



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA ESTADÍSTICA

**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS DE
PRODUCCIÓN EN CARROCERÍAS YAULEMA JR. CON
RESPECTO AL FORRADO Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA
DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

AUTORA:

JENNY THALÍA GUNSHA MOROCHO

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA ESTADÍSTICA

**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS DE
PRODUCCIÓN EN CARROCERÍAS YAULEMA JR. CON
RESPECTO AL FORRADO Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA
DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

AUTORA: JENNY THALÍA GUNSHA MOROCHO

DIRECTORA: Ing. NATALIA ALEXANDRA PEREZ LONDO MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Jenny Thalía Gunsha Morocho

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de Autor.

Yo, JENNY THALÍA GUNSHA MOROCHO declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de diciembre del 2022

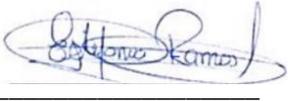
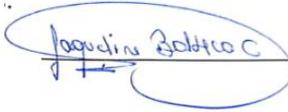
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jenny Thalía Gunsha Morocho', with a stylized flourish at the end.

Jenny Thalía Gunsha Morocho

175351272-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA ESTADÍSTICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación, certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN CARROCERIAS YAULEMA JR. CON RESPECTO AI FORRADO Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**, realizado por la señorita: **JENNY THALÍA GUNSHA MOROCHO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	Firma	Fecha
Ing. Cristina Estefanía Ramos Arnujo MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022/12/13
Ing. Natalia Alexandra Pérez Londo MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2022/12/13
Dra. Jaqueline Elizabeth Balseca Castro Mgs. ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2022/12/13

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado en primer lugar a dios por haberme regalado la vida, por acompañarme durante todo este ciclo y permitirme llegar hasta este momento, brindándome fuerzas y fe en los momentos más difíciles. A mis padres Gonzalo y María por su apoyo económico y moral constante en cada paso, por su valioso sacrificio, por los valores inculcados en cada proceso de aprendizaje. A mi esposo Alexis y a mi hija Nicole por llegar a mi vida y brindarme todo su apoyo incondicional y por ser uno de los pilares importantes en mi vida.

Thalía

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por guiarme por el camino correcto de la vida, por permitirme llegar a hasta este momento tan importante. Por darme fuerza y valor en cada obstáculo.

A mi familia por brindarme su amor y apoyo incondicional en todo el camino de mi carrera profesional a mi madre por siempre darme fuerzas y ánimo en los momentos duros, a mi padre por su apoyo económico y moral que siempre ha sido incondicional, a mi hermana por siempre apoyarme y darme fuerzas. A mi esposo y a mi hija por ser el pilar fundamental de mi vida apoyarme en todas las decisiones a lo largo de mi formación profesional por su cariño y apoyo incondicional.

Agradezco a todos los docentes fueron parte de mi preparación que impartieron sus conocimientos durante toda la formación de la carrera que me han servido para crecer de forma personal y profesional. Además, agradecer a la Ing. Natalia Pérez tutora del trabajo de titulación y Docente de varias materias a lo largo de mi trayectoria en la institución, y a la Dra. Jaqueline Balseca miembro del trabajo de titulación que ha guiado de la mejor manera por varios años mi camino como estudiante.

Mi agradecimiento Infinito al Señor German Yaulema Gerente de carrocería Yaulema Jr. y a todo su gran equipo de trabajo por abrirme las puertas de su empresa y brindarme la oportunidad de aplicar y realizar el tema de tesis en su empresa proporcionándome el acceso a la información necesaria.

Thalía

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	ii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	8
1.1. Bases conceptuales	8
1.1.1. <i>Análisis descriptivo de datos</i>	<i>8</i>
1.1.3. <i>Herramientas de calidad.....</i>	<i>13</i>
1.1.6. <i>Normalidad</i>	<i>22</i>
1.1.7. <i>Prueba de normalidad univariante</i>	<i>22</i>
1.2. Bases teóricas	27
1.2.1. <i>Chasis</i>	<i>27</i>
1.2.2. <i>Conceptos básicos</i>	<i>28</i>
1.2.3. <i>Productos.....</i>	<i>38</i>

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA.....	42
2.1. Tipo de investigación.....	42
2.2. Diseño de la investigación no experimental	42
2.2.1. <i>Identificación variables</i>	<i>42</i>
2.2.2. <i>Planteamiento de la hipótesis</i>	<i>43</i>
2.2.3. <i>Operacionalización de los objetivos</i>	<i>49</i>
2.2.4. <i>Localización del estudio</i>	<i>51</i>
2.2.5. <i>Población de estudio</i>	<i>51</i>
2.2.6. <i>Tamaño de la muestra</i>	<i>51</i>
2.2.7. <i>Técnicas de recolección de datos.....</i>	<i>51</i>
2.2.8. <i>Modelo estadístico.....</i>	<i>52</i>

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
3.1.	Análisis descriptivo	53
3.1.1.	<i>Proceso de forrado de la estructura</i>	53
3.1.2.	<i>Proceso de acabados externos</i>	54
3.1.3.	<i>Procesos de acabados internos</i>	56
3.2.	<i>Prueba de normalidad univariante</i>	58
3.2.1.	<i>Proceso de forrado de la estructura</i>	58
3.2.2.	<i>Proceso de acabados externos</i>	59
3.2.3.	<i>Proceso de acabados internos</i>	60
3.3.	<i>Prueba de correlación conjunta</i>	61
3.3.1.	<i>Test de Bartlett</i>	61
3.4.	<i>Prueba de normalidad p-variante</i>	62
3.5.	<i>Cartas de control individuales</i>	63
3.5.1.	<i>Carta c para número de defectos por unidad</i>	63
3.5.2.	<i>Carta u para el promedio de defectos</i>	65
3.6.	<i>Carta de control multivariada</i>	66
3.7.	<i>Manual de procesos estadísticos en el software Excel</i>	66
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	72
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Actividades del proceso de producción de acabados internos en la fabricación de carroceras Yaulema Jr.	31
Tabla 2-1: Actividades del proceso de producción de acabados externos en la fabricación de carrocerías Yaulema Jr.	35
Tabla 3-1: Productos fabricados en carrocerías Yaulema Jr.	38
Tabla 1-2: Matriz de consistencia	46
Tabla 2-2: Operacionalización de los objetivos	49
Tabla 1-3: Estadísticos descriptivos del proceso de forrado de la estructura.....	53
Tabla 2-3: Estadísticos descriptivos del proceso de producción acabados externos.....	54
Tabla 3-3: Estadísticos descriptivos del proceso de producción acabados internos.....	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Gráfico de variabilidad	9
Ilustración 2-1: Asimetría positiva	9
Ilustración 3-1: Distribución simétrica	10
Ilustración 4-1: Asimetría negativa	10
Ilustración 5-1: Distribución es platicúrtica	11
Ilustración 6-1: Distribución es mesocúrtica	11
Ilustración 7-1: Distribución leptocúrtica	12
Ilustración 8-1: Histograma	14
Ilustración 9-1: Diagrama de CAUSA-EFECTO	15
Ilustración 10-1: Ausencia de correlación	16
Ilustración 11-1: Correlación positiva	16
Ilustración 12-1: Correlación negativa	17
Ilustración 13-1: Gráfico de control	18
Ilustración 14-1: Chasis de bus	28
Ilustración 15-1: Estructura de bus	29
Ilustración 16-1: Forrado de bus	30
Ilustración 17-1: Acabados internos de un bus	35
Ilustración 18-1: Acabados externos de un bus	37
Ilustración 1-2: Mapa de la ubicación de carrocerías Yaulema Jr.	51
Ilustración 1-3: Diagrama de caja del proceso de forrado	53
Ilustración 2-3: Histograma del proceso de producción del forrado	54
Ilustración 3-3: Diagrama de caja del proceso de producción de acabados externos	55
Ilustración 4-3: Histograma del proceso de producción de acabados externos	56
Ilustración 5-3: Diagrama de caja del proceso de producción de acabados internos	57
Ilustración 6-3: Histograma del proceso de producción de acabados Internos	57
Ilustración 7-3: Histograma de normalidad del proceso de Forrado de estructura	58
Ilustración 8-3: Histograma de normalidad del proceso de acabados externos	59
Ilustración 9-3: Histograma de normalidad del proceso de acabados internos	60
Ilustración 10-3: Histograma de normalidad multivariante	62
Ilustración 11-3: Carta de control c del proceso de forrado de la estructura	63
Ilustración 12-3: Carta de control c del proceso de acabados externos	64
Ilustración 13-3: Carta de control c del proceso de acabados internos	65
Ilustración 14-3: Carta de control u del total de defectos por unidad	65

Ilustración 15-3: Carta de control T2 de Hotelling multivariada	66
Ilustración 16-3: Menú del manual de defectos.....	67
Ilustración 17-3: Ingreso de nuevos datos	68
Ilustración 18-3: Gráfico de control generado.....	68
Ilustración 19-3: Diagrama de pareto.....	69

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1-1): Media aritmética.....	8
Ecuación (2-1): Mediana.....	8
Ecuación (3-1): Cuartiles límite superior	9
Ecuación (4-1): Cuartiles límite inferior	9
Ecuación (5-1): Coeficiente de asimetría	9
Ecuación (6-1): Coeficiente de kurtosis	10
Ecuación (7-1): Límites de control de la carta X	19
Ecuación (8-1): Límites de control de la carta R.....	19
Ecuación (9-1): Límites de control de la carta S	19
Ecuación (10-1): Límites de control de la carta X	20
Ecuación (11-1): Carta de control p	20
Ecuación (12-1): Límites de control de la carta p	20
Ecuación (13-1): Límites de control de la carta np	21
Ecuación (14-1): Carta de control c	21
Ecuación (15-1): Límites de control de la carta c	21
Ecuación (16-1): Carta de control u	21
Ecuación (17-1): Límites de control de la carta u	22
Ecuación (18-1): Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk	23
Ecuación (19-1): valores de α_i	23
Ecuación (20-1): Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk generalizada	24
Ecuación (21-1): valores de α	24
Ecuación (22-1): Test de esfereicidad de Bartlett	24
Ecuación (23-1): Carta T2 de Hotelling	25
Ecuación (24-1): Vector de medias muestrales.....	26
Ecuación (25-1): Matriz de varianzas y covarianzas muestrales	26
Ecuación (26-1): Carta de control T2 para cada media.....	27
Ecuación (27-1): Límite superior de la carta T2	27
Ecuación (28-1): Límite inferior de la carta T2.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** AVAL DE LA EMPRESA
- ANEXO B:** TOTAL DE DEFECTOS
- ANEXO C:** IDENTIFICACIÓN DE FALLAS DEL PROCESO DE FORRADO DE LA ESTRUCTURA
- ANEXO D:** IDENTIFICACIÓN DE FALLAS DEL PROCESO DE ACABADOS EXTERNOS
- ANEXO E:** IDENTIFICACIÓN DE FALLAS DEL PROCESO DE ACABADOS INTERNOS
- ANEXO F:** CÓDIGO EN R STUDIO
- ANEXO G:** MANUAL DE DEFECTOS ESTADÍSTICOS
- ANEXO H:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar un control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. con respecto al forrado y acabados de la estructura para mejorar la calidad del producto final. La población estuvo conformada por las unidades bajo pedido durante ocho meses, en la empresa carrocera Yaulema Jr. En la parroquia Calpi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo en el periodo 2021. La investigación se consideran los procesos de producción en la fabricación de buses, conformada por los defectos ocasionados que fueron extraídos mediante herramientas de control de calidad como la observación y hojas de verificación en una muestra de diecisiete carrocerías, en lo posterior se realizó un análisis estadístico descriptivo que muestra el comportamiento de cada proceso, se aplicó a los tres procesos de producción el tes de normalidad de Shapiro-Wilk, se consideró un vector aleatorio para probar normalidad normal trivariante, se mostró relación entre variables mediante correlación conjunta y se aplicó el test de esfericidad de Bartlett, se comprobó normalidad multivariante y correlación conjunta y fue posible aplicar cartas de control multivariadas con la prueba de T2 de Hotelling y cartas univariantes de tipo c y u. Se concluye que los procesos de producción sigan una distribución normal trivariante y están correlacionadas conjuntamente, aplicando las cartas de control multivariadas dio como resultado que la unidad dos se encuentra fuera del límite superior y el proceso se encuentra fuera de control estadístico de calidad debido a causas especiales de variación mientras que de forma individual los tres procesos encuentran bajo control estadístico de calidad. Se recomienda que para obtener mejores resultados se debe realizar un control detallado de cada unidad para que no exista pérdida de información, así se podrá evaluar con mayor exactitud la calidad de la carrocería.

Palabras clave: <CALIDAD>, <CARROCERÍAS>, <CARTAS DE CONTROL>, <CORRELACIÓN CONJUNTA>, <PRODUCCIÓN>

0163-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of this study was to perform a statistical quality control of the production processes in Yaulema Jr. bodywork with respect to the lining and finish of the structure to improve the quality of the final product. The population was formed by the units on request for eight months, in the bodywork company Yaulema Jr. In the Calpi parish, Riobamba canton, Chimborazo province in the period 2021. The study considers the production processes in the manufacture of buses, formed of the defects caused that were extracted by means of quality control tools such as observation and verification sheets in a sample of seventeen bodies, later a descriptive statistical analysis was done which shows the behavior of each process, the Shapiro-Wilk normality test was applied to the three production processes, a random vector was considered to test trivariate normality, a relationship between variables was shown by joint correlation and the Bartlett sphericity test was applied, multivariate normality and joint correlation were verified and it was possible to apply multivariate control charts with the Hotelling's T2 test and univariate letters of type c and u. It is concluded that the production processes follow a trivariate normal distribution and are jointly correlated, applying the multivariate control charts the result was that the unit two is outside the upper limit and the process is out of statistical quality control due to special variations causes while individually the three processes are under statistical quality control. It is recommended in order to obtain better results that a detailed control of each unit should be done to avoid loss of information, so that the quality of the bodywork can be more accurately evaluated.

Keywords: <QUALITY>, <BODYWORK>, <CONTROL CHARTS>, <JOINT CORRELATION>, <PRODUCTION>.



Edgar Mesías Jaramillo Moyano
0603497397

INTRODUCCIÓN

El control de calidad aplicado a los procesos productivos ha evolucionado a través del tiempo, mediante métodos de control estadístico permite elevar y mejorar el nivel de ingresos, procesos y expectativas de la empresa carrocera, mejorar la calidad de cada producto y servicio otorgado al cliente. Reduciendo el porcentaje de errores y fallas ocasionadas habitualmente.

Uno de los principales ejes de apoyo al desarrollo económico del país es el transporte terrestre localizado principalmente en los buses, en las diferentes provincias del país, ofertando un servicio de calidad y brindando a los consumidores finales una comodidad adecuada a lo largo de su destino.

El aseguramiento de la calidad depende de la excelencia de dos puntos focales importantes en los negocios: el diseño de bienes y servicios y el control de la calidad durante la ejecución de la manufactura y entrega del servicio. Por lo general, incluye también alguna forma de actividad de medición e inspección. El aseguramiento de la calidad ha sido un aspecto importante de las operaciones de producción a través de la historia (Evans and Lindsay, 2008, p.4).

Las cartas de control multivariadas controlan y mejoran los procesos en cada etapa de producción. Al Aplicar diferentes métodos y herramientas se puede disminuir fallas o defectos ocasionados durante la salida de cada proceso, se pretende alcanzar un mejoramiento e impulsar el desarrollo de proyectos que trabajen de manera conjunta con la normalidad, mejorando ingresos en producción y ayudando a eliminar defectos y retrasos en procesos y productos.

El objetivo es aumentar la capacidad en procesos de producción de la empresa carrocera Yaulema Jr., que generan los mínimos defectos por millón de unidades de buses producidos. Considerando que el sector carrocerero ha evolucionado favorablemente, es importante tener una gestión de calidad en proceso productivos que implica el pedido y obtención del chasis, la obtención de la materia prima según el modelo de bus (producto final); Aumentando la calidad, eficacia y eficiencia del proceso de fabricación.

Una Grafica de control es un método estadístico que distingue entre la variación natural y la no natural. La variación no natural es el resultado de causas asignables. En lo general, pero no siempre, requiere acciones correctivas por parte del personal cercano al proceso, como operadores, técnicos, empleados, trabajadores de mantenimiento y supervisores de primera línea (Besterfield, 2009, p.185).

ANTECEDENTES

Descripción general de la empresa

Carrocerías Yaulema Jr. es una empresa joven que inicia sus actividades comerciales en la parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo en el año 2016. Junto con su gerente propietario el señor German Alcides Yaulema, y la intervención de su equipo de trabajo que son mecánicos, soldadores, fiberos, pintores, supervisores, contadores, talento Humano. Ofrecen satisfacción al cliente brindando servicios de calidad en la construcción de carrocerías para transporte Interprovincial, Intraprovincial, sector urbano y turismo en diferentes modelos Hino FC, Hino AK, Scania, Mercedes Benz, Higer y sus nuevos modelos en Hunter.

Guiado con el compromiso de seguridad, integridad y responsabilidad cumpliendo con las normas de calidad propuestas por la agencia nacional de tránsito ecuatoriana. Y por las normas ISO (calidad internacional de certificaciones 9001-2015).

- **Misión**

Ser una empresa de servicios, producción y montaje de la estructura para carrocerías creando un producto con terminados de la calidad: comprometida y responsable con su producto, optimizando recursos como la mano de obra, maquinaria y materiales, a través de la mejora continua al cumplir con estándares de calidad y direccionamiento del mercado daremos un valor agregando a nuestro producto llegado a ser competitivo.

- **Visión**

Ser una empresa líder a nivel nacional en corto plazo la misma que satisfaga la necesidad de nuestros clientes y el consumido final. Con la mejora de nuestros procesos seremos entes c contribuyentes del estado además de seguir evolucionando de tal manera que se pueda crear fuentes de trabajado la misma que acoja personal de calidad.

