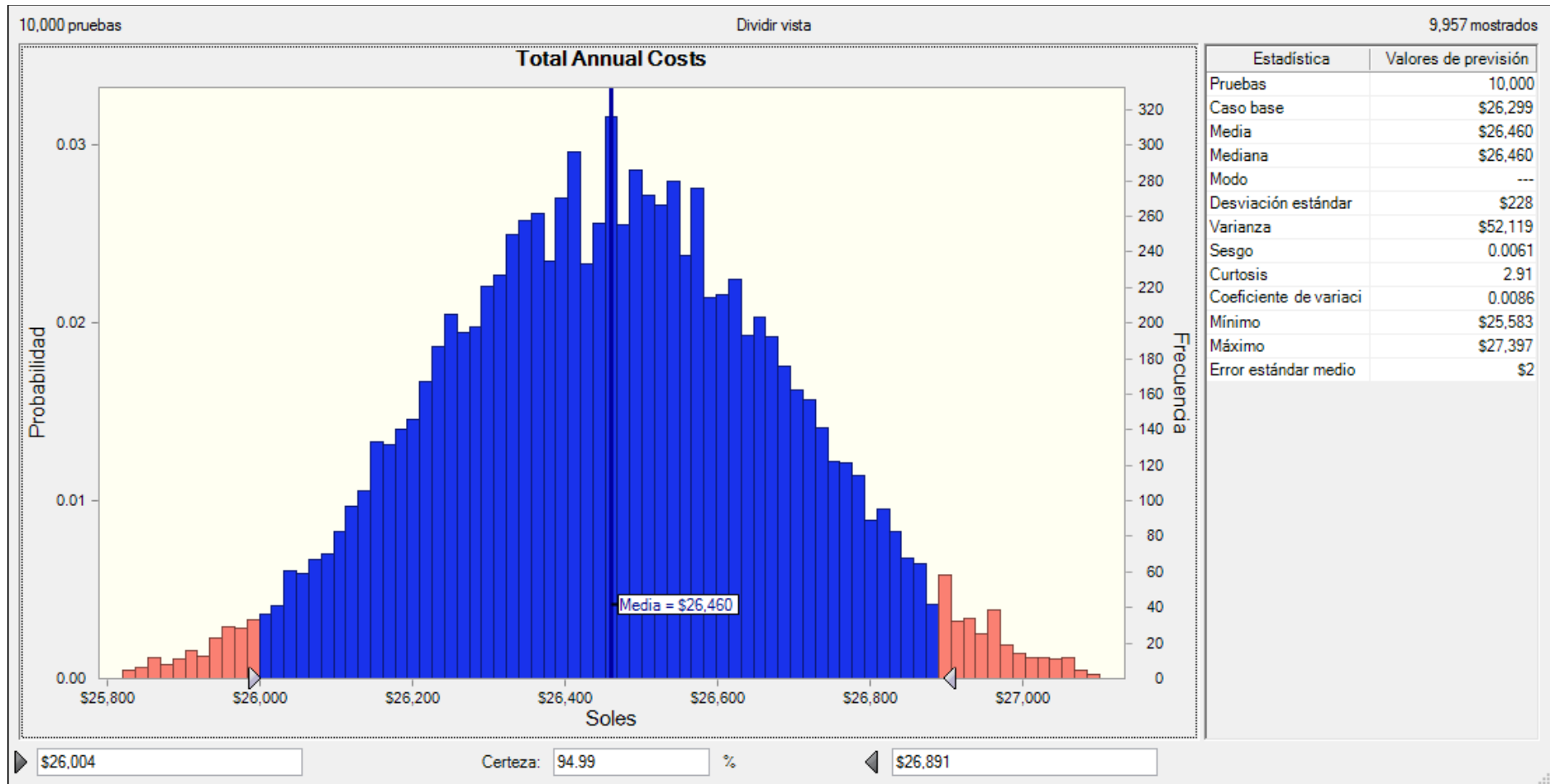
**Simulación de inventario**

Week	Beg		Order Rec'd	Units Rec'd	Dmd	End Inv	Lost Sales	Ending					
	Inv Pos	Beg Inv						Order Placed?	Inv Pos	Week Due	Hold Cost (S/.)	Order Cost (S/.)	Total Cost (S/.)
1	5800	5800		0	622	5178	0	FALSO	5178	0	491,91	-	492
2	5178	5178		0	622	4556	0	FALSO	4556	0	432,82	-	433
3	4556	4556	FALSO	0	622	3934	0	FALSO	3934	0	373,73	-	374
4	3934	3934	FALSO	0	622	3312	0	FALSO	3312	0	314,64	-	315
5	3312	3312	FALSO	0	622	2690	0	FALSO	2690	0	255,55	-	256
6	2690	2690	FALSO	0	622	2068	0	FALSO	2068	0	196,46	-	196
7	2068	2068	FALSO	0	622	1446	0	FALSO	1446	0	137,37	-	137
8	1446	1446	FALSO	0	622	824	0	FALSO	824	0	78,28	-	78

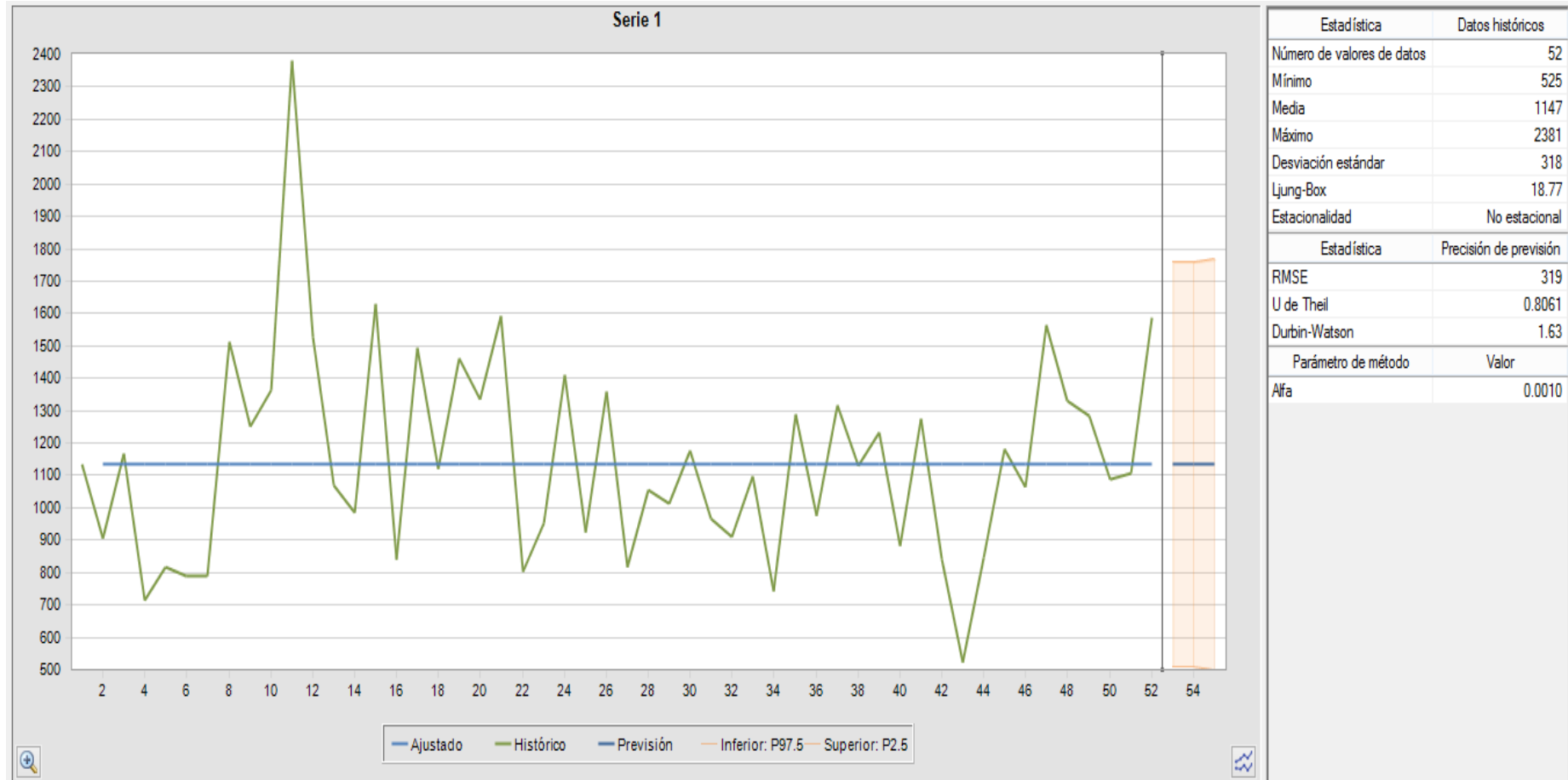
9	824	824	FALSO	0	622	202	0	VERDADERO	6002	11	19,19	2 775	2 794
10	6002	202	FALSO	0	622	0	420	FALSO	5800	0	-	-	-
11	5800	0	VERDADERO	5800	622	5178	0	FALSO	5178	0	491,91	-	492
12	5178	5178	FALSO	0	622	4556	0	FALSO	4556	0	432,82	-	433
13	4556	4556	FALSO	0	622	3934	0	FALSO	3934	0	373,73	-	374
14	3934	3934	FALSO	0	622	3312	0	FALSO	3312	0	314,64	-	315
15	3312	3312	FALSO	0	622	2690	0	FALSO	2690	0	255,55	-	256
16	2690	2690	FALSO	0	622	2068	0	FALSO	2068	0	196,46	-	196
17	2068	2068	FALSO	0	622	1446	0	FALSO	1446	0	137,37	-	137
18	1446	1446	FALSO	0	622	824	0	FALSO	824	0	78,28	-	78
19	824	824	FALSO	0	622	202	0	VERDADERO	6002	21	19,19	2 775	2 794
20	6002	202	FALSO	0	622	0	420	FALSO	5800	0	-	-	-
21	5800	0	VERDADERO	5800	622	5178	0	FALSO	5178	0	491,91	-	492
22	5178	5178	FALSO	0	622	4556	0	FALSO	4556	0	432,82	-	433
23	4556	4556	FALSO	0	622	3934	0	FALSO	3934	0	373,73	-	374
24	3934	3934	FALSO	0	622	3312	0	FALSO	3312	0	314,64	-	315
25	3312	3312	FALSO	0	622	2690	0	FALSO	2690	0	255,55	-	256
26	2690	2690	FALSO	0	622	2068	0	FALSO	2068	0	196,46	-	196
27	2068	2068	FALSO	0	622	1446	0	FALSO	1446	0	137,37	-	137
28	1446	1446	FALSO	0	622	824	0	FALSO	824	0	78,28	-	78
29	824	824	FALSO	0	622	202	0	VERDADERO	6002	31	19,19	2 775	2 794
30	6002	202	FALSO	0	622	0	420	FALSO	5800	0	-	-	-
31	5800	0	VERDADERO	5800	622	5178	0	FALSO	5178	0	491,91	-	492
32	5178	5178	FALSO	0	622	4556	0	FALSO	4556	0	432,82	-	433