Los registros en hojas de verificación son técnicas muy utilizadas para recolectar datos estadísticos, centrándose en los defectos encontrados en cada etapa del proceso de producción y a través de la observación se puede verificar cada proceso desarrollado y extraer el nivel de fallas ocasionadas. Cabe recalcar que en la actualidad se va a disponer de cartas de control individuales y multivariadas que nos servirán de guía para facilitar el proceso de producción, mejorando el producto final y deteniendo el nivel de fallas en cada etapa del proceso de ensamblaje de las carrocerías, en diferentes modelos de buses listos y dispuestos para el cliente, fortaleciendo las expectativas en cada proceso.

Anteriormente se ha revisado libros, artículos relacionados con el tema, dentro de esta investigación se encontró propuestas que a continuación detallaremos:

En el Trabajo **“Control Estadístico de calidad de los procesos productivos mediante la metodología six sigma en la empresa carrocería Patricio Cepeda”**, tiene como objetivo general aplicar un control estadístico de calidad a todos los procesos productivos en carrocerías mediante la metodología six sigma y como objetivos específicos estudiar los procesos de fabricación de carrocerías de buses, medir y evaluar estadísticamente el nivel de fallas de los procesos de producción de carrocerías, realizar un análisis de control de calidad mediante la metodología six sigma; se analiza el proceso que conlleva a la fabricación de carrocerías existe la probabilidad que aparezcan fallas las cuales deben ser detectados a tiempo. Entre las causas que generan los defectos se encuentran la falta de capacitación en manufactura de carrocerías, calidad de producto, manejo adecuado de máquinas y herramientas, además de la inexistencia de inspecciones adecuadas y la falta de indicadores de calidad. El proceso que más fallas tiene arrojando un valor de 106 defectos en la cual se realizó un análisis de causa-efecto en donde se puede apreciar las causas primordiales de los problemas presentes. Luego se analiza los CTQ's tanto para clientes internos y externos que tienen como objetivo cumplir con los requisitos de cliente (Pilco, 2016, p.17).

El trabajo **“Control estadístico de calidad del proceso de envasado tipo conserva para la conserva de espárrago blanco con respecto al Brix, Ph y diámetro en la empresa DANPER TRUJILLO S.A.C. periodo Enero – marzo 2014”** cuyo objetivo general determinar si está bajo Control Estadístico de Calidad del proceso de envasado del espárrago blanco con respecto al Brix, pH y Diámetro durante el periodo de Enero – Marzo del 2014. La población estuvo conformada por la producción de conservas de espárrago blanco para el envase de hojalata de Tama de 15 onzas durante el proceso de envasado obtenida de la empresa DANPER TRUJILLO S.A.C. para el periodo Enero – Marzo del 2014. Las unidades muestreadas fueron extraídas en forma aleatoria, 4 veces diarias cada vez que se producía el producto. El análisis estadístico para las características de calidad mostró una distribución normal univariante y también construyeron un vector aleatorio con distribución normal Trivariante además mostraron estar correlacionadas conjuntamente mediante la prueba de esfericidad de Bartlett eso justifico la aplicación del control de calidad multivariante con la prueba T^2 de Hotelling. Los resultados mostraron que el proceso de envasado se encuentra bajo control estadístico de la calidad en todo su proceso la cual muestra que el producto es apto para su comercialización, el consumo humano y las exigencias del cliente (Díaz, 2014, p.5).

Hoy en día, los procesos de inspección automatizados hacen que sea relativamente fácil medir diferentes características de calidad. En tales casos, los métodos estadísticos de control de procesos multivariados son beneficiosos. Toman en cuenta la existencia de las relaciones entre las variables, creando algoritmos confiables que son sensibles a la presencia de causas atribuibles detectados con un gráfico de control univariado (Flury and Barbiero, 2001, p.166).

Hace aproximadamente una centuria se inició un nuevo campo de aplicación de la estadística impulsado por el Dr. W. Shewhart. Este físico, ingeniero y estadístico norteamericano es considerado el padre del control estadístico de la calidad. Sus teorías sobre el control de procesos y de forma especial los gráficos de control por él propuestos, constituyen la base para lo que hoy se conoce como Control Estadístico de Procesos. En 1947 el Profesor H. Hotelling, propuso un gráfico de control multivariado hoy conocido como gráfico T^2 de Hotelling y que es el equivalente al gráfico de Shewhart en el caso univariado. En 1974 el Dr. Kaoru Ishikawa incluye al gráfico de control como una de las 7 principales herramientas del control estadístico de calidad (Ruiz, 2013, p.2).

De aquí se deriva que tanto la competitividad de una empresa como la satisfacción del cliente están determinadas principalmente por tres factores: la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio. En la calidad se incluye la tecnología del producto, que implica la necesidad de innovación para ser competitivo, ya que un producto puede estar libre de defectos; no obstante, el cliente está esperando que además tenga nuevos y mejores atributos (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.5).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Enunciado del problema

En la actualidad el sistema carrocerero es una de las industrias que contribuye con el crecimiento económico y productivo el cual aporta con 12 millones anuales al Producto Interno Bruto del Ecuador. Aportando al sector productivo del país, empleando a más de 15000 personas de forma directa e indirecta. Al pasar el tiempo esta cifra ha ido aumentando debido a la alta demanda de población con necesidades de movilizarse.

El sector carrocerero ecuatoriano tiene el desafío permanente de cumplir la normativa vigente en el país. Por ello 54 de estas empresas, dedicadas a la fabricación de buses urbanos, interprovinciales y escolares, fueron homologados o certificados según los datos de la agencia Nacional de Transito (ANT) y de la Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías (Canfac) (Moreta, 2015).

Las ventas de carrocerías se han visto afectadas al incremento de aranceles y accesorios exportados con incrementos del 15% a 20%. Debido al constante crecimiento de la competitividad en la ciudad de Riobamba existen 5 carrocerías: Carrocerías Mayorga, Carrocerías Alvarado, Corporación MEGABUS, Carrocerías Carbus, Carrocerías Eurobus., y al permanente avance tecnológico con clientes que buscan líneas de buses de buena calidad (Valdiviezo, 2018, p.4).

El desconocimiento de análisis de defectos o fallas con retrasos de procesos y productos, sin uso de una metodología adecuada para controlar la calidad del producto terminado e incluso la intervención de la pandemia del covid-19, nos han llevado a un retraso del desarrollo de estas actividades normales de la carrocería, generando una repercusión en el crecimiento de las ventas.

Yaulema Jr. Cía. Ltda. Es una empresa joven dedicada a la comercialización, diseño y fabricación de carrocerías, autobuses para transporte de pasajeros inter e intra provincial, turismo y sector urbano. El prestigio de esta marca avanzado continuamente se refleja en la satisfacción y conformidad de los clientes al adquirir una carrocería garantizada con una excelente inversión al futuro, permitiendo un desarrollo total a la provincia de Chimborazo e inclusive nuestro país.

Esta empresa tiene una alta demanda en la fabricación de carrocerías de buses y cuenta con las instalaciones adecuadas y el personal capacitado para cubrir las expectativas de los clientes. Pero la inexistencia de planes que ayuden a mejorar la calidad en los procesos del producto, el control de fabricación en cada uno de los procesos ha originado que las carrocerías tengan fallas tales como: pequeñas filtraciones de agua en las pruebas de estanqueidad, defectos mínimos de

soldadura entre latas, problemas con los cauchos de empaques de las puertas y bodegas, piezas de la carrocería mal soldadas, piezas mal colocadas y mal selladas, etc. ; esto ocasiona que los clientes tiendan a buscar otras empresas que puedan satisfacer sus necesidades y cumplir sus expectativas, provocando que la empresa en estudio disminuya sus ventas de productos.

Se manifiesta que la empresa carrocera Yaulema Jr. no aplica metodologías de control estadístico de calidad en cada fase de los procesos de producción, con un bajo conocimiento del nivel de fallas o defectos existentes en cada fase del proceso, así descartando los errores mínimos al momento de pasar de un proceso a otro. Esta empresa cuenta con alrededor de 120 personas distribuidas en diferentes áreas de trabajo desde la gerencia hasta los coordinadores, las actividades se las realiza por medio de equipos y herramientas en los espacios y lugares adecuados. Cumpliendo con normas y reglamentos los cuales especifican todas las características que debe tener el producto final.

Formulación (Incógnita)

¿Cómo influye la realización de un control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. con respecto al forrado y acabados de la estructura para mejorar la calidad del producto final?

Objetivos

Objetivo general

- Realizar un control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. con respecto al forrado y acabados de la estructura para mejorar la calidad del producto final.

Objetivos específicos

- Analizar los procesos de producción y el porcentaje de defectos en el forrado y acabados de la estructura de buses en la Carrocería.
- Determinar las correlaciones de las variables en los procesos de producción del forrado y acabados para describir la calidad de la carrocería.
- Probar normalidad p-variante de los procesos de producción del forrado y acabados de la estructura.
- Elaborar las cartas de control multivariado para mejorar la calidad de los procesos de producción en forrado y acabados en la estructura.
- Elaborar un manual de procesos estadísticos en excel para verificar el control de calidad de producción en el forrado y acabados de la estructura de buses en carrocería Yaulema Jr.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Bases conceptuales

1.1.1. Análisis descriptivo de datos

Estadística

Se refiere a la técnica de recolección, representación, procesamiento, análisis, modelación e interpretación de un conjunto de datos en el ámbito de la incertidumbre todo con el fin de tomar decisiones (Congacha, 2016, p.16).

Medidas de tendencia central

Cuando se dispone de un conjunto de observaciones, es de interés encontrar el valor en torno al cual se agrupan la mayoría de ellos o el centro de estas, las medidas descriptivas que permiten identificar estos valores se denominan medidas de localización o medidas de tendencia central (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.360).

Media aritmética

Es el promedio simple de n datos de un conjunto dado. La media poblacional (μ) y la media muestral con \bar{x} . Las fórmulas de cada una de estas son:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \qquad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \qquad (1-1)$$

Mediana

Si hay n datos de un conjunto, para el cálculo de la mediana se debe ordenar de forma creciente, de tal manera que la mediana (\tilde{x}), es:

$$\tilde{x} = \begin{cases} x_{(n+1)/2} & \text{si } n \text{ es impar} \\ \frac{1}{2} \left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1} \right) & \text{si } n \text{ es par} \end{cases} \qquad (2-1)$$

Gráfico de variabilidad

El gráfico de variabilidad basado en los cuartiles adopta la forma de gráfico de la derecha. En él se reflejan los cuartiles 1° y 3° y a mediana, junto a los extremos inferior y superior (Álvarez, 2019, p.6).

$$Lim_{inf} = Q_1 - 3 \frac{Q_3 - Q_1}{2} \quad (3-1)$$

$$Lim_{sup} = Q_3 + 3Q \quad (4-1)$$

Se consideran observaciones atípicas aquellas que se quedan fuera del intervalo (Lim_{inf}, Lim_{sup})

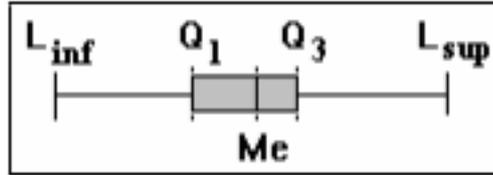


Ilustración 1-1: Gráfico de variabilidad

Fuente: Álvarez Francisco, 2019.

Coefficiente de asimetría

El coeficiente de asimetría o también denominado tercer momento centrado, indica el sesgo de una distribución de probabilidad, este puede ser positivo o negativo o nulo es decir en el caso de que la distribución sea simétrica será igual a 0 (Monroy, 2008, p.70).

$$A = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{S^3} \quad (5-1)$$

Si $A > 0$ asimetría positiva: Para este caso la media está a la derecha de la mediana y la mediana está a la derecha de la moda.

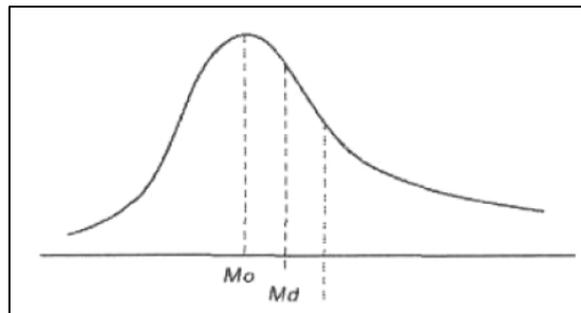


Ilustración 2-1: Asimetría positiva

Fuente: Monroy Salvador, 2008.

Si $A = 0$ la distribución es simétrica: Cuando coinciden la media, la moda y la mediana, como muestra en la imagen.

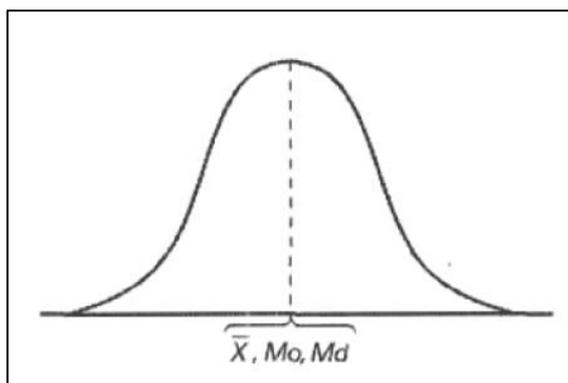


Ilustración 3-1: Distribución simétrica

Fuente: Monroy Salvador, 2008.

Si $A < 0$ asimetría negativa: Para este caso la moda y la media están a la izquierda de la mediana

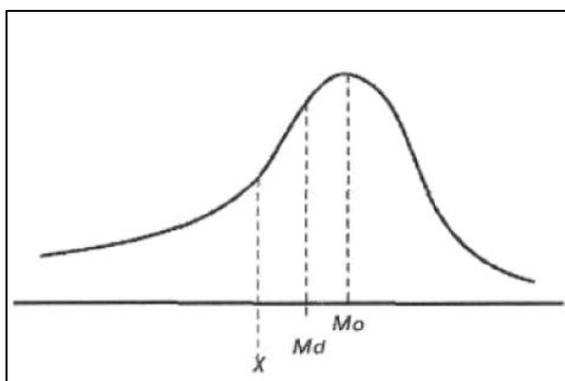


Ilustración 4-1: Asimetría negativa

Fuente: Monroy Salvador, 2008.

Coefficiente de curtosis

La curtosis indica que tan puntiaguda es una distribución;

El coeficiente de Curtosis indica la cantidad de agrupamiento o que tan puntiaguda con respecto, a dicho coeficiente también se lo denomina el cuarto momento centrado de una distribución de probabilidad (Murray and Larry, 2009, p.125).

El coeficiente de curtosis viene dado por:

$$K = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{S^4} \quad (6-1)$$

Donde la distribución de datos es:

- Distribución platicúrtica, si existe una baja concentración de los valores en torno a su media (curtosis < 0) (Llinás, 2021).

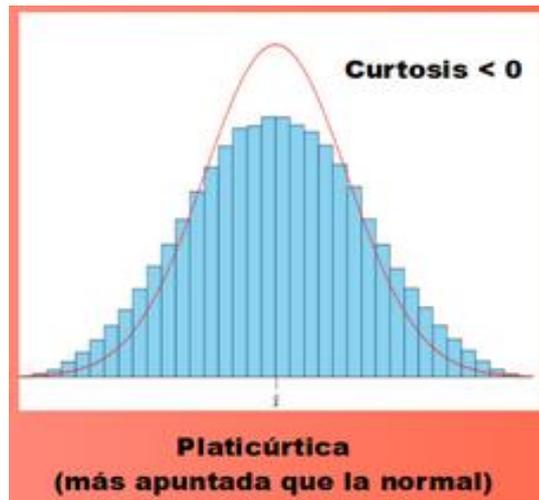


Ilustración 5-1: Distribución es platicúrtica

Fuente: Llinás Huberto, 2021.

- Distribución Mesocúrtica, si existe una concentración normal de los valores en torno a su media (curtosis =0) (Llinás, 2021).

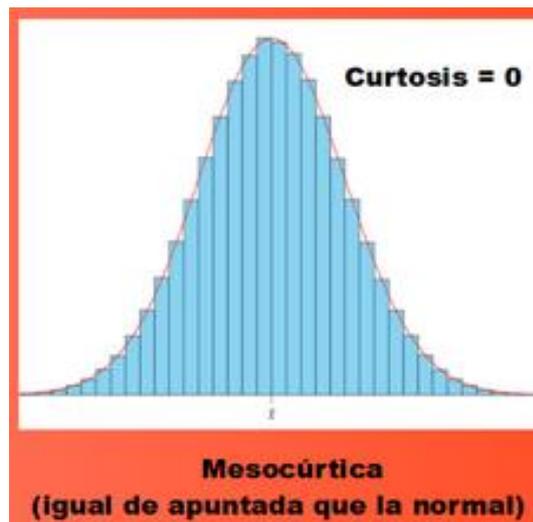


Ilustración 6-1: Distribución es mesocúrtica

Fuente: Llinás Huberto, 2021.

- Distribución leptocúrtica, si existe una concentración de los valores en torno a su media (curtosis >0) (Llinás, 2021).

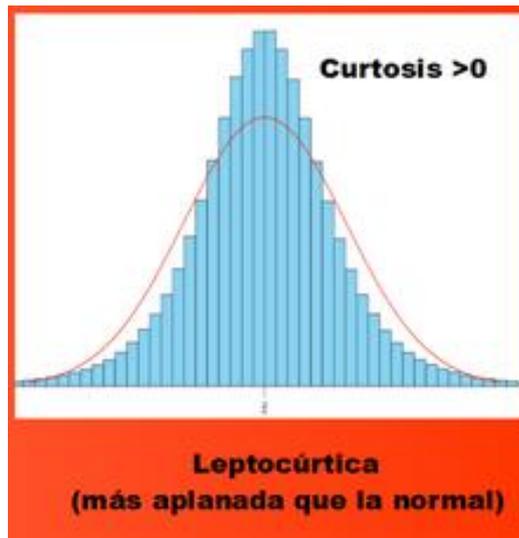


Ilustración 7-1: Distribución leptocúrtica

Fuente: Linás Huberto, 2021.

1.1.2. Control estadístico de procesos

Metodología que utilizando fundamentalmente gráficos permite monitorizar la estabilidad (calidad) de un proceso de producción o de suministro de un servicio, de forma que se detecte, cuanto antes, cualquier situación inadecuada; lo que permitirá eliminar las causas especiales de variabilidad en la obtención del resultado final (Moliner, 1981, p.1).

Calidad

Es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.5).

Detección de defectuosos

Representados por los costos de las actividades dirigidas a la detección de productos o servicios no conformes antes del despacho al cliente (Rendón, 2013, p.8).

Control de calidad

El control de calidad de los productos es el proceso por el cual se establecen y se cumplen unas normas que aseguran el cumplimiento de las especificaciones del producto. El proceso de control sigue siete etapas, que son las siguientes:

- Establecer el objeto del control.
- Elegir una unidad de medida.
- Establecer el valor normal o estándar de la especificación a controlar.
- Establecer un instrumento de medida.

- Realizar la medición de la magnitud en la unidad elegida.
- Interpretar las diferencias entre el valor real y el valor normal o estándar.
- Actuar sobre las diferencias encontradas.

El control de calidad no se aplica únicamente al producto final, sino que se realiza a lo largo de todo el proceso de producción. Es decir: en la recepción de materias primas, en el proceso de fabricación, en los productos semielaborados y en el propio producto final (Pilco, 2016, p.8).

1.1.3. Herramientas de calidad

Estas Herramientas cumplen las características de simplicidad, fácil comprensión y fácil utilización. Aunque originariamente, se aplicaron en el sector industrial, actualmente, se utilizan para todo tipo de actividades que conlleven una necesidad de toma de datos, seguimiento de resultados y análisis de causas. Además, resuelven el 90% de los problemas de calidad que se presentan

Las siete herramientas básicas son:

- Plantillas para la recogida de datos
- Histogramas
- Diagramas de Pareto
- Diagramas de causa efecto o de Ishikawa
- Diagramas de dispersión
- Estratificación
- Gráficos de control (Fariña and González, 2015, pp.291–292).

Plantillas para la recogida de datos

La mejor calidad se consigue con datos, no con intuiciones, pero esos datos no deben tomarse de cualquier manera. Una manera de almacenar los datos de forma uniforme y que facilitará el posterior análisis e interpretación de los mismos es a través de plantillas especialmente diseñadas para cada caso. Los objetivos que se pretenden con el uso de las plantillas son: facilitar las tareas de la recogida de la información, evitar la posibilidad de errores o malos entendidos y permitir el análisis rápido de los datos.

Además, a la hora de recoger los datos debes tener en cuenta tres reglas:

- Anotar los datos en la plantilla de forma clara y a la primera, no pretender el tiempo en pasar los datos a limpio
- No tomar datos que luego no se vayan a utilizar
- Recogerlos de forma que su análisis sea sencillo (Fariña and González, 2015, p.293).

Histograma

Un Histograma (diagrama de distribución de frecuencias) es un gráfico que muestra la distribución de una variable a partir de los datos agrupados recogidos en una tabla de frecuencias. Las variables a representar pueden ser discretas o continuas pero agrupados sus valores en clases. Es un conjunto de rectángulos, donde las bases son las clases y el área de cada rectángulo es proporcional que la frecuencia de cada clase (absoluta o relativa). Si las clases se eligen del mismo tamaño (esta elección se hace dependiendo del tipo de análisis que se pretenda efectuar) entonces su construcción es más sencilla pues las alturas de los rectángulos son proporcionales a las frecuencias (Fariña and González, 2015, p.294).

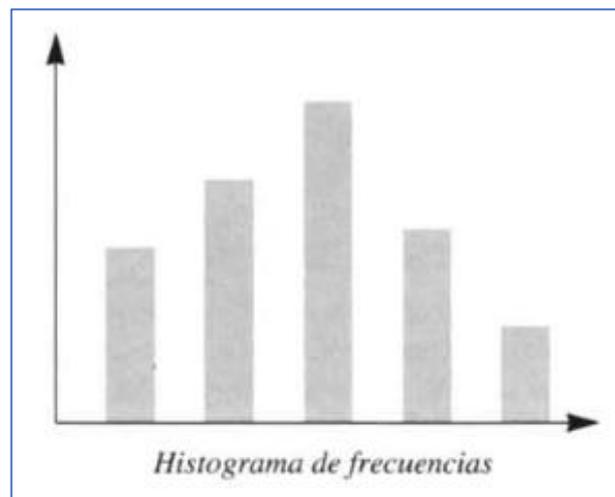


Ilustración 8-1: Histograma

Fuente: Fariña Beatriz y González Yolanda, 2015.

Diagrama de pareto

Es un método gráfico de análisis con forma de diagrama de barras en el que se representan de forma sencilla, cualitativa y cuantitativamente, los factores que intervienen en un problema. Dichos factores se colocan en orden decreciente de importancia, y en último lugar, se pone uno llamado otros o varios que se agrupa a los de menor cuantía e interés para el análisis (Fariña and González, 2015, p.295).

Diagrama de CUAUSA-EFECTO de ISHIKAWA

Este diagrama se conoce también como “diagrama de espina de pescado” por la forma de su representación gráfica. Su aplicación permite identificar las posibles causas ocasionadas a un problema o que están detrás del efecto de un problema (Fariña and González, 2015, p.296).

En la mayoría de las situaciones, cuando detectamos un problema, se identifican de forma más o menos inmediata un grupo reducido de causas, pero normalmente quedan causas y razones más profundas ocultas pues no se profundizan de forma organizada. Para evitarlo, este diagrama nos ayuda a identificar todas estas causas de manera que podamos determinar y fijar el origen del problema y solucionarlo de forma más eficaz (Fariña and González, 2015, p.296).

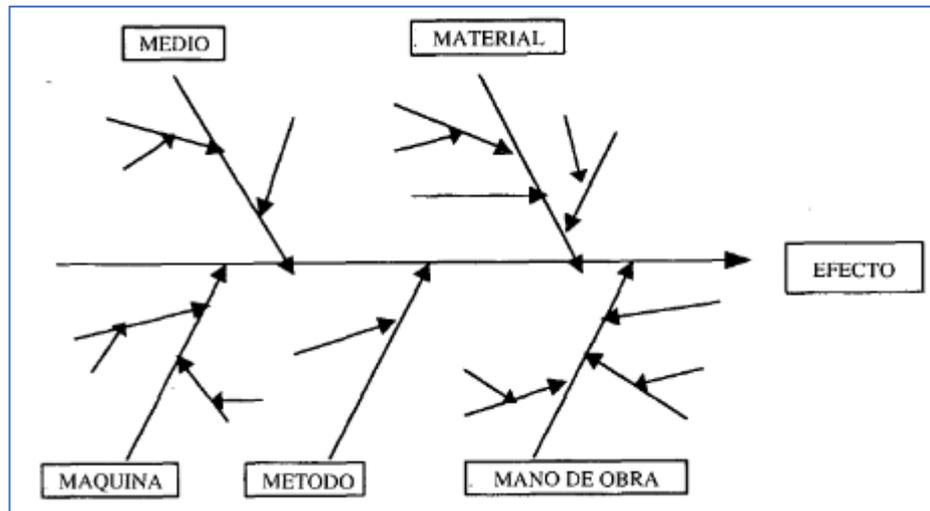


Ilustración 9-1: Diagrama de CAUSA-EFECTO

Fuente: Fariña Beatriz y González Yolanda, 2015.

Diagrama de dispersión

El diagrama de dispersión se utiliza para determinar si existe relación entre dos variables en función de los valores alcanzados por estas sobre diferentes elementos o situaciones consideradas en el análisis. Para construir este gráfico se utilizan los ejes cartesianos. En cada eje se posicionan los valores de cada una de las variables para cada elemento o situación analizada y se determina su punto de corte sobre el plano del gráfico. Una vez realizado para todas las muestras capturadas, se obtiene una nube de puntos que permite determinar si existe relación entre ambas variables; es lo que se conoce como correlación. Las posibles situaciones en cuanto al grado de correlación entre dos variables son: ausencia de correlación, correlación positiva y correlación negativa (Fariña and González, 2015, pp.297–298).

- Ausencia de correlación



Ilustración 10-1: Ausencia de correlación

Fuente: Fariña Beatriz y González Yolanda, 2015.

- Correlación positiva

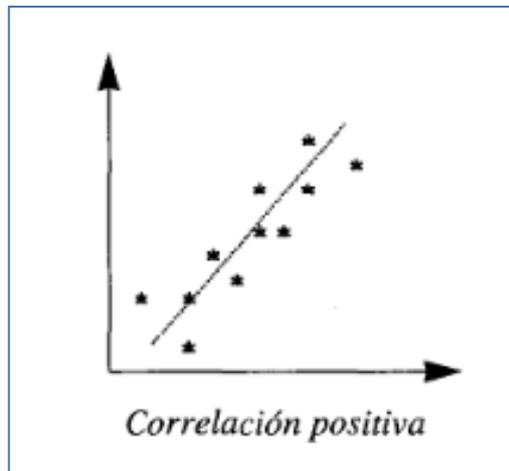


Ilustración 11-1: Correlación positiva

Fuente: Fariña Beatriz y González Yolanda, 2015.

- Correlación negativa

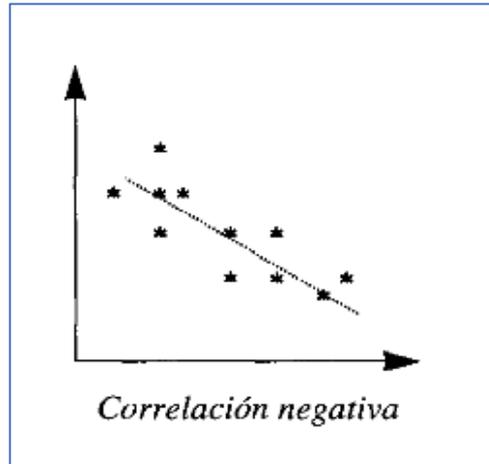


Ilustración 12-1: Correlación negativa

Fuente: Fariña Beatriz y González Yolanda, 2015.

Estratificación

Es conveniente que apliquemos esta metodología a cada una de las herramientas que hemos visto cuando los datos puedan tener distinto origen. Así bien, la estratificación la tendremos en cuenta desde la recogida de los datos en las plantillas para poder luego realizar los análisis correspondientes dividiendo los datos según su procedencia (Fariña and González, 2015, p.299).

Los criterios efectivos para la estratificación son:

- Tipo de defecto
- Causa y efecto
- Localización del efecto

Gráficos de control

Es una herramienta que se utiliza para analizar, gestionar y evaluar la estabilidad de un proceso a lo largo del tiempo, en función de la evolución del valor de una o varias de las variables claves que lo rigen. El gráfico de control permite la comparación gráfica y cronológica de las características de calidad del producto con unos límites que reflejan la capacidad del proceso, basada en la experiencia pasada, para fabricar dicho producto. También se reflejan las fluctuaciones de la producción comparándose con unos límites de control estadísticamente establecidos. Los problemas de calidad aparecen, normalmente, cuando un proceso se desvía de su trayectoria habitual. En ese sentido, el gráfico de control permite, por el conocimiento de los límites de control, saber cuándo un proceso empieza a alterarse ofreciendo la posibilidad de corregirle antes de que empiecen a producirse piezas defectuosas (Fariña and González, 2015, p.299).

Tipos de gráficos

- Gráficos de variables (conocidos como gráficos $\bar{X} - \bar{R}$ y $\bar{X} - \bar{S}$). En ellos una característica de calidad medible: longitud, resistencia, contenido de impurezas, etc.
- Gráficos de atributos se observa una característica cualitativa que el producto posee o no (como el control pasa/ no pasa, por piezas defectuosas, etc.) (Fariña and González, 2015, p.299).

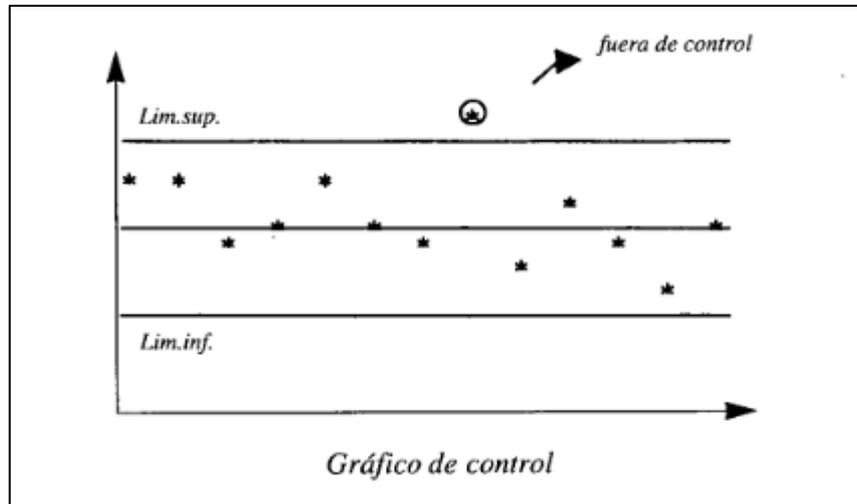


Ilustración 13-1: Gráfico de control

Fuente: Fariña Beatriz y González Yolanda, 2015.

Límites de control

Valores que se calculan a partir del conocimiento de la variación de un proceso, de tal forma que entre éstos caiga el estadístico que se grafica en la carta mientras el proceso permanece sin cambios importantes (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.191).

1.1.4. Tipos de cartas de control

Cartas de control por variables

Las cartas de control por variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, etc.)

- \bar{X} de medias
- R de medias
- S de desviaciones estándar
- X de medias individuales (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.188).

Cartas de control $\bar{X} - R$

Con la carta \bar{X} se analiza la variación entre las mediciones de los subgrupos, para detectar cambios en la medida del proceso. Mientras que con la carta R se analiza la variación entre los rangos de los subgrupos, lo cual permite detectar cambios en la amplitud y magnitud de la variación del proceso (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.190).

Límites de control de la carta \bar{X}

$$\begin{aligned} LCS &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\ \text{Línea central} &= \bar{\bar{X}} \\ LCI &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \end{aligned} \quad (7-1)$$

Límites de control de la carta R

$$\begin{aligned} LCS &= D_4 \bar{R} \\ \text{Línea central} &= \bar{R} \\ LCI &= D_3 \bar{R} \end{aligned} \quad (8-1)$$

Donde:

$\bar{\bar{X}}$ = es la media de las medias de los subgrupos

\bar{R} = es la media de los rangos de los subgrupos

A_2 = es una constante que depende del tamaño n

D_4 y D_3 = es una constante que depende del tamaño n

Cartas de control $\bar{X} - S$

Diagrama para variables que se aplican a procesos masivos, en los que se quiere tener una mayor potencia para detectar pequeños cambios. Por lo general, el tamaño de los subgrupos en $n > 10$ (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.196).

Límites de control de la carta S

$$\begin{aligned} LCS &= \bar{S} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \\ \text{Línea central} &= \bar{S} \\ LCI &= \bar{S} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} \end{aligned} \quad (9-1)$$

Donde \bar{S} es la media de las observaciones de las desviaciones estándar de los subgrupos. La razón de que σ no se estime de forma directa con el promedio de las desviaciones estándar, es que \bar{S} no es un estimador insesgado de σ (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.197).

$$\begin{aligned}
LCS &= \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{S}}{c_4 \sqrt{n}} \\
\text{Línea central} &= \bar{\bar{X}} \\
LCI &= \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{S}}{c_4 \sqrt{n}}
\end{aligned}
\tag{10-1}$$

Cartas de control por atributos

Los gráficos de control por atributos tienen tres modalidades

- Gráficos de control para fracción defectuosa o gráficos p
- Gráficos de control del número de defectuosos o gráficos np
- Gráficos de control de número de defectos por unidad o gráficos u y c (Rendón, 2013, p.23).

Carta de control p

En esta carta se muestran las variaciones en la fracción o proporción de artículos defectuosos por muestra o subgrupos. La carta p (proporción de defectuosos) es ampliamente usada para evaluar el desempeño de una parte o de todo un proceso, tomando en cuenta su variabilidad con el propósito de detectar causas o cambios especiales en el proceso (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.224).

$$p_i = \frac{d_i}{n_i} \tag{11-1}$$

donde n es el tamaño de subgrupo y \bar{p} es la proporción promedio de artículos defectuosos en el proceso. De acuerdo con esto, los límites de control de la carta p con tamaño de subgrupo constante está dado por (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.224).

$$\begin{aligned}
LCS &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \\
\text{Línea central} &= \bar{p} \\
LCI &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}
\end{aligned}
\tag{12-1}$$

Carta de control np

En ocasiones, cuando el tamaño del subgrupo o muestra en las cartas p es constante, es más conveniente usar la carta np, en la que se grafica el número de defectuoso por subgrupo d_i , en lugar de la proporción. Los límites de control para la carta np se obtiene estimando la media y la

desviación estándar de d_i , que bajo el supuesto de distribución binomial (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.229).

$$\begin{aligned}
 LCS &= n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \\
 \text{Línea central} &= n\bar{p} \\
 LCI &= n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}
 \end{aligned}
 \tag{13-1}$$

Donde n es el tamaño de subgrupo y \bar{p} es la proporción de artículos defectuosos (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.229).