<b>33</b>	4556	4556	FALSO	0	622	3934	0	FALSO	3934	0	373,73	-	374
<b>34</b>	3934	3934	FALSO	0	622	3312	0	FALSO	3312	0	314,64	-	315
<b>35</b>	3312	3312	FALSO	0	622	2690	0	FALSO	2690	0	255,55	-	256
<b>36</b>	2690	2690	FALSO	0	622	2068	0	FALSO	2068	0	196,46	-	196
<b>37</b>	2068	2068	FALSO	0	622	1446	0	FALSO	1446	0	137,37	-	137
<b>38</b>	1446	1446	FALSO	0	622	824	0	FALSO	824	0	78,28	-	78
<b>39</b>	824	824	FALSO	0	622	202	0	VERDADERO	6002	41	19,19	2 775	2 794
<b>40</b>	6002	202	FALSO	0	622	0	420	FALSO	5800	0	-	-	-
<b>41</b>	5800	0	VERDADERO	5800	622	5178	0	FALSO	5178	0	491,91	-	492
<b>42</b>	5178	5178	FALSO	0	622	4556	0	FALSO	4556	0	432,82	-	433
<b>43</b>	4556	4556	FALSO	0	622	3934	0	FALSO	3934	0	373,73	-	374
<b>44</b>	3934	3934	FALSO	0	622	3312	0	FALSO	3312	0	314,64	-	315
<b>45</b>	3312	3312	FALSO	0	622	2690	0	FALSO	2690	0	255,55	-	256
<b>46</b>	2690	2690	FALSO	0	622	2068	0	FALSO	2068	0	196,46	-	196
<b>47</b>	2068	2068	FALSO	0	622	1446	0	FALSO	1446	0	137,37	-	137
<b>48</b>	1446	1446	FALSO	0	622	824	0	FALSO	824	0	78,28	-	78
<b>49</b>	824	824	FALSO	0	622	202	0	VERDADERO	6002	51	19,19	2 775	2 794
<b>50</b>	6002	202	FALSO	0	622	0	420	FALSO	5800	0	-	-	-
<b>51</b>	5800	0	VERDADERO	5800	622	5178	0	FALSO	5178	0	491,91	-	492
<b>52</b>	5178	5178	FALSO	0	622	4556	0	FALSO	4556	0	432,82	-	433

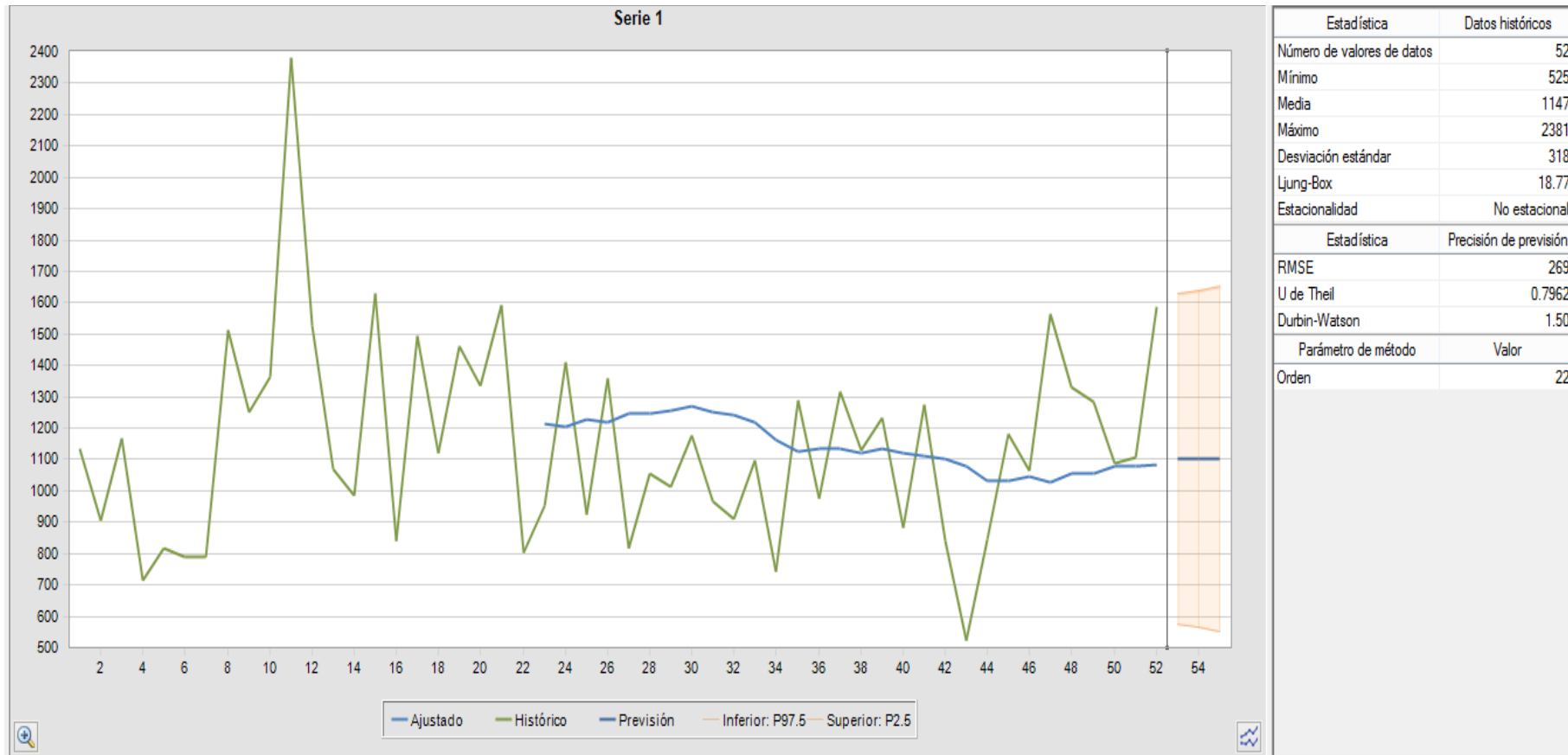
Anexo 11. Simulación del costo anual para EOQ con OptQuest