Carta de control c

El objetivo de la carta c es analizar la variabilidad del número de defectos por subgrupo, cuando el tamaño de éste se mantiene constante. En esta carta se grafica c_i que es igual al número de defectos o eventos en el i-ésimo subgrupo (muestra). Los límites de control se obtiene suponiendo que el estadístico c_i sigue una distribución de poisson; por lo tanto las estimaciones de la media y la desviación estándar de este estadístico (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.233).

$$\bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de subgrupos}}
 \tag{14-1}$$

$$\begin{aligned}
 LCS &= \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \\
 \text{Línea central} &= \bar{c} \\
 LCI &= \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}
 \end{aligned}
 \tag{15-1}$$

Carta de control u

Analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad de referencia. Se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante. Se usa la carta u en la cual se analiza la variación del número de promedios de defectos por artículo o unidad, en lugar del total de defectos en el subgrupo. Así, en esta carta, un subgrupo lo forman varias unidades (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.235).

$$\bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}}
 \tag{16-1}$$

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

$$\text{Línea central} = \bar{u}$$

$$LCI = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$
(17-1)

Donde n es el tamaño del subgrupo.

1.1.5. Estabilidad e interpretación de las cartas de control

Proceso estable

Proceso bajo control estadístico en que los puntos en la carta caen dentro de los límites de control, y fluctúan o varían en forma aleatoria a lo ancho de la carta con tendencia a caer cerca de la línea central (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.198).

Proceso inestable

Proceso fuera de control estadístico que detecta cuando en la carta de control los puntos están fuera de sus límites o siguen un patrón aleatorio (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.203).

Índice de inestabilidad

Proporciona una medición de una medición de que tan inestable es un proceso, con lo que se podría diferenciar los procesos que de manera esporádica tengan puntos o señales específicas de variación, de los que con frecuencia funcionan en presencia de causas especiales de variación (Gutiérrez and Salazar, 2009, p.203).

1.1.6. Normalidad

La normalidad de las distribuciones univariantes puede contrastarse con los contrastes χ^2 , Kolmogórov-Smirnov, Shapiro y Wilks, o con los contrastes basados en coeficientes de asimetría y curtosis (Peña, 2002, p.313).

1.1.7. Prueba de normalidad univariante

Contraste de hipótesis

La hipótesis que se contrasta en este estudio para verificar normalidad.

- Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Los datos siguen una distribución normal

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal

- Nivel de significancia
- Estadístico de prueba
- Región de rechazo
- Decisión

$p - \text{valor} \geq \text{nivel de significancia } (\alpha)$, no se rechaza la hipótesis nula.

Prueba Shapiro-Wilk

Está basado en el cociente del cuadrado de la mejor, o aproximadamente mejor, estimación lineal insesgada de la desviación estándar dividida por la varianza muestral. El numerador se constituye tomando una combinación lineal de los valores ordenados de la muestra con coeficientes proporcionados en Shapiro and Wilk (1965). Lógicamente cada tamaño de muestra requiere unos coeficientes diferentes. En su formulación original, era de aplicación sólo a muestras reducidas con $n \leq 50$ aproximadamente (Tusell, 2012, p.31).

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n \alpha_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (18-1)$$

Donde:

$x_{(i)}$ = el número que ocupa la i ésima posición en la muestra ordenada de menor a mayor.

\bar{x} = media muestral

Los valores de α_i se calculan

$$(\alpha_1, \dots, \alpha_n) = \frac{mV^{-1}}{(mV^{-1}V^{-1}m)^{1/2}} \quad (19-1)$$

Donde $m = (m_1, \dots, m_n)$ son los valores medios ordenados de las variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas y V es la matriz de covarianzas del estadístico ordenado.

El valor de W debe estar comprendido en el rango de 0 y 1

1.1.8. Prueba de normalidad p-variante

Prueba de Shapiro Wilk generalizada

Si X_1, \dots, X_n son vectores aleatorios idénticamente distribuidos en R^p , $p \geq 1$. Si $N^p(\mu, \Sigma)$ donde μ y Σ son desconocidas, se propone la siguiente prueba estadística.

$$W^* = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p W_{Z_i} \quad (20-1)$$

Donde W_{Z_i} es el estadístico Shapiro-Wilk evaluado en la i-esima coordenada de la observación transformada Z_{i1}, \dots, Z_{in} $i = 1, \dots, p$.

La prueba basada en W^* Rechaza H_0 en una prueba de tamaño α si $W^* < c_{\alpha;n,p}$ donde $c_{\alpha;n,p}$ satisface la ecuación (Porras, 2016, p.144).

$$\alpha = p\{W^* < c_{\alpha;n,p} / H_0 \text{ es verdadero}\} \quad (21-1)$$

1.1.9. Prueba de correlación conjunta

Test de esfericidad de Bartlett

Se utiliza para comprobar si la matriz de correlaciones obtenida es una matriz identidad, es decir, si todos los coeficientes de la diagonal son iguales a la unidad y los extremos de la diagonal iguales a cero.

La estadística de prueba de la esfericidad se basa en la transformación de Ji-cuadrado del determinante de la matriz de correlación.

- **Hipótesis estadística**

$$H_0: |R| = 1$$

$$H_1: |R| \neq 1$$

Si se confirma H_0 es significativo se dice que las variables no están incorrelacionadas.

- **Función pivotal**

$$\chi^2 = - \left[n - 1 - \frac{1}{6}(2v + 5) \right] \ln|R| \rightarrow \chi^2_{\left(\frac{1}{2}(v^2 - v)\right)} \quad (22-1)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

v: Número de variables

|R|: Determinante de la matriz de correlación

Para aplicar esta prueba se requiere que los datos procedan de una población que sigue una distribución normal- multivariante (Díaz, 2014, p.25).

- **Decisión**

No se rechaza H_0 si $\chi_0^2 < \chi_{\alpha/2}^2$

1.1.10. Gráficos de control multivariante

Los gráficos de control multivariantes son una reciente aportación al control de procesos, siendo el gráfico T2 de Hotelling la opción más utilizada por el operario por su fácil aplicación. Por este motivo se busca potenciar su uso, sin complicar o cargar de esfuerzo adicional a los responsables del proceso (Ruiz, 2013, p.19).

1.1.11. Cartas de control multivariadas

Carta T2 de Hotelling

La carta de control T2 de Hotelling se puede considerar como la extensión multivariada de las cartas de Shewhart, lo que no quiere decir que sean gráficos iguales. Así como en los demás métodos de control multivariados se debe determinar un estadístico que resuma la información de los datos, en este caso el estadístico es el T2 de Hotelling (Herrera et al., 2018, p.52).

Suponemos que hay dos características de calidad X_1 y X_2 que distribuyen conjuntamente según la distribución normal bivariado, entonces la estadística es:

$$T^2 = \frac{n}{S_1^2 S_2^2 - s_{12}^2} [S_2^2 (X_1 - \bar{X}_1)^2 + S_1^2 (X_2 - \bar{X}_2)^2 - 2S_{12} (X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)] \quad (23-1)$$

Se distribuirá según la distribución T^2 de Hotelling, con 2 y n-1 grados de libertad.

Si $T^2 > T_{\alpha,2,n-1}^2$ entonces por lo menos alguna de las características se encuentra fuera de control y es posible representar gráficamente la carta de control.

Al elaborar una gráfica de control ayudara a determinar las capacidades de cada proceso de producción.

Considérese el caso en el que \bar{X}_1 y \bar{X}_2 son independientes, es decir $S_{12} = 0$, si $S_{12} = 0$ la ecuación (19-1) define una elipse centrada en (\bar{X}_1, \bar{X}_2) con los ejes principales a los ejes (\bar{X}_1, \bar{X}_2) (Montgomery, 2010, p.513).

Estas gráficas presentan dos desventajas

- Se pierde la secuencia en el tiempo de los puntos ubicados, por lo tanto, no es fácil aplicar pruebas corridas y otros procedimientos relacionados.
- Resulta difícil construir una elipse para las de dos características de calidad

Para evitar estas dificultades, se acostumbra a representar los valores T^2 calculados a partir de la ecuación (19-1) para una muestra en una gráfica de control, con solamente límite superior de control en $T_{2\alpha, n-1}^2$ esta gráfica se llama normalmente diagrama de control de datos, de manera que se pueden investigar causas o patrones no aleatorios. Además, tienen la ventaja adicional de que el “estado” del proceso se caracteriza mediante un solo número (valor de T^2). Esto es particularmente útil cuando hay dos o más características de calidad de interés (Montgomery, 2010, p.514).

Para construir la estadística de prueba T^2 de Hotelling, definamos primero el vector de medias muestrales \bar{X} y la matriz de varianzas y covarianzas S .

El vector de medias muestrales

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 \\ \vdots \\ \bar{X}_p \end{pmatrix} \quad (24-1)$$

Y la matriz de varianzas y covarianzas muestrales

$$\begin{bmatrix} S_{11}^2 & S_{12} & \cdots & S_{1p} \\ S_{12} & S_{22}^2 & \cdots & S_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{1p} & S_{2p} & \cdots & S_p^2 \end{bmatrix} \quad (25-1)$$

Donde $\bar{X}' = [\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots, \bar{X}_p]$ es el vector de valores nominales de cada característica de calidad y S es la matriz de varianzas y covarianzas de las p - características de calidad $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$

La estadística de la prueba que se grafica en el diagrama de control para cada muestra queda definida por:

$$T^2 = n(\bar{X} - \bar{X})'S^{-1}(\bar{X} - \bar{X}) \quad (26-1)$$

Donde:

\bar{X} = Vector de medias muestrales

n = tamaño de cada muestra

S^{-1} = Inversa de la matriz de varianzas y covarianzas muestrales

Límites del diagrama de control multivariado

Límite superior

$$LCS = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{(\alpha, p, mn-m-p+1)} \quad (27-1)$$

Límite inferior

$$LCI = 0 \quad (28-1)$$

Existen dos fases para utilizar las cartas de control multivariantes, en este caso se utilizará la primera fase.

La fase 1 es el uso de las cartas para establecer el control; es decir, para saber si el proceso se encontraba bajo control cuando se sacaron los m subgrupos preliminares y se calcularon los estadísticos \bar{X} y S .

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Chasis

El chasis es una estructura metálica que contiene el conjunto del armazón de vehículo. Soporte de los grupos funcionales y de la carga a transportar (INEN, 2015, p.3).



Ilustración 14-1: Chasis de bus

Fuente: comercial Teojama, 2020.

1.2.2. *Conceptos básicos*

Carrocería

Estructura que se adiciona al chasis de forma fija, para el transporte de personas. (INEN, 2015, p.3).

Bus

Vehículo automotor diseñado para el transporte de pasajeros compuesto por un chasis y una carrocería acondicionada para el transporte de pasajeros con una capacidad de hasta 90 pasajeros, incluido el conductor (INEN, 2015, p.3).

Minibús

Vehículo automotor diseñado para el transporte de pasajeros compuesto por un chasis y una carrocería acondicionada para el transporte de pasajeros con una capacidad de hasta 60 pasajeros, incluido el conductor (INEN, 2015, p.3).

Bus intrarregional

Diseñado y equipado para viajes dentro de una misma región (INEN, 2015, p.3).

Bus intraprovincial

Diseñada y equipada para viajes dentro de una misma provincia (INEN, 2015, p.3).

Bus interprovincial

Diseñada y equipada para viajes entre provincias (INEN, 2015, p.3).

Bus urbano

Vehículo automotor diseñado y equipado para uso en zonas urbanas, con una capacidad igual o superior a 60 pasajeros. Esta clase de vehículo tiene asientos y espacios considerados para pasajeros de pie y permita el movimiento de estos correspondiente a paradas frecuentes (INEN, 2015, p.3).

Estructura

La estructura está constituida con tubos estructurales y planchas de acero protegidos interior y exteriormente contra la oxidación, la cual incluye:

- Materiales metálicos y no metálicos
- Uniones y juntas
- Tratamientos de materiales
- Geometría
- Resistencia estructural



Ilustración 15-1: Estructura de bus

Fuente: YAULEMA JR.,2021.

Forado

En este proceso se utilizan a perfección planchas de gran tamaño para el forrado de la carrocería de acuerdo con el modelo requerido.

En este proceso se realizan las siguientes tareas:

- Forrado de lateral derecho
- Forrado de lateral izquierdo
- Montaje de techo
- Montaje de frente
- Montaje de respaldo
- Forrado de bodegas
- Armado y montaje de puertas de chofer, pasajeros y bodegas
- Entablado de piso
- Pintado de bus



Ilustración 16-1: Forrado de bus

Fuente: YAULEMA JR.,2021.

Acabados internos

En los acabados internos se realizan todas la actividades necesarias para complementar este proceso como se muestra a continuación.

- Frente
- Respaldo
- Lateral derecho
- Lateral izquierdo
- Techo
- Piso
- Canastillas
- Bodegas
- Cabina
- Pisos y estribos
- Tablero

Tabla 1-1: Actividades del proceso de producción de acabados internos en la fabricación de carroceras Yaulema Jr.

Parte de la carrocería	Tarea
Frente	<ul style="list-style-type: none"> • Fibra de cabina • Basurero • Manillas • Vidrios mampara • Timbre • Puerta, vidrio puerta cabina
Respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Fibra posterior • Tapizado • Gancho de cortinas
Lateral derecho	<ul style="list-style-type: none"> • Complementos del techo • Laterales • Forros ventanas • Ganchos cortina • Tapas • Martillos • Jaladera de cortinas • Fio de grada (asientos)
Lateral izquierdo	<ul style="list-style-type: none"> • Complementos del techo • Laterales • Forros ventanas • Ganchos cortina • Tapas • Martillos • Jaladera de cortinas • Fio de grada (asientos)
Techo	<ul style="list-style-type: none"> • Fibras de techo • Rejilla aire acondicionado • Patas de bandeja • Canastillas • Luces techo • Cámara pasajeros • Sun roof

	<ul style="list-style-type: none"> • Claraboya delantera • Claraboya posterior • Pantalla
Piso	<ul style="list-style-type: none"> • Tapizado • Luces de piso • Asientos • Baño • Calefacción • Tapas calefacción • Tapa caja de cambios • Tapa espadín • Pisadera
Canastillas	<ul style="list-style-type: none"> • parlantes • aroma • números • salón 1 y salón 2 • lectura • rejilla de aire acondicionado • conducto de aire acondicionado • micas canastillas • pantallas • USB
Bodegas	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de diésel • Luces bodega • Llanta de emergencia • Seguros de carga • Tapa de sistema eléctrico • Baterías • Camarote • Ventilador • Tapizado timbre • Luces de camarote • Fibra • Parlante

	<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla • Pitos
	<ul style="list-style-type: none"> • Fibra • Tapa espejos • Puerta de pasajeros doble hoja • Tapa bisagra doble hoja • Tapa chapa • Puerta pasajeros • Fibra • Mecanismo • Tapa mecanismo • Tapas pequeñas • Asiento abatible • Botiquín • Tapa mangueras aire • Bloqueo • Fibra puerta chofer • Extintor • Televisión • Tapa televisión • Gancho cortina • Tapa bisagra puerta • Manilla • Consola • Tapa vidrio • Luces cabina • Parlantes • Espejo con reloj • Tarjetero • Letrero • Gavetas • Parasol
Cabina	
	<ul style="list-style-type: none"> • Tapizado
Piso y estribos	

-
- Tapa motor
 - Fibra palanca de cambios
 - Pedales
 - Tapa de revisión
 - Asiento chofer
 - Pasamanos
 - Tablero
 - Filo de grada
 - Luces de grada
-

Tablero

- Touch
 - Radio con pantalla
 - USB
 - Radio DVD
 - Swith espejos
 - Pantalla de cámaras
 - Swith electroválvulas
 - Neblinero, paso corriente, relantín
 - Fibra reloj
 - Swith parasol
 - Swith puerta chofer
 - Swith pito
 - Swith aroma
 - Swith alarma
 - Swith internet
 - Pantalla calefacción
 - Pantalla aire acondicionado
 - Amplificador
-

Fuente: Yaulema Jr., 2016.

Realizado por: Gunsha, Jenny, 2021.

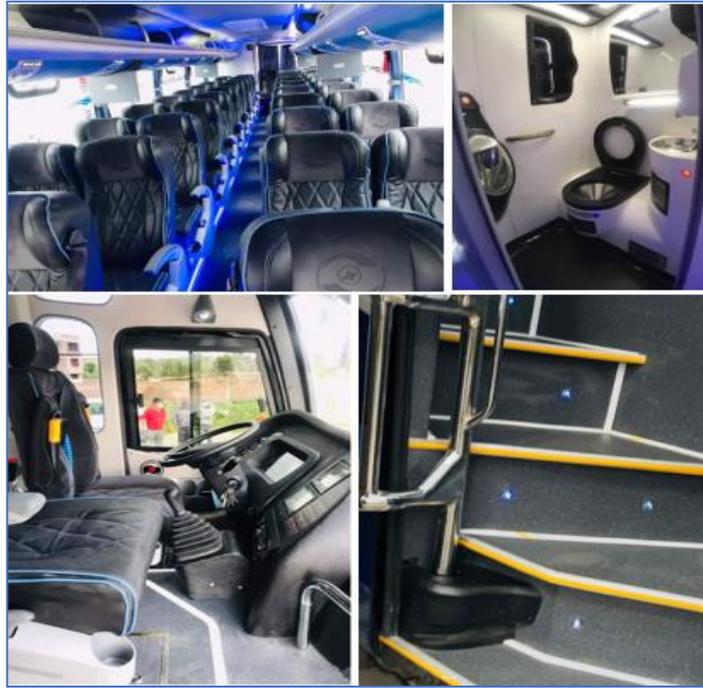


Ilustración 17-1: Acabados internos de un bus

Fuente: YAULEMA JR.,2021.

Acabados externos

En los acabados externos se realizan todas la actividades necesarias para complementar este proceso como se muestra a continuación.

- Frente
- Respaldo
- Lateral derecho
- Lateral izquierdo

Tabla 2-1: Actividades del proceso de producción de acabados externos en la fabricación de carrocerías Yualema Jr.

Parte de la carrocería	Tarea
Frente	<ul style="list-style-type: none"> • Faros G7 o G8 • Banana direccional pequeña • Banana central • Neblinero cromáticos • Parabrisas • Plumas • Poa de agua plumas

-
- Rejilla guardachoque
 - Persiana
 - Neblineros originales
 - Bigote G8 o mascarilla G7
 - Espejos retrovisores
 - Ojos de buey medias
 - Chupetes
 - Visera
 - Sellos y emblemas
 - placas
 - catadióptricos
-

Respaldo

- Faros posteriores
 - Parabrisas posterior
 - Luces stop esquineras
 - Luces stop guardachoques
 - Banana central roja
 - Banana central pequeña roja
 - Luces placa
 - Catadióptricos
 - Triángulos led
 - Cámara retro
 - Chapa puerta posterior
 - Sellos y emblemas
 - Placa
-

Lateral derecho

- Llantas niqueladas con tapa cubos
 - Luces direccionales superiores
 - Luces direccionales inferiores
 - Neblinero retro
 - Puerta principal grada retráctil
 - Ventanas y ventoleras
 - Seguro puerta principal
 - Ventana puerta principal
 - L niquelada
 - Ventoleras camarote
-

-
- Regletas
 - Catadióptrico G7
 - Semáforos
 - Manillas niqueladas
-

Lateral izquierdo

- Llantas niqueladas con tapa cubos
 - Luces direccionales superiores
 - Luces direccionales inferiores
 - Neblinero retro
 - Puerta chofer
 - Ventanas y ventoleras
 - Seguro puerta chofer
 - Ventana puerta chofer
 - L niquelada
 - Ventolera camarote
 - Regletas
 - Catadióptrico G7
 - Escape
 - Tapa filtro
-

Fuente: Yaulema Jr., 2016.

Realizado por: Gunsha, Jenny, 2021.



Ilustración 18-1: Acabados externos de un bus

Fuente: YAULEMA JR.,2021.

1.2.3. Productos

Tabla 3-1: Productos fabricados en carrocerías Yaulema Jr.

Bus	Imagen
<p>Yaulema hunter Jr./ HINO AK interprovincial 2 puertas</p>	
<p>HINO FC</p>	
<p>HIGER</p>	

SCANIA F310



SCANIA K360



URBANO HINO AK



**MERCEDES BENZ
O500**



**MERCEDES BENZ 17-
23**



TURISMO HINO FC



**MERCEDES BENZ B
1836**



**MERCEDES BENZ
R1830**



Fuente: Yaulema Jr., 2021.
Realizado por: Gunsha, Jenny, 2021.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por el método de investigación cuantitativa ya que se analizan variables numéricas que son útiles para determinar las fallas en cada proceso, según el objetivo es aplicada porque el estudio de la investigación se centra en la solución de problemas en diferentes procesos productivos al construir carrocerías con diferentes requerimientos la misma que se desarrollara en base a la investigación de campo teniendo un contacto directo y verificando el estado de los procesos utilizados en la empresa Yaulema Jr., según el nivel de profundización en el objeto de estudio es exploratoria ya que permite explorar las distintas causas que generan problemas en distintos proceso, según la manipulación de variables es no experimental, según el tipo de inferencia inductiva ya que se basa en la observación del hecho y los fenómenos, según el periodo temporal es transversal ya que se estudiara en un punto de tiempo exacto. (Hernández Sampieri et al. 2014) (Patten and Newhart 2018).

2.2. Diseño de la investigación no experimental

En la siguiente investigación se utiliza un método cuantitativo en la que se utiliza la medición numérica para determinar las fallas o defectos ocasionados al momento de pasar de un proceso a otro en la elaboración de las carrocerías y según la manipulación de variables es un diseño no experimental, (Berger et al. 2018).

2.2.1. Identificación variables

Las variables están definidas por los distintos procesos productivos que conforman la estructura y acabados de cada carrocería.

- **Construcción de la estructura**

En la construcción de la estructura se asegura que el equipo técnico CADME (centro de apoyo al desarrollo metálico) adscrito a la universidad técnica de Ambato, realiza la supervisión y aprobación de la estructura con evaluación de conformidad del producto sin ningún defecto encontrado dentro del proceso, siendo base fundamental y primordial para el desarrollo de posteriores procesos, la misma que no deben contener fallas y lograr de esta manera un éxito total.

- **Forrado de estructura**

- Forrado de Lateral derecho
- Forrado de Lateral izquierdo

- Montaje de techo
- Montaje de frente
- Montaje de respaldo
- Forrado de bodegas
- Armado y montaje de puertas de chofer, pasajeros y bodegas
- Entablado de piso
- Pintado de bus
- **Acabados exteriores**
- Frente
- Respaldo
- Lateral derecho
- Lateral izquierdo
- **Acabados interiores**
- Frente
- Respaldo
- Lateral derecho
- Lateral izquierdo
- Techo
- Piso
- Canastillas
- Bodegas
- Cabina
- Pisos y estribos
- Tablero

2.2.2. Planteamiento de la hipótesis

El control estadístico de calidad de los proceso de producción de forrado y acabado en carrocerías Yaulema Jr. mejora la calidad del producto final.

Matriz de consistencia

Tabla 1-2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTES
<p>¿Cómo influye la realización de un control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. con respecto al forrado y acabados de la estructura para mejorar la calidad del producto final?</p>	<p>Realizar un control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. con respecto al forrado y acabados de la estructura para mejorar la calidad del producto final.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar los procesos de producción y el porcentaje de defectos en el forrado y 	<p>El control estadístico de calidad de los procesos de producción de forrado y acabado en carrocerías Yaulema Jr. mejora la calidad del producto final.</p>	<p>Calidad de los proceso de producción en carrocerías.</p> <p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forrado de estructura • Acabados externos • Acabados internos

PROBLEMAS	acabados de la estructura
ESPECÍFICOS:	de buses en la Carrocería.
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo el análisis de los procesos de producción permite identificar el porcentaje de los defectos en el forrado y acabados de la estructura de buses en la Carrocería? • ¿La determinación de las correlaciones de 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las correlaciones de las variables de los procesos de producción del forrado y acabados de la estructura. • Probar normalidad p-variante de los procesos de producción del forrado y acabados de la estructura. • Elaborar las cartas de control multivariado de las características de la calidad de los procesos de producción del forrado y acabados de la estructura

las variables en
los procesos de
ferrados y
acabados
describe la
calidad de la
carrocería?

- ¿Existe normalidad p-variante de los procesos de producción del ferrado y acabados de la estructura?
- ¿Cómo la elaboración de las cartas de control multivariado permite mejorar

la calidad de los procesos de producción en forrado y acabados de la estructura?

Realizado por: Gunsha, Jenny, 2021.

2.2.3. Operacionalización de los objetivos

Tabla 2-2: Operacionalización de los objetivos

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
Realizar un control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. con	<ul style="list-style-type: none"> Analizar los procesos de producción y el porcentaje de defectos en el forrado y acabados de la estructura de 	Análisis descriptivo de procesos	Cartas de control.	

respecto al forrado y acabados de la estructura para mejorar la calidad del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> Determinar las correlaciones de las variables en los procesos de producción del forrado y acabados para describir la calidad de la carrocería. Probar normalidad p-variante de los procesos de producción del forrado y 	buses en la carrocería. Relación entre las variables estudiadas. Análisis de correlación simple Información de las hojas de verificación del control de calidad de final. Estudio de Prueba de normalidad de normalidad multivariante en estudio.
---	--	---

acabados de la
estructura.

- Elaborar las Aplicación de
cartas de las cartas de
control control cartas de control
multivariado multivariante multivariante
para mejorar
la calidad de
los procesos
de producción
en forrado y
acabados en la
estructura.

Realizado por: Gunsha, Jenny, 2021.

2.2.4. Localización del estudio

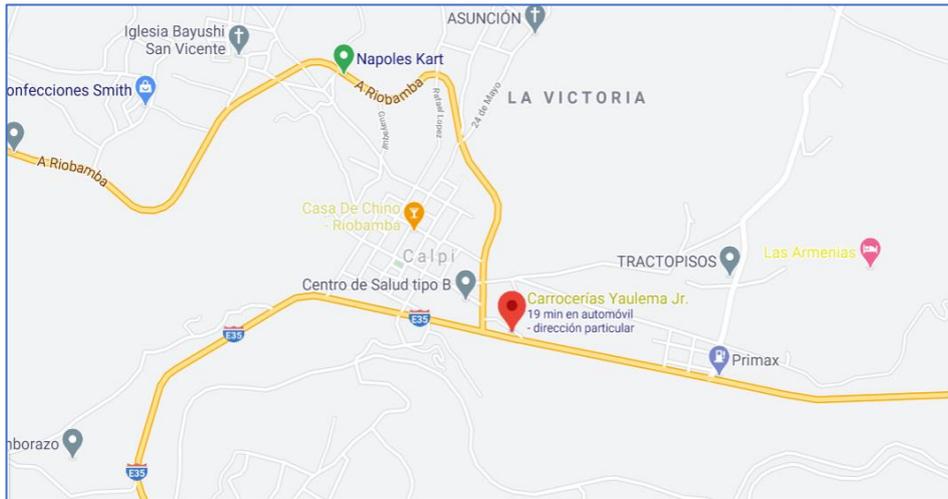


Ilustración 1-2: Mapa de la ubicación de carrocerías Yaulema Jr.

Fuente: (Google maps).

El proyecto de investigación se lo realizara en Ecuador en la provincia de Chimborazo en la ciudad de Riobamba parroquia Calpi ubicada en la panamericana vía a Guayaquil Km 6 1/2, se ubican en las coordenadas graficas con una latitud de -1.648690 y longitud de -78.738757.

2.2.5. Población de estudio

Todas las carrocerías elaboradas bajo pedido en la empresa carrocera Yaulema Jr.

2.2.6. Tamaño de la muestra

En el presente proyecto de investigación se manipula todas las carrocerías elaboradas bajo pedido en la empresa carrocera Yaulema Jr. en el periodo de tiempo de ocho meses, este tiempo se utilizará identificar las fallas en diferentes procesos.

2.2.7. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de información se usará técnicas y herramientas como hojas de recolección de datos. La observación se realizará en las estaciones de trabajo en donde se llevarán a cabo cada proceso, utilizando hojas de recolección las cuales facilitarán la verificación y la toma de datos de mejor manera.

2.2.8. *Modelo estadístico*

Se obtuvo los datos siguiendo ciertos procedimientos:

- Revisión crítica de la información recogida, eliminando información no necesaria e incompleta.
- Repetición de la recolección después de cada proceso.
- Tabulación de la información o datos recolectados.
- Manejo de la información.
- Estudio de datos para presentación de resultados

En la investigación se desarrolló un análisis estadístico de los procesos de producción con respecto al forrado de la estructura, acabados internos y externos de la carrocería, se obtuvo resultados estadísticos descriptivos, asimetría, curtosis y gráfico de cajas cada proceso de las 17 unidades en estudio. Posteriormente, se determinó correlación conjunta entre las variables con una prueba de hipótesis mediante el comando de R studio Bartlett. Test de los tres procesos. Con la prueba de Shapiro-Wilk con muestras menores o iguales a 30 se verificó normalidad univariante y multivariante de las fases de fabricación. Se elaboró cartas de control individuales mediante el gráfico de control c, que determina el número de defectos encontrados en cada unidad inspeccionada y el gráfico de control u que estudia el promedio de defectos del total de unidades inspeccionadas. Finalmente se aplicó cartas de control multivariadas con la técnica T^2 de Hotelling.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivo

Se ejecutó un análisis estadístico descriptivo de cada proceso, para obtener un panorama general del comportamiento de las variables en estudio.

3.1.1. Proceso de forrado de la estructura

Tabla 1-3: Estadísticos descriptivos del proceso de forrado de la estructura

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
1.000	4.000	6.000	6.059	8.000	13.000

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

En el proceso de fabricación del Forrado se evidenció 1 y 13 defectos como mínimo y máximo respectivamente, el 50 % de unidades presentó 6 desperfectos, el 75% de unidades indicó 8 fallas y el 25% tuvo defectos menores o iguales a 4 en el proceso en las 17 unidades en estudio (Tabla 1-3).

Coefficiente de asimetría muestral o de sesgo

El proceso de fabricación del forrado de la estructura presentó una asimetría positiva con un coeficiente de 0.402 (Gráfico 1-3).

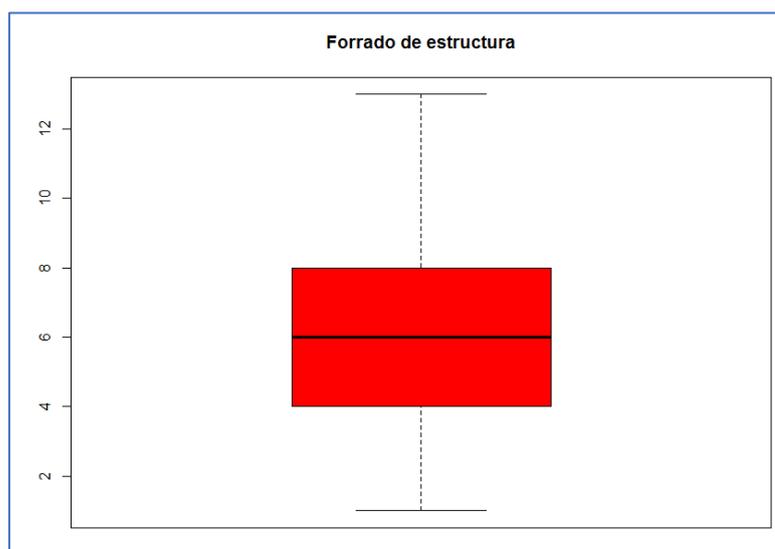


Ilustración 1-3: Diagrama de caja del proceso de forrado

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

Coefficiente de apuntamiento muestral o curtosis

En el proceso de fabricación de forrado de la estructura el coeficiente de curtosis fue de 0.0954, que indicó una distribución leptocúrtica, es decir la concentración de los datos están en torno a la media (Gráfico 2-3).

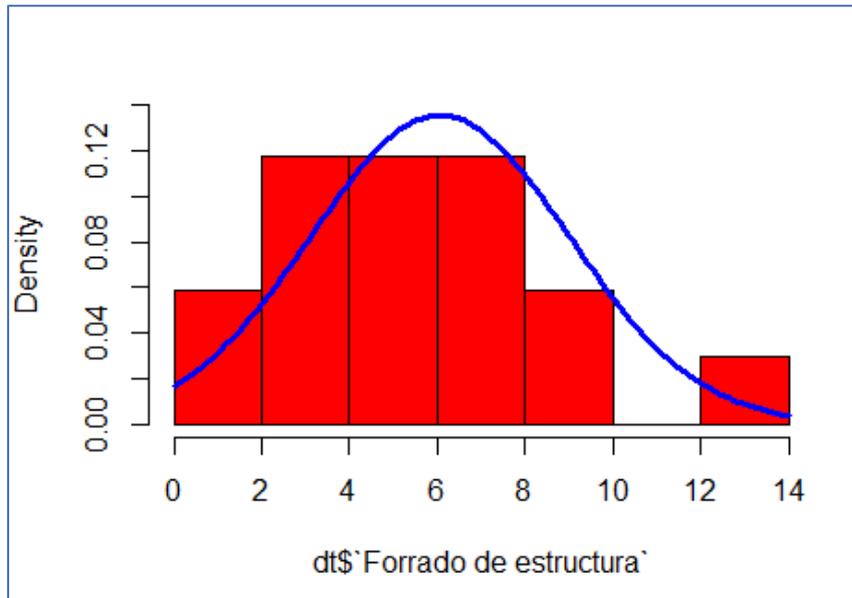


Ilustración 2-3: Histograma del proceso de producción del forrado

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

3.1.2. Proceso de acabados externos

Tabla 2-3: Estadísticos descriptivos del proceso de producción acabados Externos

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
4.000	5.000	6.000	6.353	7.000	9.000

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

En el proceso de acabados externos se evidenció 4 y 9 defectos como mínimo y máximo respectivamente, el 50 % de unidades presentó 6 desperfectos, el 75% de unidades indicó 7 fallas y el 25% tuvo defectos menores o iguales a 5 en el proceso en las 17 unidades en estudio (Tabla 2-3).

Coefficiente de asimetría muestral o de sesgo

El proceso de acabados externos de la carrocería presentó una asimetría negativa con un coeficiente de -0.011 (Gráfico 3-3).

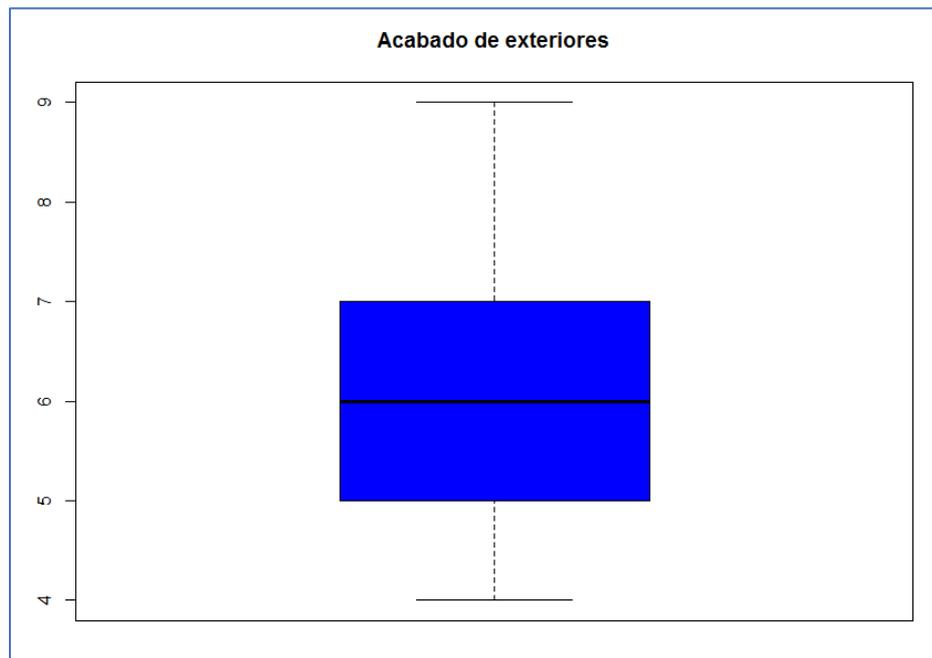


Ilustración 3-3: Diagrama de caja del proceso de producción de acabados externos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

Coefficiente de apuntamiento muestral o curtosis

En el proceso de acabados externos de la carrocería el coeficiente de curtosis fue de -0.878 , que indicó una distribución platicúrtica, es decir la concentración de los datos es baja en torno a la media (Gráfico 4-3).