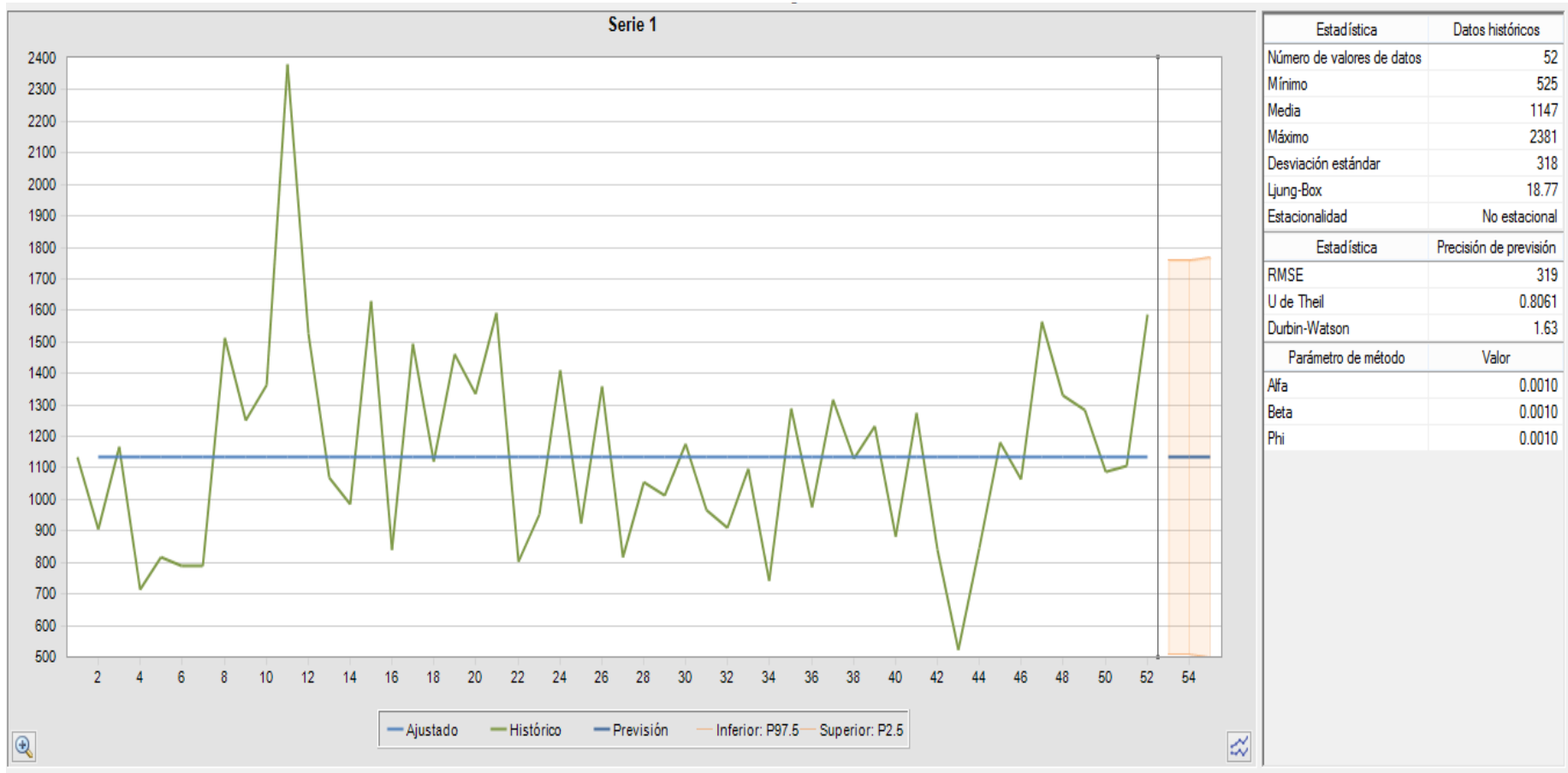
## Anexo 12. Proyección con suavizado exponencial simple