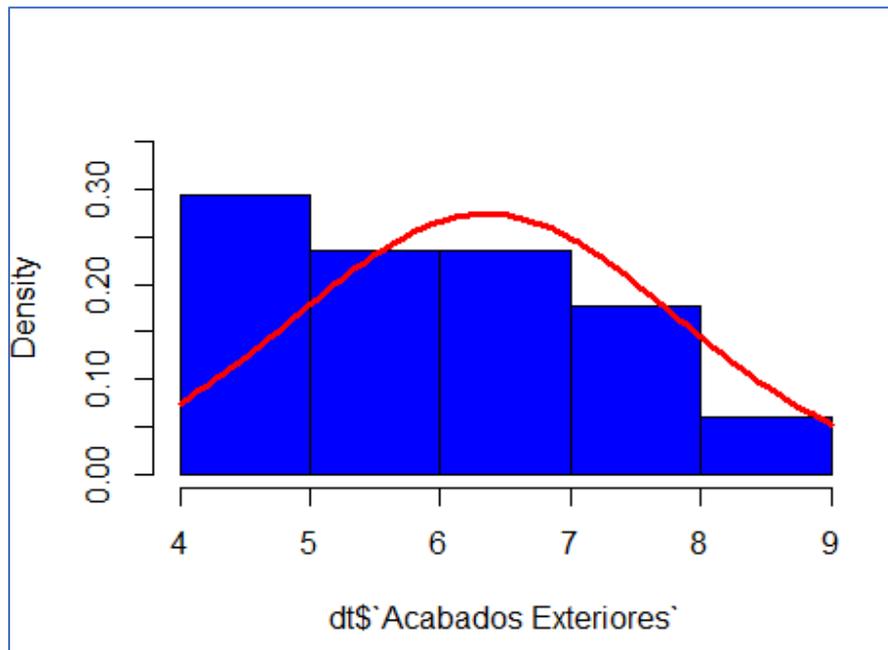


Ilustración 4-3: Histograma del proceso de producción de acabados externos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

3.1.3. *Procesos de acabados internos*

Tabla 3-3: Estadísticos descriptivos del proceso de producción acabados internos

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
5.000	7.000	8.000	8.353	10.000	14.000

Realizado por: Gunsha, Jenny, 2021.

En el proceso de acabados internos se evidenció 5 y 14 defectos como mínimo y máximo respectivamente, el 50 % de unidades presentó 8 desperfectos, el 75% de unidades indicó 10 fallas y el 25% tuvo defectos menores o iguales a 7 en el proceso en las 17 unidades en estudio (Tabla 3-3).

Coefficiente de asimetría muestral o de sesgo

El proceso de acabados interiores de la carrocería presentó una asimetría positiva con un coeficiente de 0.501 (Gráfico 5-3).

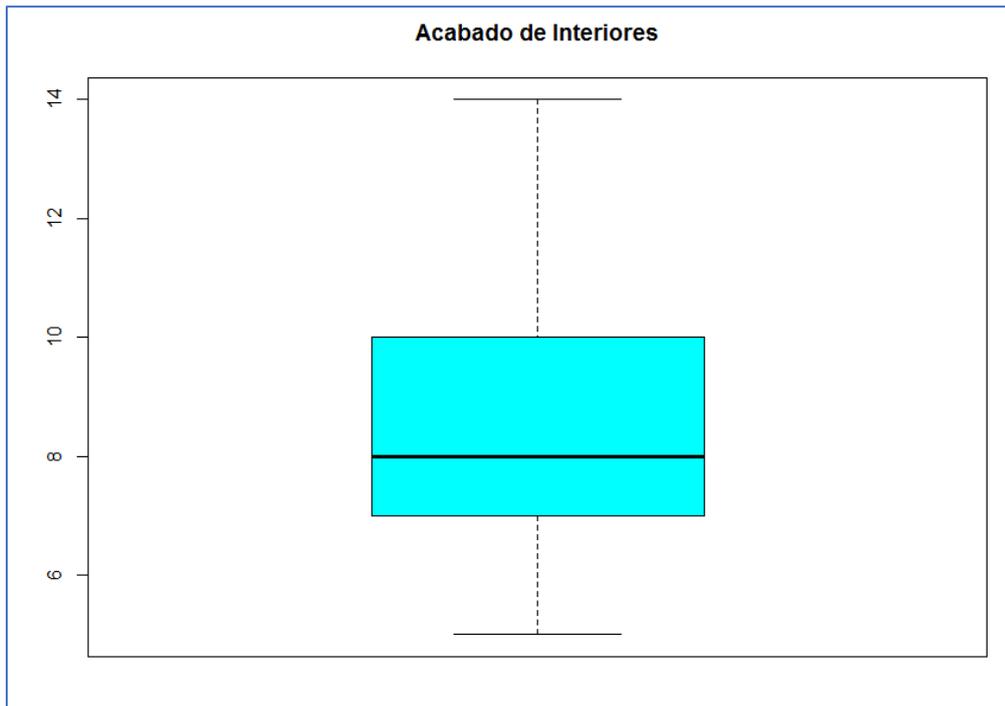


Ilustración 5-3: Diagrama de caja del proceso de producción de acabados internos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

Coefficiente de apuntamiento muestral o curtosis

En el proceso de acabados internos de la estructura el coeficiente de curtosis fue de -0.42, que indicó una distribución platicúrtica, es decir la concentración de los datos son bajos en torno a la media (Gráfico 6-3).

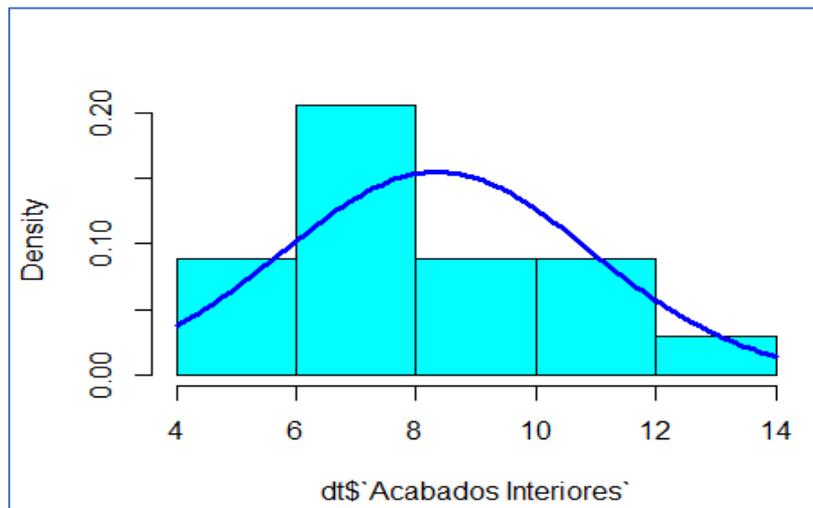


Ilustración 6-3: Histograma del proceso de producción de acabados Internos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

3.2. Prueba de normalidad univariante

En consecuencia, que se obtuvo datos menores o iguales a 30 se aplicó el test de normalidad de Shapiro-Wilk mediante una prueba de hipótesis.

3.2.1. Proceso de forrado de la estructura

Planteamiento de la hipótesis

H_0 : El proceso de forrado de la estructura proviene de una distribución normal

H_1 : El proceso de forrado de la estructura no proviene de una distribución normal

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Estadístico de prueba

Prueba de Shapiro willk

Regla de decisión

Si $p - value > valor \alpha$ No se rechaza H_0

Si $p - value < valor \alpha$ Se rechaza H_0

Si $0.64 > 0.05$ No se rechaza H_0

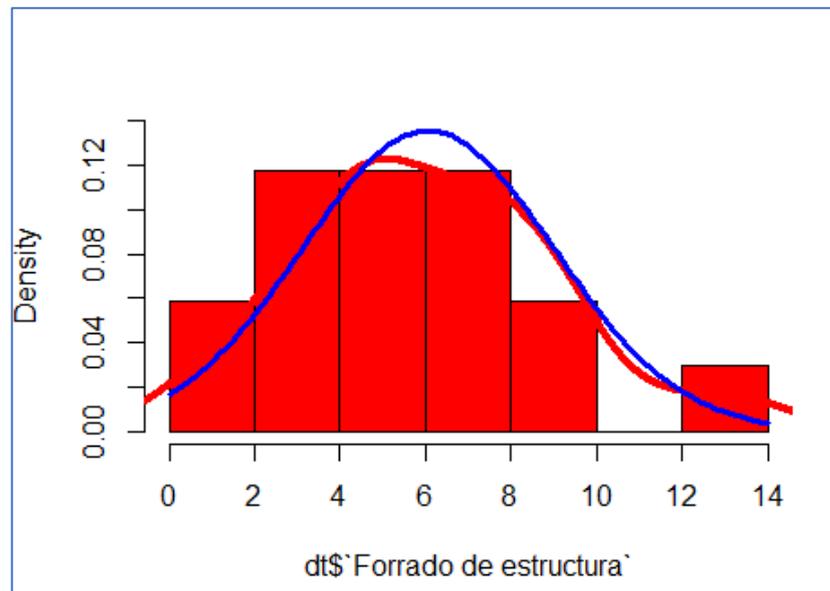


Ilustración 7-3: Histograma de normalidad del proceso de forrado de estructura

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

Conclusión

Con un valor p de 0.64 mayor al nivel de significancia, existe suficiente evidencia para no rechazar la Hipótesis nula, es decir los defectos encontrados en el proceso de fabricación del forrado de la estructura sigue una distribución normal a un nivel de confianza del 95%.

3.2.2. Proceso de acabados externos

Planteamiento de la hipótesis

H_0 : El proceso de Acabados externos proviene de una distribución normal

H_1 : El proceso de Acabados externos no proviene de una distribución normal

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Estadístico de prueba

Prueba de Shapiro willk

Regla de decisión

Si $p - value > valor \alpha$ No se rechaza H_0

Si $p - value < valor \alpha$ Se rechaza H_0

Si $0.467 > 0.05$ No se rechaza H_0

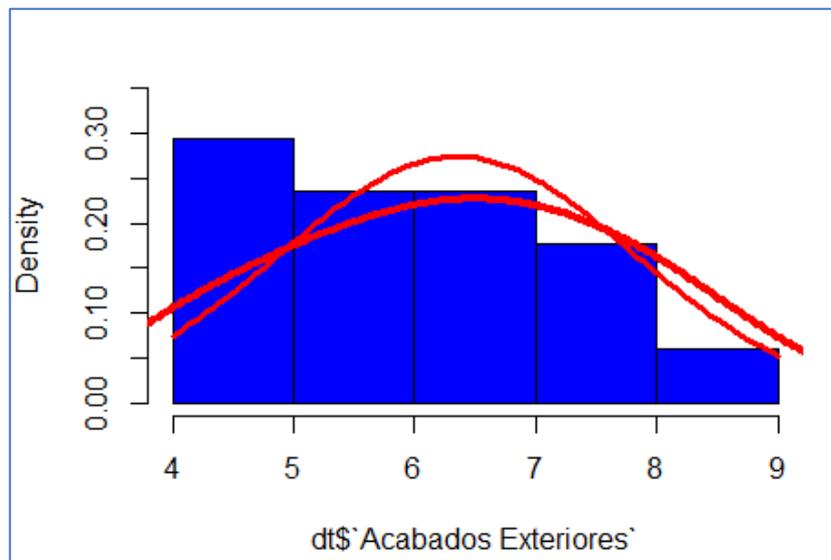


Ilustración 8-3: Histograma de normalidad del proceso de acabados externos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

Conclusión

Con un valor p de 0.467 mayor al nivel de significancia, existe suficiente evidencia para no rechazar la Hipótesis nula, es decir los defectos de los acabados externos sigue una distribución normal a un nivel de confianza del 95%.

3.2.3. Proceso de acabados internos

Planteamiento de la hipótesis

H_0 : El proceso de Acabados Internos proviene de una distribución normal

H_1 : El proceso de Acabados Internos no proviene de una distribución normal

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Estadístico de prueba

Prueba de Shapiro willk

Regla de decisión

Si $p - value > valor \alpha$ No se rechaza H_0

Si $p - value < valor \alpha$ Se rechaza H_0

Si $0.246 > 0.05$ No se rechaza H_0

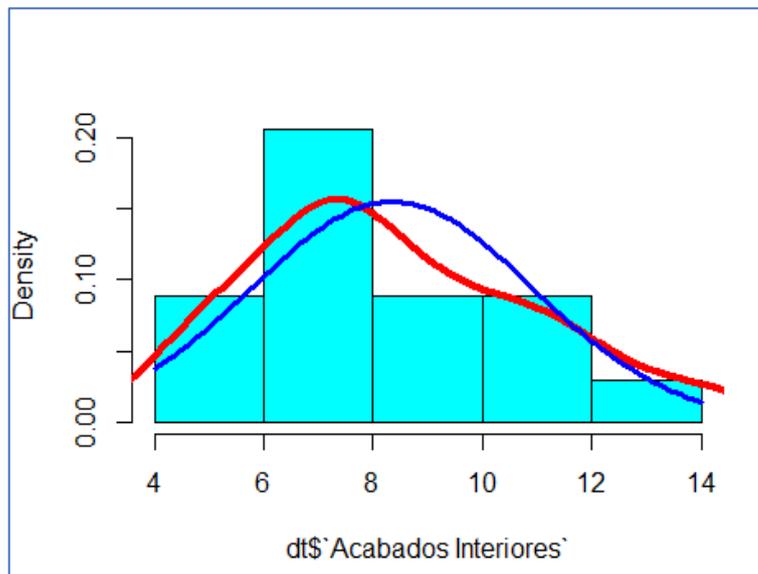


Ilustración 9-3: Histograma de normalidad del proceso de acabados Internos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

Conclusión

Con un valor p de 0.246 mayor al nivel de significancia, existe suficiente evidencia para no rechazar la Hipótesis nula, es decir los defectos de los acabados internos sigue una distribución normal.

Se realizó la prueba de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk a los procesos de producción del forado de la estructura, acabados externos y acabados internos de forma individual y se comprobó que los tres procesos de producción siguen una distribución normal.

3.3. Prueba de correlación conjunta

3.3.1. Test de Bartlett

Para realizar la prueba de Bartlett se realiza una prueba de Hipótesis

Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: |R| = 1$$

$$H_1: |R| \neq 1$$

Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

Estadístico de prueba

Prueba de Bartlett

$$\chi^2 = - \left[n - 1 - \frac{1}{6}(2v + 5) \right] \ln|R| \rightarrow \chi^2_{\left(\frac{1}{2}(v^2 - v)\right)}$$

$$\chi^2 = 7.400$$

$$\chi^2_{\alpha/2, gl.} = \chi^2_{0.25, 2} = 7.32$$

Región de rechazo

No se rechaza H_0 si $\chi_0^2 < \chi_{\alpha/2}^2$

$7.40 < 7.32$ se rechaza H_0

$p > \alpha$ H_0 no se rechaza

$0.0247 > 0.05$ rechazo H_0

Decisión

Mediante el test de Bartlett se evidenció un valor p (0.0247) menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir las variables del forrado de la estructura, acabados externos e internos están significativamente correlacionadas.

3.4. Prueba de normalidad p-variante

Se realizó una prueba de normalidad multivariante con los procesos de producción de forrado de la estructura, acabados externos y acabados internos, se aplicó el test de Shapiro-Wilk mediante una prueba de Hipótesis

Planteamiento de la hipótesis

H_0 : El Proceso de fabricación de las 3 variables proviene de una distribución normal

H_1 : El Proceso de fabricación de las 3 variables no proviene de una distribución normal

Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

Estadístico de prueba

Prueba de Shapiro willk

Regla de decisión

Si $p - value > valor \alpha$ No se rechaza H_0

Si $p - value < valor \alpha$ Se rechaza H_0

Si $0.1584 > 0.05$ No se rechaza H_0

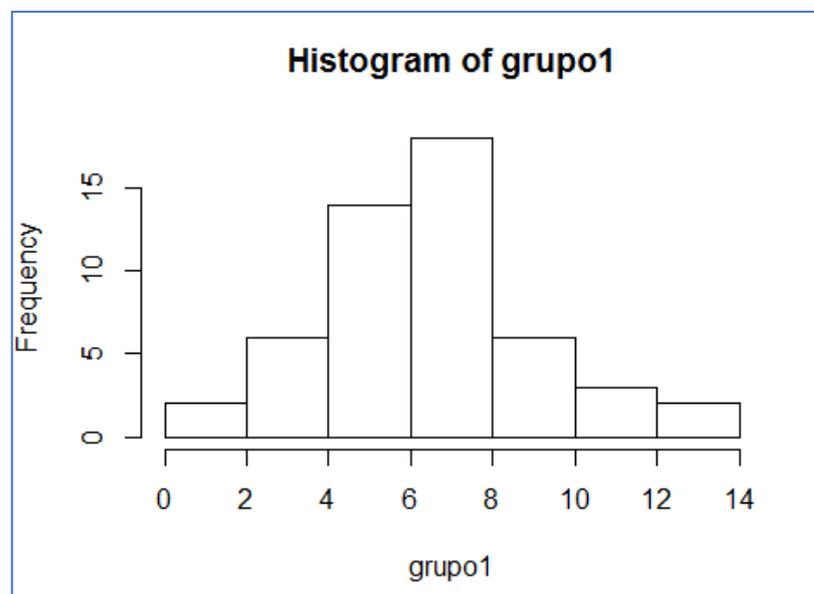


Ilustración 10-3: Histograma de normalidad multivariante

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

Conclusión

El valor p de la prueba de normalidad multivariante fue de 0.158, mayor a 0.05, evidenciando que los procesos de producción del forrado de la estructura, acabados internos y acabados externos siguen una distribución normal.

Una vez aplicada la prueba de normalidad multivariante y de correlación conjunta para los procesos de producción se procedió con el análisis de cartas de control multivariado para evaluar si los procesos están bajo control estadístico de calidad.

3.5. Cartas de control individuales

3.5.1. Carta c para número de defectos por unidad

Se usan los datos recolectados (Anexo B) para la gráfica de control c de los procesos de producción del forrado de la estructura, acabados internos y externos de la carrocería de las 17 unidades de la empresa.

Forrado de la estructura

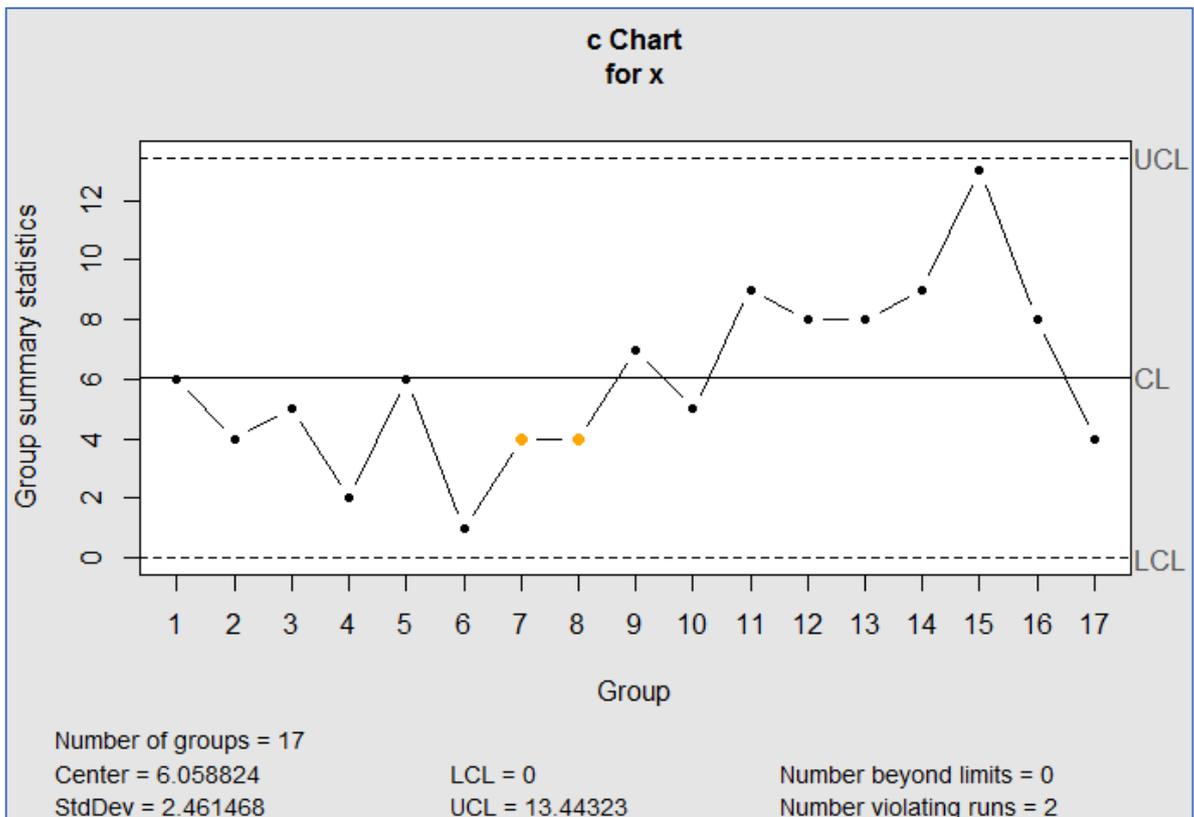


Ilustración 11-3: Carta de control c del proceso de forrado de la estructura

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

En el gráfico se observó un límite superior de 13.443 y un límite inferior de 0, donde el proceso de forrado de la estructura se encuentra bajo control. Además, se evidenció puntos consecutivos en la parte superior del límite central de manera creciente, esto se debe a causas comunes de variación (6M).

Proceso de acabados externos

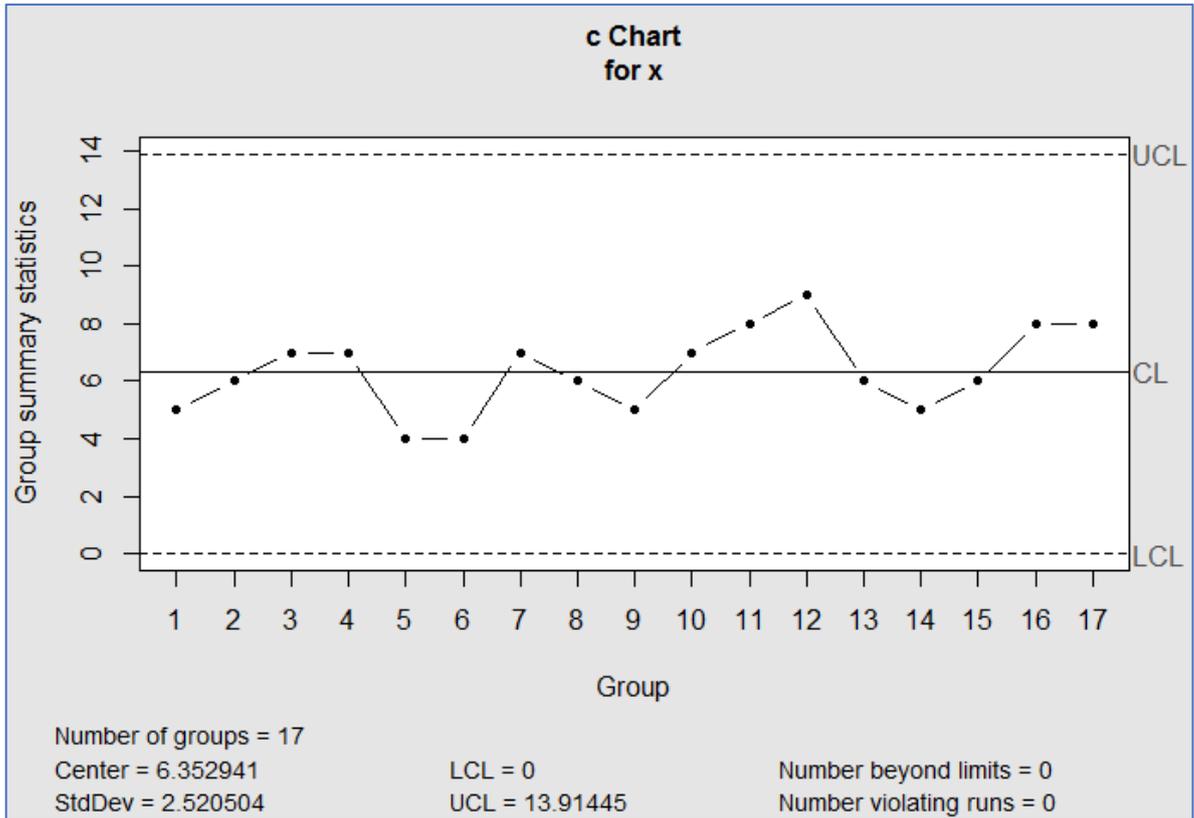


Ilustración 12-3: Carta de control c del proceso de acabados externos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

En el gráfico se observó un límite superior de 13.91 y un límite inferior de 0, donde el proceso de acabados externos se encuentra bajo control. Además, se evidenció patrones cíclicos que fluctúan alrededor del límite central puntos esto se debe a causas comunes de variación (6M).

Proceso de acabados internos

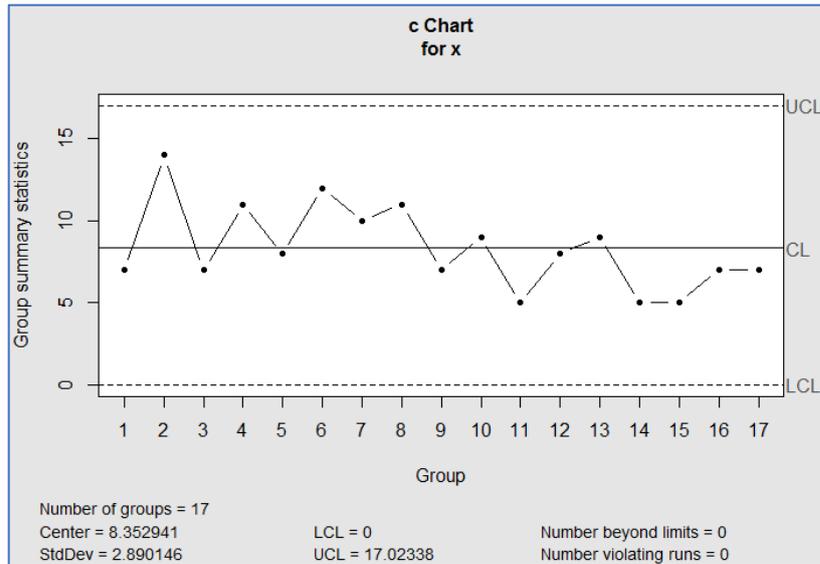


Ilustración 13-3: Carta de control c del proceso de acabados internos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

En el gráfico se observó un límite superior de 17.023 y un límite inferior de 0, donde el proceso de acabados internos se encuentra bajo control. Además, se evidenció ciclos recurrentes llamados periodicidad alrededor del límite central, esto se debe a causas comunes de variación (6M).

3.5.2. Carta u para el promedio de defectos

Total de defectos por unidad

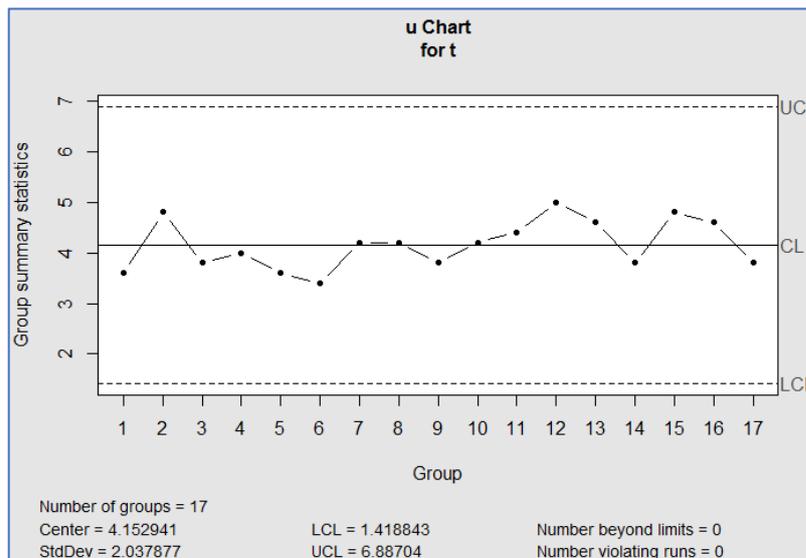


Ilustración 14-3: Carta de control u del total de defectos por unidad

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

En el gráfico de control se observó que el total de defectos de carrocerías se encuentra bajo control.

3.6. Carta de control multivariada

Se usan los datos recolectados (Anexo B) para la gráfica de control multivariada T^2 de Hotelling de los proceso de producción del forrado de la estructura, acabados internos y externos de la carrocería de las 17 unidades de la empresa.

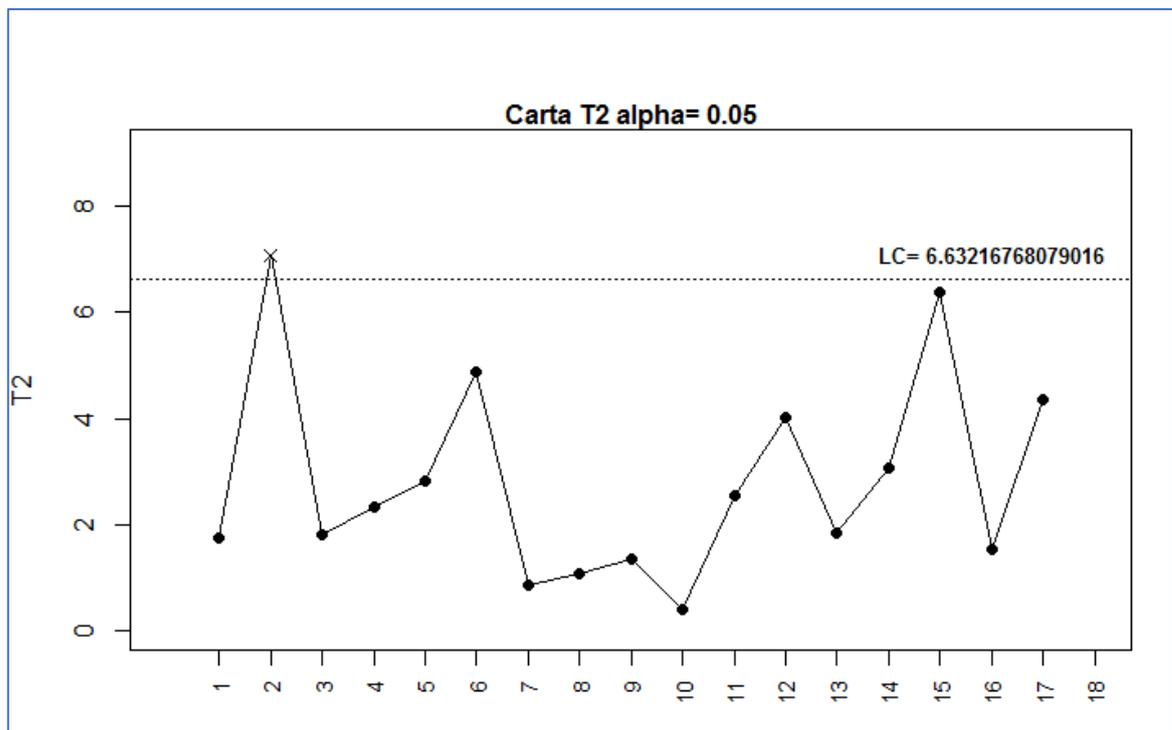


Ilustración 15-3: Carta de control T^2 de Hotelling multivariada

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

En el gráfico de control multivariado T^2 de Hotelling se observó un límite superior de 6.63 y un límite inferior de 0, y se evidenció que la unidad 2 está fuera del límite superior control, donde los tres procesos de producción de carrocerías se encuentran fuera de control de calidad.

3.7. Manual de procesos estadísticos en el software Excel

Se elaboró un manual estadístico en la plataforma de Excel, manejable y disponible para carrocerías Yaulema Jr. que ayudó a verificar el control de calidad de cada proceso en producción

con ayuda de herramientas de calidad como diagramas de pareto y gráficos de control c y u, el cual indicó si el proceso se encuentra dentro o fuera de control de calidad.

El manual consta de los siguientes recursos:

- **Menú de entrada**



Ilustración 16-3: Menú del manual de defectos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

El menú de entrada del manual permitió el acceso a las herramientas de calidad presentadas, según los defectos que contenga el proceso, se realizó un análisis de manera automatizada de acuerdo con la selección del usuario.

Ingreso o cambio de nuevos datos

Para realizar el cambio o ingreso de nuevos datos en la plantilla automatizada en necesario introducir una contraseña, así se protegió la información de la empresa.

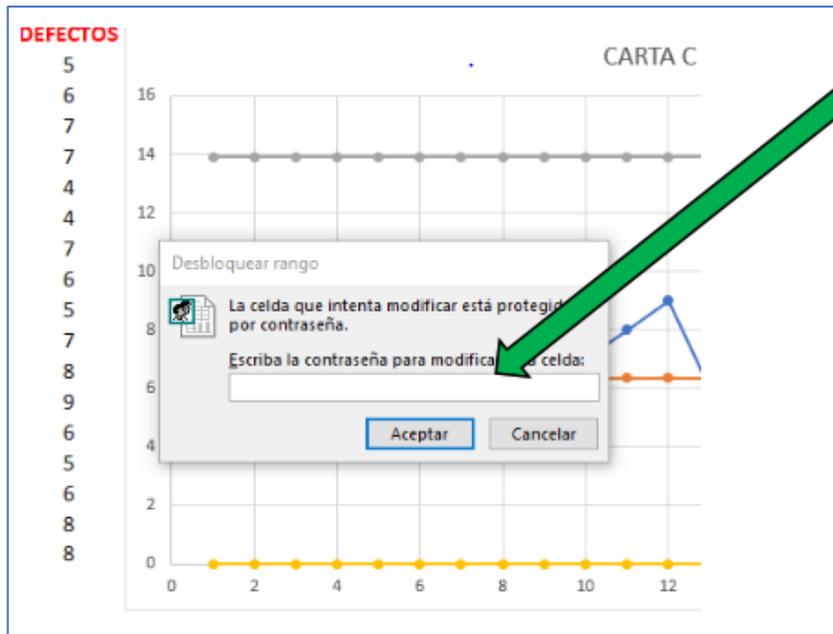


Ilustración 17-3: Ingreso de nuevos datos

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

- **Gráfico de control**

Al seleccionar cualquier gráfico de control en el menú, se ingresó los datos de los defectos y se obtuvo un gráfico de acuerdo con el proceso requerido que indicó los límites superiores e inferiores de control.