**Anexo 13. Proyección con promedio móvil simple**

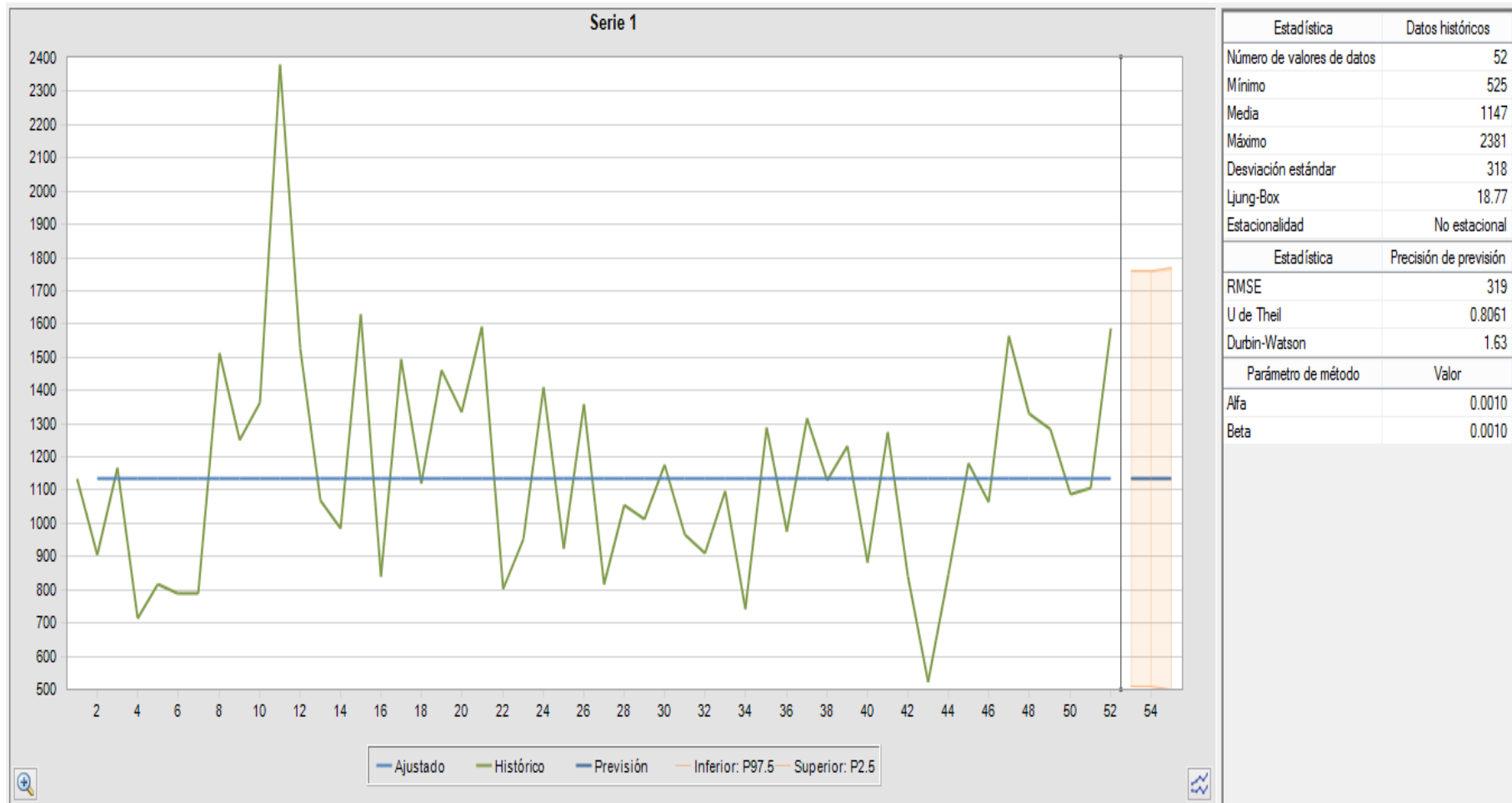


### Anexo 14. Proyección con suavizado exponencial doble

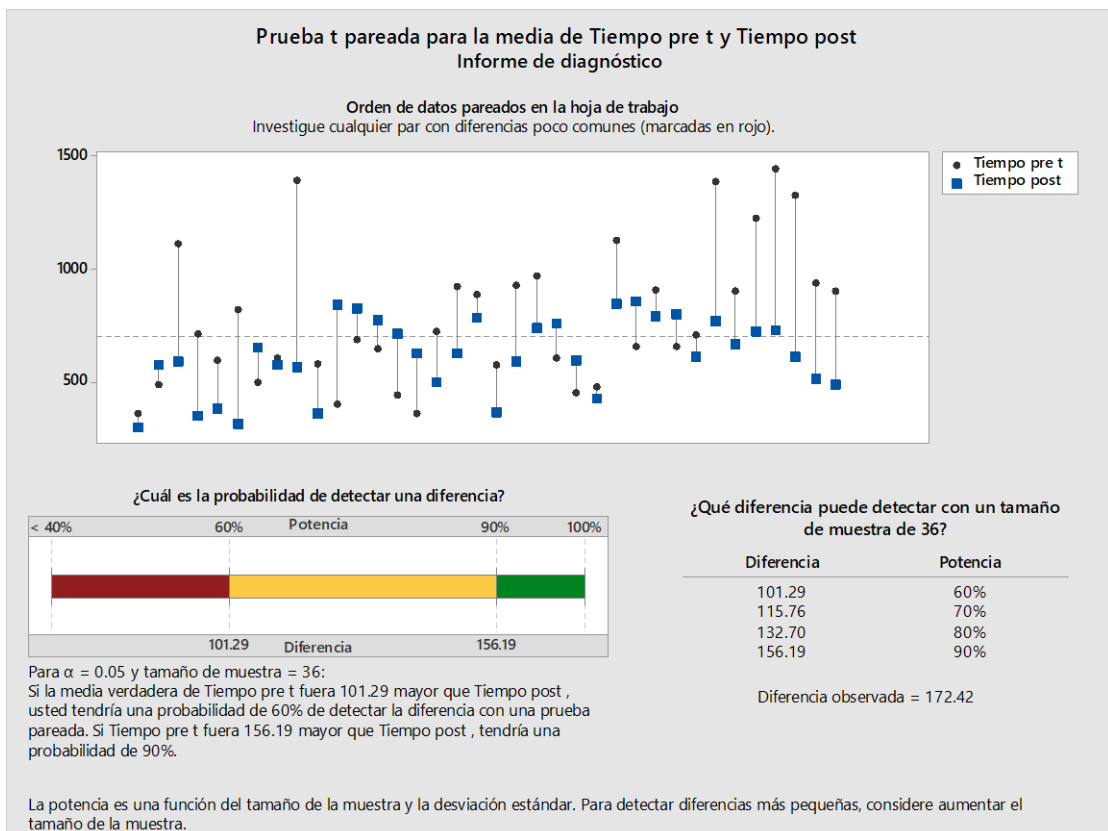
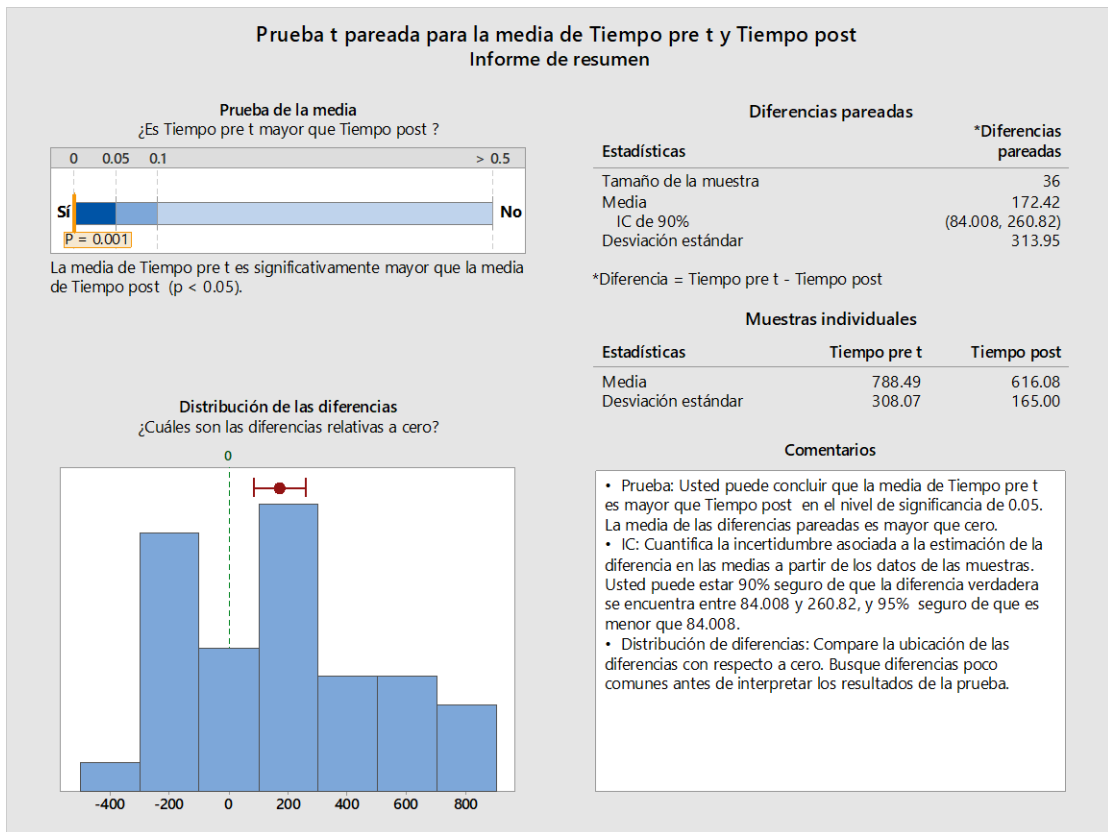




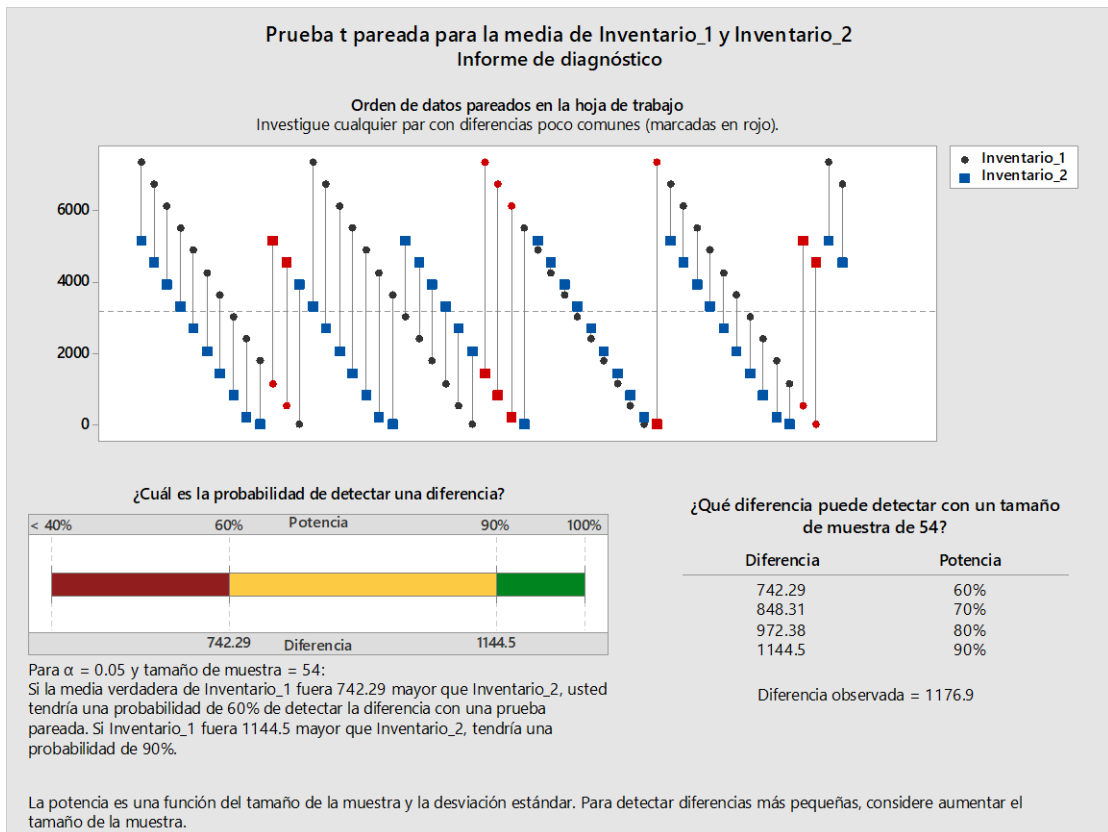
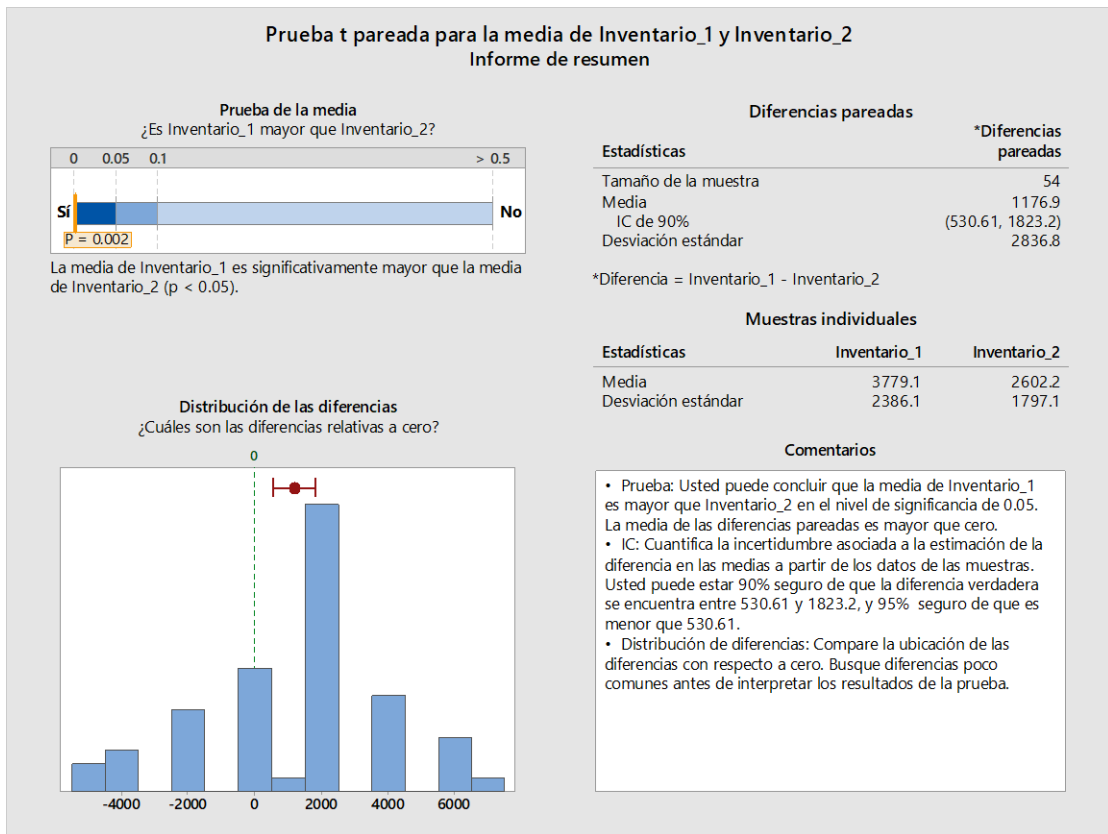
**Anexo 15. Proyección con tendencia desechada no estacional**



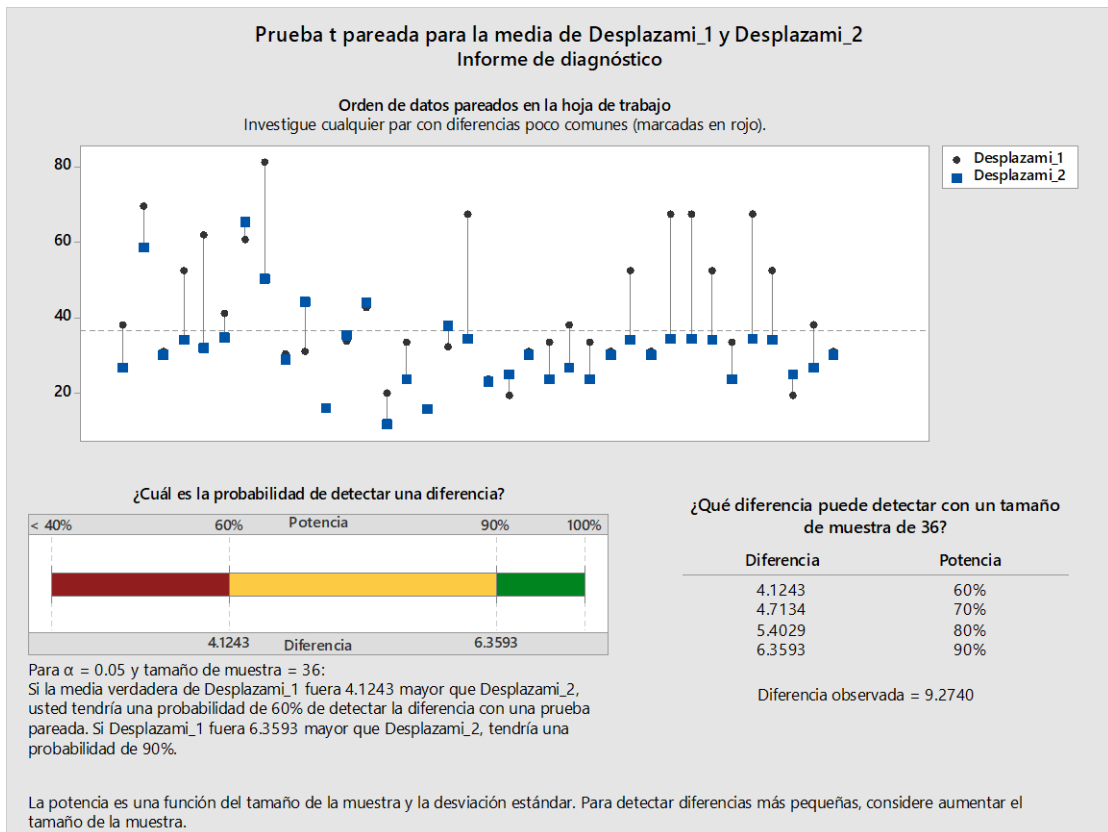
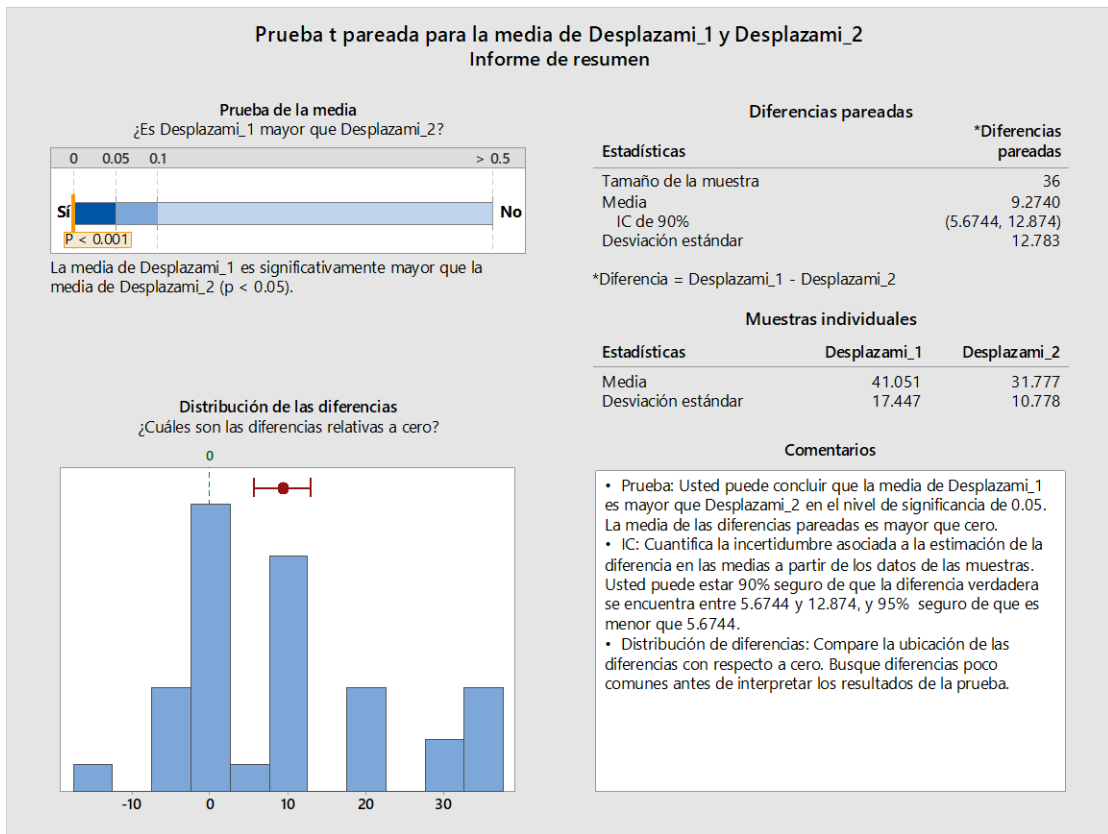
**Anexo 16. Prueba de hipótesis para variable proceso logístico**



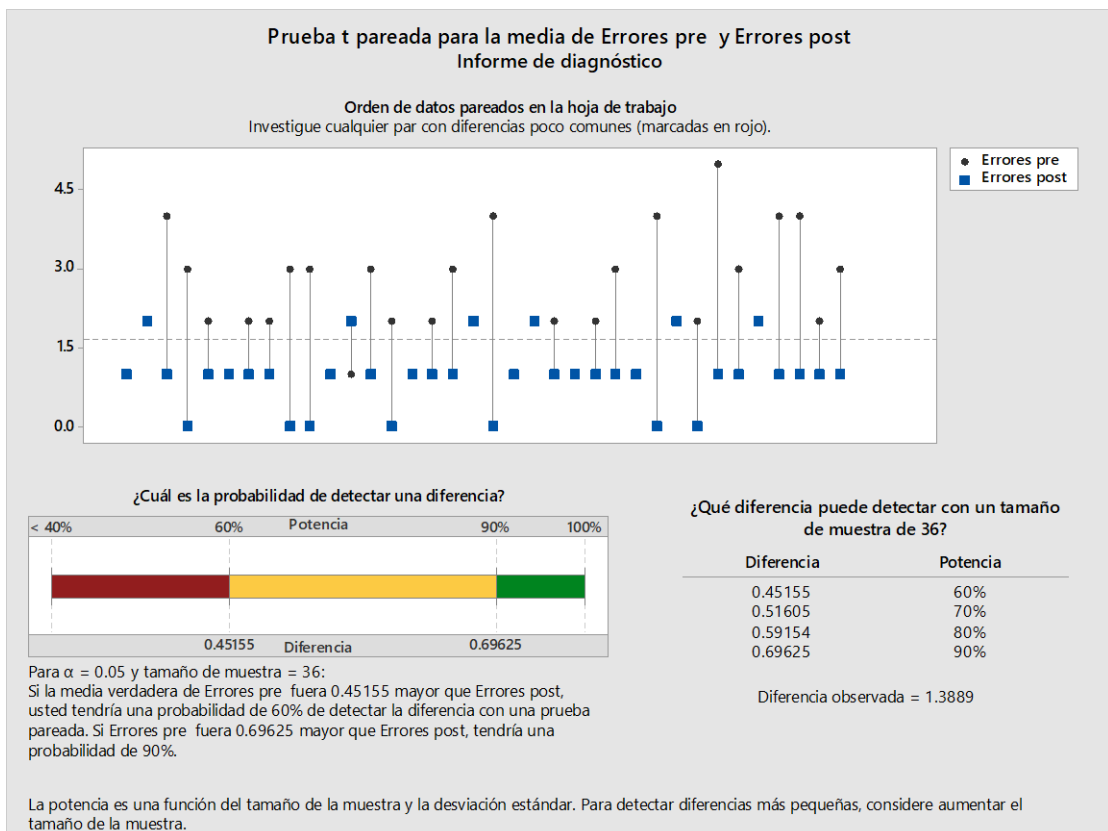
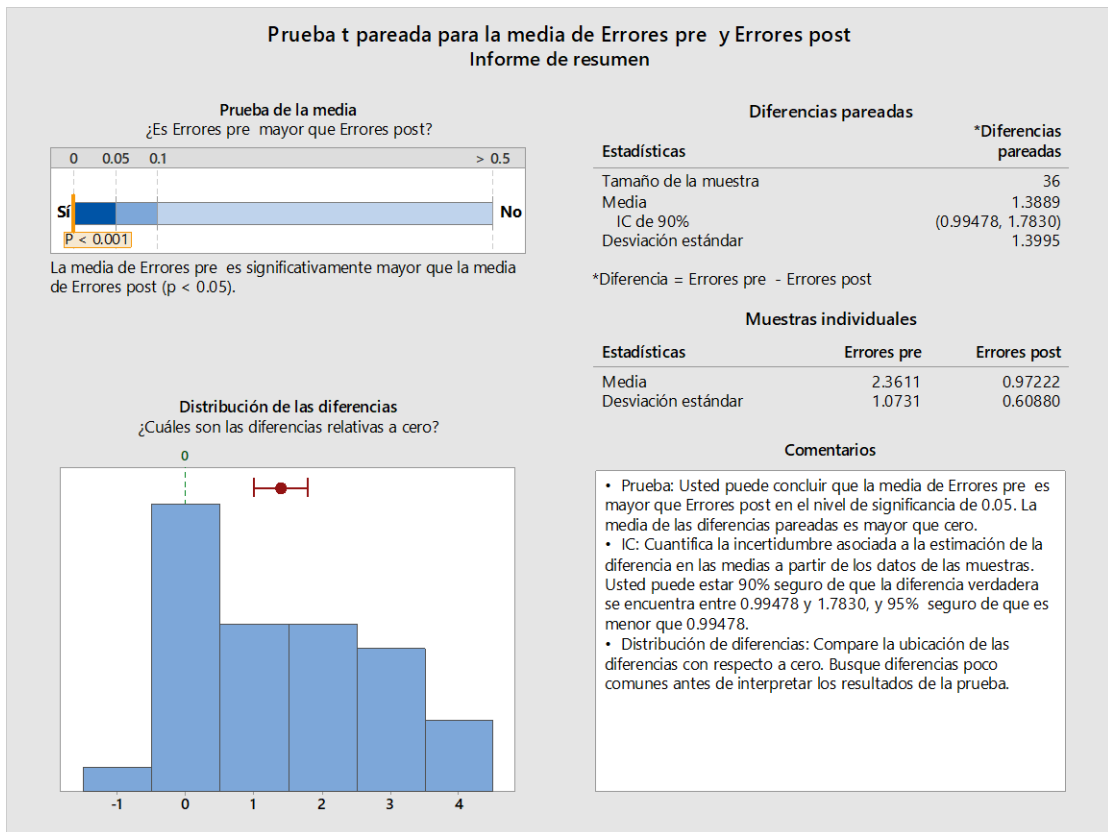
Anexo 17. Prueba de hipótesis para la dimensión inventario



Anexo 18. Prueba de hipótesis para la dimensión almacenamiento



Anexo 19. Prueba de hipótesis para dimensión distribución



## Anexo 20. Resultados del cuestionario

	X. Seis Sigma															
	D1. Definir					D2. Medir					D3. Analizar					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
E1	3	3	3	4	5	5	4	3	3	4	5	4	3	3	3	3
E2	3	4	5	5	4	5	4	4	3	3	5	5	4	4	4	5
E3	4	3	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
E4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4
E5	5	3	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	3	5	4
E6	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5
E7	5	5	5	5	5	4	3	4	3	5	5	5	4	3	3	5
E8	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
E9	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
E10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
E12	5	5	5	4	5	4	4	4	3	5	5	4	5	4	5	4
E13	5	5	5	4	5	4	5	5	3	5	5	3	5	4	5	5
E14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5
E15	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
E16	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5
E17	5	3	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	3	4
E18	3	2	3	3	1	4	4	4	1	1	2	4	3	4	5	5
E19	5	2	1	4	5	1	3	1	1	1	4	5	4	3	2	2
E20	1	2	4	2	1	5	2	5	4	5	5	1	5	5	4	4
E21	4	3	5	2	3	2	1	4	1	4	3	3	3	5	1	1
E22	2	3	3	5	2	2	1	3	2	3	3	1	2	4	4	3
E23	4	5	1	2	5	5	4	1	5	5	4	4	3	3	3	3
E24	1	3	5	1	5	4	1	4	3	3	3	5	4	5	2	2

**Anexo 21. Instrumento**

**I. Presentación.** El tesista Rubén Orlando Samanamud Natividad de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la FIISI, UNJFSC-Huacho, ha desarrollado la tesis titulada: SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA EMPRESA J&S CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019., cuyo objetivo es Aplicar Seis Sigma para mejorar el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

Por tanto, es importante que usted ANÓNIMAMENTE nos facilite sus puntos de vista a los factores o aspectos más importantes considerados

**II. Instrucciones:**

- 2.1. La información que Ud. nos brinde es personal, sincera y anónima.  
 2.2. Marque solo una opción de la calificación de cada pregunta, que Ud. considere la correcta  
 2.3. Debe responder todas las preguntas

**III. Aspectos generales**

- 3.1. Genero  Masculino  Femenino
- 3.2. Edad  18 a 25 años  26 a 32 años  
 33 a 40 años  41 a más años
- 3.3. Nivel de Instrucción  Primaria  Secundaria  Técnico  Universitaria
- 3.4. Experiencia en el área de trabajo  menor a 1 año  1 a 3 años  
 4 a 6 años  7 a 10 años

**Escala de calificación**

1	2	3	4	5
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy acuerdo

**Dimensiones de Seis Sigma**

Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
1 al 5	6 al 10	11 al 15	16 al 20	21 al 25

**Dimensiones del proceso logístico**

Inventarios	Almacenamiento	Distribución
26 al 30	31 al 35	36 al 40

N°	D1. Definir	Calificación				
		1	2	3	4	5
1	Se identifican claramente los clientes de la empresa.					
2	Los requerimientos de los clientes son identificados periódicamente.					
3	Los requerimientos de los clientes se traducen en características de tiempo, calidad, costos, que debe cumplir el servicio.					
4	Se planifican las acciones de la empresa en base a los requerimientos de los clientes externos.					
5	Se identifican las características del servicio críticas para brindar un servicio de calidad					

N°	D2. Medir	Calificación				
		1	2	3	4	5
6	Se tienen identificadas las características del proceso logístico en la empresa.					
7	Se tienen indicadores de desempeño claros para la medición de inventarios, costos logísticos y tiempo del proceso logístico en la empresa.					
8	Se cuenta con un plan de recolección de datos como tiempo, nivel de stock, entregas perfectas.					
9	Las actividades de los diferentes procesos, como el control de stock, de la empresa son identificadas plenamente por el encargado del proceso logístico.					
10	Se identifican y contabilizan los defectos generados en los procesos stocks y seguimiento del cliente de la empresa.					

N°	D3. Analizar	Calificación				
		1	2	3	4	5
11	Se realiza un análisis de los resultados de la medición de los indicadores de desempeño de inventarios, costos logísticos y tiempo del proceso logístico.					
12	En caso de identificar problemas en las actividades de inventario, almacenamiento y distribución, del proceso logístico, se identifican las causas que los originan.					
13	Las causas identificadas de los problemas se analizan para plantear acciones de mejora.					
14	Para la identificación de las causas se trabaja en equipo fomentando la participación de las áreas involucradas.					
15	Se realiza un análisis de los principales modos de falla de los procesos de atención al cliente, almacenamiento y despacho de la empresa.					

N°	D4. Mejorar	Calificación				
		1	2	3	4	5
16	Las acciones de mejora propuestas tienen sustento en el análisis de los indicadores de tiempo y entregas perfectas del proceso logístico.					
17	Según las acciones de mejora se establecen nuevas características del servicio brindado.					
18	Se cuenta con un plan de ejecución de las acciones de mejora que se actualiza periódicamente					
19	Las acciones de mejora tienen énfasis en la prevención de ocurrencia de defectos en los procesos de la empresa.					
20	Se propicia la participación de los trabajadores en la identificación de acciones de mejora.					



N°	<b>D5. Controlar</b>	<b>Calificación</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
21	Cuando se realizan acciones de mejora, se documentan a fin de promover su difusión con los trabajadores de la empresa.					
22	Se cuenta con un plan de control para las variables críticas, como el nivel de inventario, en los procesos logísticos de la empresa.					
23	Los trabajadores son conscientes de la necesidad de controlar en el origen los defectos que ocurren en los procesos de la empresa					
24	Los controles establecidos permiten detectar errores antes que el cliente los experimente.					
25	Se comunica a los trabajadores los aspectos necesarios para generar autocontrol en sus tareas específicas.					

N°	<b>d1. Inventario</b>	<b>Calificación</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
26	Los niveles de inventarios permiten cumplir con todas las órdenes de venta.					
27	Se mantienen actualizados los niveles de stock física y electrónicamente en el sistema.					
28	Se tienen identificados los costos asociados al mantenimiento de inventarios.					
29	Se cuenta con política de reposición en el caso de tener artículos inmovilizados.					
30	Se tiene establecido un punto del nivel de inventario al que se debe reabastecer de productos, así como la cantidad de producto a pedir.					

N°	<b>d2. Almacenamiento</b>	<b>Calificación</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
31	Los artículos se encuentran agrupados por familias de productos en el almacén.					
32	Se tienen áreas señalizadas dentro del almacén que permiten la rápida identificación de familias de productos.					
33	Se conserva el orden y la limpieza en el almacén.					
34	Los artículos dentro del almacén se encuentran ordenados de acuerdo a la interacción que existe entre ellos según las órdenes de pedido.					
35	Los artículos dentro del almacén se encuentran ordenados de acuerdo a la participación que tienen en los niveles de venta.					

N°	<b>d3. Distribución</b>	<b>Calificación</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
36	Los pedidos se entregan de manera correcta en cuanto a cantidad, tipo de artículo y calidad.					
37	La verificación de los productos por orden de venta se realiza de manera adecuada en rapidez y prueba de errores.					
38	Se evita siempre se acumulen clientes en la fila de espera de ser atendidos.					
39	No se cometen errores al momento de realizar la distribución de los productos.					
40	Se tiene una política de devoluciones de los productos que permita mantener la relación con el cliente.					

## Anexo 22. Hoja de validación experto 1

**SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA EMPRESA  
J&S CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019.**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellidos y nombres del juez/arbitro: Jose Augusto ARIAS PITTMAN  
 1.2. Especialidad: Ingeniería Industrial Grado: Doctor en Ciencias  
 1.3. Universidad de origen y país: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
 1.4. Nombre del instrumento evaluado: Encuesta  
 1.5. Autor del instrumento: Rubén Orlando Samanamud Natividad

**II. Datos de la investigación****2.1. Título:**

Seis Sigma y mejora del proceso logístico en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**2.2. Objetivo:**

Aplicar Seis Sigma para mejorar el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**III. Aspectos de validación**

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>Suficiencia</b> Los ítems que pertenecen a una dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden a la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
<b>Claridad</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítems no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>Coherencia</b>	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.

El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
Relevancia El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

#### IV. Calificación global

Criterio de validez	Puntuación				Argumento	Observación y/o sugerencia
	1	2	3	4		
Suficiencia				4		
Claridad				4		
Cohesión				4		
Relevancia				3		
Total parcial				15		
Total	15					

Intervalo	Interpretación
[4 - 6->	No válida, se procede a reformular
[7 - 9->	No válida, se procede a mejorar
[10 - 12->	Válida, se procede a mejorar
[13 - 16]	Válida, se procede a aplicar

Huacho-Pará, 20 de julio del 2020



## Anexo 23. Hoja de validación experto 2

**SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA EMPRESA J&S  
CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019.**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellidos y nombres del juez/arbitro: Giancarlo López Marquez  
 1.2. Especialidad: Procesos y Mejora Continua Grado: Ingeniero Industrial  
 1.3. Universidad de origen y país: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
 1.4. Nombre del instrumento evaluado: Encuesta  
 1.5. Autor del instrumento: Rubén Orlando Samanamud Natividad

**II. Datos de la investigación****2.1. Título:**

Seis Sigma y mejora del proceso logístico en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**2.2. Objetivo:**

Aplicar Seis Sigma para mejorar el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**III. Aspectos de validación**

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>Suficiencia</b> Los ítems que pertenecen a una dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden a la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
<b>Claridad</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>Coherencia</b> El ítem tiene relación lógica con	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.

la dimensión o indicador que está midiendo.	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>Relevancia</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

#### IV. Calificación global

Criterio de validez	Puntuación				Argumento	Observación y/o sugerencia
	1	2	3	4		
Suficiencia			x			
Claridad			x			
Coherencia				x		
Relevancia				x		
<b>Total parcial</b>			6	8		
<b>Total</b>	14					

Intervalo	Interpretación
[4 - 6>	No válida, se procede a reformular
[7 - 9>	No válido, se procede a mejorar
[10 - 12>	Válido, se procede a mejorar
[13 - 16]	Válido, se procede a aplicar

Pueblo Libre, 20 de Julio de 2020



Ing. Giancarlo López Marquez  
DNI: 45359839

## Anexo 24. Hoja de validación experto 3

**SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA EMPRESA  
J&S CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019.**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellidos y nombres del juez/árbitro: Pareja Toledo Chabeli  
 1.2. Especialidad: Ingeniería Industrial Grado: -  
 1.3. Universidad de origen y país: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
 1.4. Nombre del instrumento evaluado: Encuesta  
 1.5. Autor del instrumento: Rubén Orlando Samanamud Natividad

**II. Datos de la investigación****2.1. Título:**

Seis Sigma y mejora del proceso logístico en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**2.2. Objetivo:**

Aplicar Seis Sigma para mejorar el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**III. Aspectos de validación**

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>Suficiencia</b> Los ítems que pertenecen a una dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden a la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
<b>Claridad</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítems no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>Coherencia</b>	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.

El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>Relevancia</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

#### IV. Calificación global

Criterio de validez	Puntuación				Argumento	Observación y/o sugerencia
	1	2	3	4		
Suficiencia				x	Son suficientes por dimensión	
Claridad			x		Modificar observaciones	
Coherencia				x	Se relacionan con cada dimensión	
Relevancia				x	Son importantes para los resultados	
<b>Total parcial</b>			3	12		
<b>Total</b>	15					

Intervalo	Interpretación
[4 - 6>	No válida, se procede a reformular
[7 - 9>	No válido, se procede a mejorar
[10 - 12>	Válido, se procede a mejorar
[13 - 16]	Válido, se procede a aplicar

Huacho-Perú, 20 de julio del 2020



CHABELI ANTONIA  
PAREJA TOLEDO  
INGENIERA INDUSTRIAL  
Reg. CIP N° 214717



## Anexo 25. Hoja de validación experto 4

**SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA EMPRESA  
J&S CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019.**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellidos y nombres del juez/arbitro: Ponce Marreros Jose  
 1.2. Especialidad: Ingeniería Industrial Grado: Titulado  
 1.3. Universidad de origen y país: Universidad Cesar Vallejo  
 1.4. Nombre del instrumento evaluado: Encuesta  
 1.5. Autor del instrumento: Rubén Orlando Samanamud Natividad

**II. Datos de la investigación****2.1. Título:**

Seis Sigma y mejora del proceso logístico en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**2.2. Objetivo:**

Aplicar Seis Sigma para mejorar el proceso logístico de productos en la empresa J&S Casa y Estilos. Huacho, 2019.

**III. Aspectos de validación**

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>	<b>Indicador</b>
<b>Suficiencia</b> Los ítems que pertenecen a una dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden a la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
<b>Claridad</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>Coherencia</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.



indicador que está midiendo.	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>Relevancia</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

#### IV. Calificación global

Criterio de validez	Puntuación				Argumento	Observación y/o sugerencia
	1	2	3	4		
Suficiencia				x	Permitirá alcanzar la medición de las dimensiones	
Claridad				x	Fácil de entender y puede ser aplicada a cualquier nivel jerárquico dentro de la empresa.	Podría ser aplicado a clientes e incluso a sus proveedores si así fuera su requerimiento.
Coherencia				x	Al medir cada ítem de acuerdo a su dimensión, permitirá obtener resultados a detalle.	
Relevancia				x	Los ítems son relevantes porque van en función de sus dimensiones, esto aportará en gran parte al objetivo que se está buscando aplicar.	
<b>Total parcial</b>						
<b>Total</b>	16					

Intervalo	Interpretación
[4 - 6>	No válida, se procede a reformular
[7 - 9>	No válido, se procede a mejorar
[10 - 12>	Válido, se procede a mejorar
[13 - 16]	Válido, se procede a aplicar

Chimbote 19 de Julio del 2020



Ing. Jose Ponce Marreros

**Anexo 26.** Resultados de SPSS confiabilidad

**Escala: ALL VARIABLES**

**Resumen de procesamiento de casos**

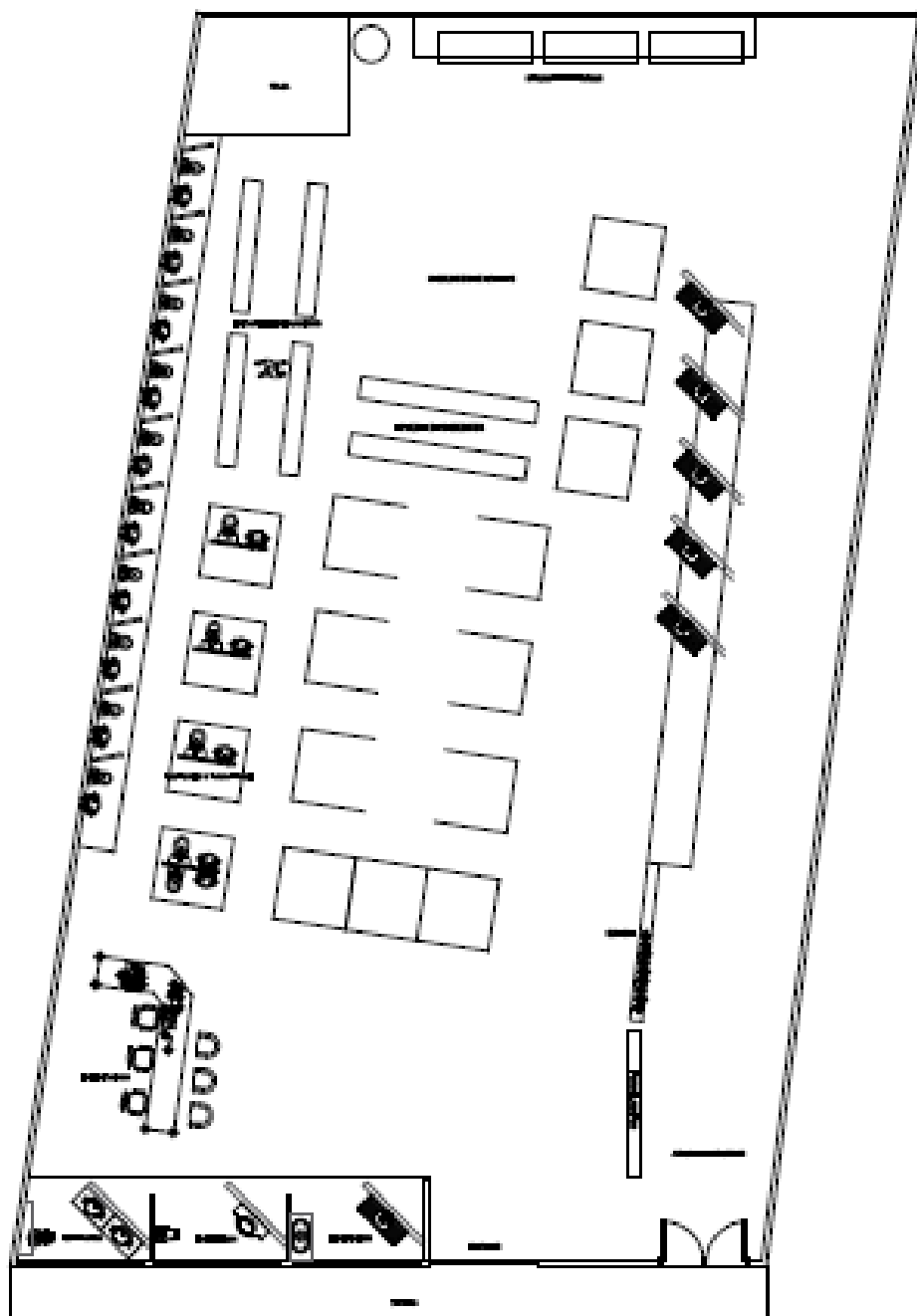
		N	%
Casos	Válido	24	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	24	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

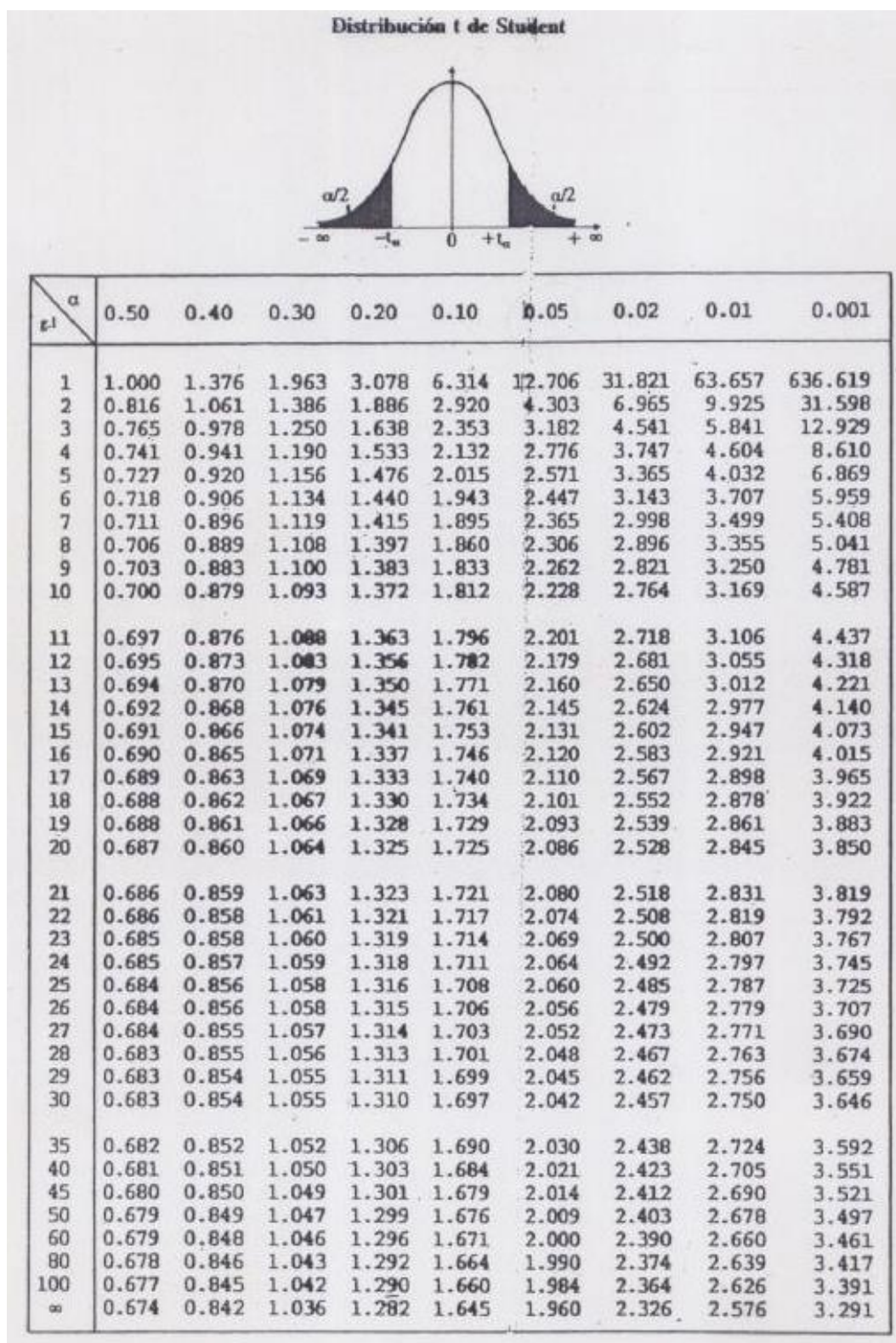
**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,945	40

Anexo 27. Vista de planta J&S Casa y Estilos



Anexo 28. Tabla distribución t Student



Anexo 29. Reporte Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1052919346&ts=3&lang=es&o=1264290856

Rubén Orlando Samanamud Natividad | V6 Seis Sigma y proceso logístico

feedback studio

Resumen de coincidencias

0 %

1	bioons.org	Fuente de Internet	<1 %
2	biblioteca.de.uninove...	Fuente de Internet	<1 %
3	digitalcommons.fiu.edu	Fuente de Internet	<1 %
4	csw.kart.edu.ua	Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.utmachala...	Fuente de Internet	<1 %
6	www.revistas.una.ac.cr	Fuente de Internet	<1 %
7	www.creditcardgallery...	Fuente de Internet	<1 %
8	www.worldcat.org	Fuente de Internet	<1 %

Activar Windows

Ve a Copiar, Guardar, Compartir, Imprimir, Borrar, Ventana

Text-only Report | High Resolution | Activado

Página: 1 de 201 | Número de palabras: 48260

12:48 a. m. 26/02/2020

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

SEIS SIGMA Y MEJORA DEL PROCESO LOGÍSTICO EN LA EMPRESA J&S CASA Y ESTILOS. HUACHO, 2019

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

AUTOR  
RUBÉN ORLANDO SAMANAMUD NATIVIDAD

ASESOR  
ING. JAIME EDUARDO GUTIÉRREZ ASCÓN