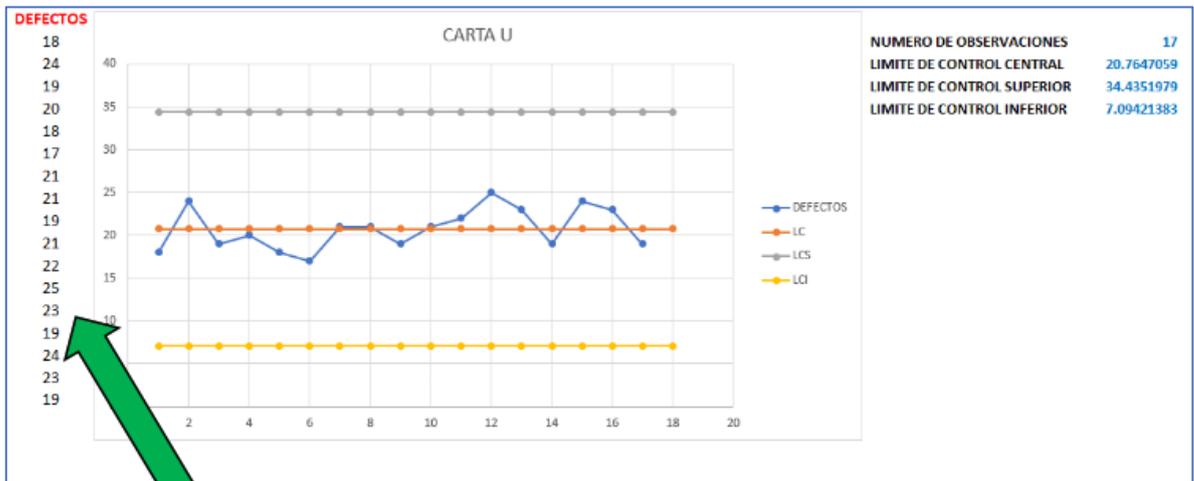


Ilustración 18-3: Gráfico de control generado

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

- **Diagrama de pareto**

Por consecuencia se realizó un diagrama de pareto general y se desglosó un diagrama de pareto individual para identificar las fallas en las actividades a lo largo del proceso.

Al seleccionar el menú del diagrama de pareto general, se ingresó los defectos de los tres proceso de producción y de forma automatizada graficó el comportamiento de los defectos encontrados durante cada proceso.

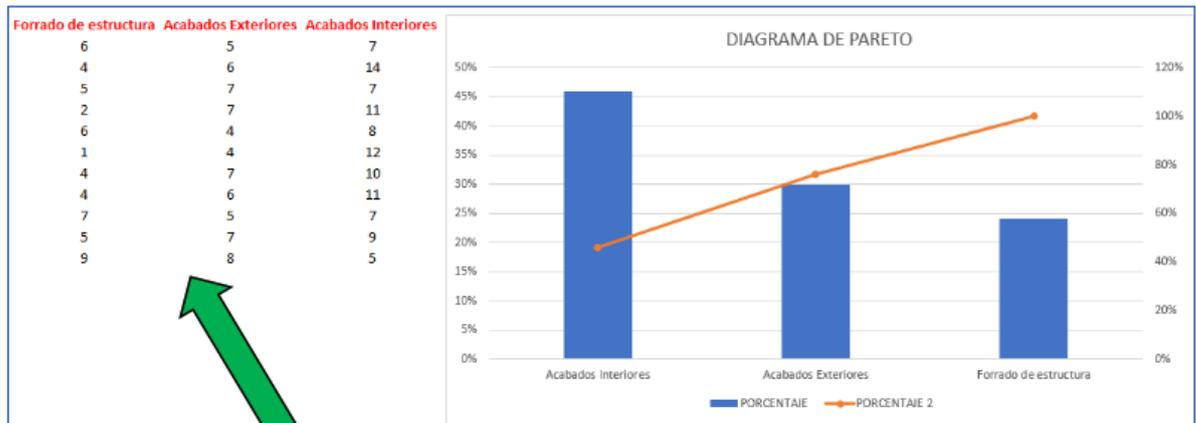


Ilustración 19-3: Diagrama de pareto

Realizado por: Gunsha Jenny, 2021.

CONCLUSIONES

Después de realizar un estudio estadísticos y analizar los datos de los defectos encontrados podemos concluir:

- La información fue tomada en carrocerías Yaulema Jr. de un total 17 unidades, en un lapso de 8 meses en la planta de producción, determinando 353 defectos. Para lo cual realizó un control de cada proceso de producción y se observó que existen mayor cantidad de defectos en los procesos de acabados externos e internos, debido a que no se tomó importancia en detalles estéticos del producto terminado y afectó la calidad del producto y la expectativa del cliente, esto se ocasionó debido a que la empresa no lleva un control detallado de cada defecto encontrado al realizar cada actividad del proceso en el que se encuentran con una falta de indicadores de calidad.
- A través de un análisis estadístico de forma individual de los procesos de producción con respecto al forrado de la estructura, acabados internos y acabados externos, se realizó a una prueba de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk para muestras menores a 50 datos y se comprobó que siguen una distribución normal univariante, y se obtuvo 8 defectos como el mayor promedio en el proceso de acabados internos. Mientras que en el proceso de fabricación de forrado de la estructura y acabados externos se encontró un coeficiente de curtosis que muestra una distribución leptocúrtica y platicúrtica donde existe una gran concentración de los datos en torno a la media, esto nos ayudó a tener un mejor enfoque de las variables en estudio.
- Se realizó un análisis de correlación conjunta considerando las tres variables de los defectos obtenidos mediante la prueba de Bartlett, y se obtuvo que los procesos de producción con respecto al forrado de la estructura, acabados internos y acabados externos están correlacionadas linealmente con esto determinamos que existe una relación significativa entre los tres procesos.
- Los defectos de los procesos de producción con respecto al forrado de la estructura, acabados internos y externos, se aplicó una prueba de normalidad multivariante y se determinó que los tres procesos siguen una distribución normal trivariante, y son aptos para realizar próximos análisis estadísticos que ayudaran a mejorar la calidad del producto final.
- Se comprobó normalidad multivariante y correlación conjunta entre las variables de los defectos de los tres procesos de producción con respecto al forrado de la estructura, acabados externos y acabados internos, se realizó un análisis de cartas de control multivariantes T^2 de Hotelling y mostró que los defectos encontrados en el proceso de producción de las 17 unidades,

con un límite superior de 6.63 y un límite inferior de 0, indicó que no se encuentra bajo un proceso estable de calidad ya que la unidad 2 se encuentra fuera del límite superior en la gráfica de control.

- Se realizó un manual de procesos estadísticos en una plataforma básica y manejable de Excel, con la finalidad de llevar un control de calidad de los defectos de las actividades realizadas en cada proceso de producción mediante gráficos de control de calidad y diagramas de pareto, permitiendo identificar procesos estables o inestables durante la producción, y así reducir tiempo y recursos, mejorando la estabilidad económica de carrocerías Yaulema Jr.

RECOMENDACIONES

Después de haber cumplido con los objetivos propuestos me permito realizar las siguientes recomendaciones.

- Para obtener mejores resultados se debe realizar un control diario y detallado de cada unidad en proceso de producción para que no exista pérdida de información y poder evaluar con mayor exactitud si cada proceso cumple con las especificaciones de calidad necesarias.
- Para lograr resultados tangibles y positivos al aplicar la siguiente investigación se requiere el apoyo y la participación mancomunada de todos los miembros que forman parte de carrocerías Yaulema Jr. incrementando conocimientos y reduciendo los niveles de defectos en cada proceso.
- Inferir a la relación trivariante de los procesos de producción a través del test de Bartlett permitirá mantener una relación conjunta significativa entre estas variables.
- Es necesario realizar pruebas de normalidad al terminar cada proceso, esto ayudará a la empresa conocer la efectividad de aplicar los análisis posteriores y confiar en los resultados obtenidos con la aplicación del proyecto.
- Aplicar las cartas T2 de Hotelling que permitirá probar normalidad y correlación conjunta en los procesos de producción.
- Para identificar con mayor efectividad las fallas existentes en cada proceso de la unidad es necesario guiarse en las especificaciones propuestas por el INEN y adaptarse constantemente a los cambios propuestos por dichas normas.
- Aplicar el manual de procesos estadísticos para identificar y reducir defectos encontrados en la Empresa Yaulema Jr.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según el objetivo general, realizar un control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. con respecto al forrado y acabados de la estructura para mejorar la calidad del producto final, los resultados obtenidos en el análisis descriptivo en el proceso de forrado de estructura el 50% de unidades presentaron 6 defectos en promedio, en los acabados externos el 50 % de unidades presento 6 defectos, en el proceso de acabados internos el 50% presentó 8 defectos, mediante la utilización de las cartas de control se observó que el proceso de producción del forrado de la estructura se encuentra bajo control y es un proceso estable, en los acabados externos de igual manera y en los acabados internos lo mismo, es decir se encuentra bajo control, sin embargo en la carta de control multivariante se aprecia lo contrario que los procesos están fuera de control, datos que al ser comparados con lo encontrado por (Pilco Nuñez, 2016) en su tesis titulada: “Control estadístico de calidad de los procesos productivos mediante la metodología six sigma en la empresa carrocera Patricio Cepeda.”, quien concluyo que se evidencia la existencia de defectos o fallas los cuales generan actividades de reproceso que ocasionan pérdida de tiempo de trabajo y la utilización innecesaria de recursos, los procesos de colocación de anclajes, elaboración y colocación de compuertas, construcción del techo de la carrocería y arreglos de la cabina del chofer son los que más defectos presentan, algunas de estas fallas que no se solucionan adecuadamente y se hacen presentes cuando el producto está terminado mostrando así un nivel deficiente en la calidad del producto, con estos resultados se afirma que el control estadístico de calidad de los procesos de producción en carrocerías Yaulema Jr. contribuye de manera favorable con la identificación de los procesos que están fuera de control y al ser estos solucionados garantizan la calidad de las carrocerías.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, F., 2019. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Métodos Estadísticos Aplicados a las Auditorías Sociolaborales. , pp. 6.

BESTERFIELD, D., 2009. *Control de Calidad*. Octava edi. México: s.n.

CONGACHA, J., 2016. *ESTADÍSTICA APLICADA A LA EDUCACIÓN*. Tomo 1. Riobamb-Ecuador: s.n. ISBN 9783848464340.

DÍAZ, J., 2014. *Control estadístico de calidad del proceso de envasado tipo conserva para la conserva de espárrago blanco con respecto al Brix, Ph y diámetro en la empresa DANPER TRUJILLO S.A.C. periodo Enero – marzo 2014*. S.l.: s.n.

EVANS, J. y LINDSAY, W., 2008. *Admnistacion y control de la calidad*. septima ed. México: s.n.

FARIÑA, B. y GONZÁLEZ, Y., 2015. *Gestion Estratégica De La Calidad* . . S.l.: s.n., pp. 291-292-293-294-295-296-297-298-299.

FLURY, M. y BARBIERO, C., 2001. *Aplicación de Técnicas de control multivariado en procesos Industriales*. , pp. 166-175.

GUTIÉRREZ, H. y SALAZAR, R., 2009. *Control Estadistico de la Calidad y Seis Sigma*. Segunda ed. México: s.n.

HERRERA, R., HERNÁNDEZ, K., FIGUEROA, E. y DE LA OSSA DE ÁVILA, J., 2018. *Aplicación del control estadístico multivariado para medir la capacidad del proceso de fabricación de resortes de compresión*. *Prospectiva*, vol. 16, no. 2, pp. 52. ISSN 16928261. DOI 10.15665/rp.v16i2.1495.

INEN, 2015. *Norma Técnica Ecuatoriana*. . S.l.:

LLINÁS, H., 2021. *Medidas estadísticas*. [en línea]. [Consulta: 3 enero 2022]. Disponible en: https://rpubs.com/hllinas/R_Medidas.

MOLINERO, L., 1981. *Control de calidad*. , vol. 4, pp. 1-24-28.

MONROY, S., 2008. *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA*. Primer Edi. Mexico: s.n. ISBN 9789703604159.

MONTGOMERY, D., 2010. *Control estadístico de la calidad*. tercera ed. Mexico: s.n.

MORETA, M., 2015. Revista Líderes. [en línea]. [Consulta: 16 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.revistalideres.ec/lideres/empresas-carroceras-buses-certificacion-agencia.html>.

MURRAY, S. y LARRY, S., 2009. *Estadística Schaum*. Cuarta. México: s.n. ISBN 9789701068878.

PEÑA, D., 2002. *Análisis de Datos Multivariantes* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Pena4/publication/40944325_Analisis_de_Datos_Multivariantes/links/549154880cf214269f27ffae/Analisis-de-Datos-Multivariantes.pdf?origin=publication_detail.

PILCO, M., 2016. *Control estadístico de calidad de los procesos productivos mediante la metodología six sigma en la empresa carrocera patricio cepeda*. s.l.: s.n.

PORRAS, J., 2016. Comparación De Pruebas de Normalidad Multivariada. *Anales Científicos*, vol. 77, no. 2, pp. 144. ISSN 0255-0407. DOI 10.21704/ac.v77i2.483.

RENDÓN, H., 2013. *Control estadístico de calidad*. Colombia: s.n.

RUIZ, O., 2013. Gráficos de Control de Calidad Multivariantes con Dimensión Variable. , pp. 19.

TUSELL, F., 2012. *Análisis Multivariante*. S.l.: s.n.

VALDIVIEZO, G., 2018. *plan de negocios para impulsar la gestión en la empresa carrocerías metálicas mayorga, de la ciudad de riobamba, provincia de chimborazo, periodo 2017*. s.l.: s.n.



ANEXOS

ANEXO A: AVAL DE LA EMPRESA



Riobamba, 22 se abril del 2021

Doctor
Luis Vera Rojas
DIRECTOR DE LA CARRERA DE ESTADÍSTICA
Presente

De mi consideración

Reciba un afectuoso saludo. En respuesta al oficio S/N de fecha 02/04/2021, suscrito por la Srta. Jenny Thalía Gunsha Morocho con CI. 175351272-0, Estudiante de la carrera de estadística de la Escuela Superior politécnica de Chimborazo quien solicito realizar su proyecto de tesis con el tema: **“CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN CARROCERIAS YAULEMA JR. CON RESPECTO AI FORRADO Y ACABADOS DE LA ESTRUCTURA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”.**

De esta manera se otorga la AUTORIZACIÓN para que la estudiante pueda manejar y recolectar datos de las carrocerías en proceso de fabricación que sean necesarias para el desarrollo de su tesis de la empresa Yaulema Jr. Con fines académicos.

Atentamente;

.....
SANDRA ESPINEL

060391016-7

TALENTO HUMANO

COORDINADORA DEL CONVENIO ESPOCH-CARROCERIAS YAULEMA JR.

CARROCERIAS
"YAULEMA JR."
RIOBAMBA

ANEXO B: TOTAL DE DEFECTOS

Unidades	Forrado de estructura	Acabados exteriores	Acabados interiores	Total defectos por unidad
1	6	5	7	18
2	4	6	14	24
3	5	7	7	19
4	2	7	11	20
5	6	4	8	18
6	1	4	12	17
7	4	7	10	21
8	4	6	11	21
9	7	5	7	19
10	5	7	9	21
11	9	8	5	22
12	8	9	8	25
13	8	6	9	23
14	9	5	5	19
15	13	6	5	24
16	8	8	7	23
17	4	8	7	19

ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DE FALLAS DEL PROCESO DE FORRADO DE LA ESTRUCTURA



HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

Procesos de fabricación		Forrado de estructura												
Partes de la carceria		Forrado de lateral derecho	Forrado de lateral izquierdo	Montaje de Techo	Montaje de Frente		Montaje de fibra de Respaldo	Forrado de Bodegas			Armado y montaje de puerta de chofer, pasajeros y bodega		Entablado de pisos	Pintado de Bus
DATOS	DEFECTOS	cortes para seguros mal	cortes para seguros mal		Fibra mal cortada	fibra mal sellada	Fibra de soporte del vidrio mal	Fibra de protección y acoplamiento de aldabas	Forro interno de la bodega	Bisagras mal alineadas	empatado	Mal alineada o sellada		falta de pintura (despostilla)
	# DE CARROCERIA													
EXPRES SIGSIG	1					2				2				2
Huaca J. Andrade	2	1										2		1
Zaracay	3		2		1									2
Sin Dueño	4		1			1								
Patria	5	1	2				1	1	1					
Vencedores	6											1		
vencedores	7					1		2						1
22 de julio	8				2					2				
Santo Domingo 1	9	2	1											4
Santo Domingo 2	10	3	1											1
Santo Domingo 3	11	3	2							2				2
VENCEDORES	12	4	3											1
Patria	13	3	4									1		
Riobamba	14	3	2						2					2
Santa Marta	15	3	4									1		5
Aloag	16	4	2		1							1		
Flota Bolivar	17		2								1			1

ANEXO D: IDENTIFICACIÓN DE FALLAS DEL PROCESO DE ACABADOS EXTERNOS



Yaulema Jr.
MAXIMA INNOVACION EN CARROCERIAS

HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

Procesos de fabricación		Acabados Externos							
Partes de la carriceria		Frente			Respaldo	Lateral derecho		Lateral Izquierdo	
DATOS	DEFECTOS	Faro mal alineado LD	Fibra mal sellada	Faro mal alineado LI	borde de la tapa de motor mal	Puerta de Bodega 3 Mal alineada	Sin Sellar luces guias	sin cellar luces gias	Puerta de Bodega 3 Mal alineada
	# DE CARROCERIA								
EXPRES SIGSIG	1					1	1	2	1
Huaca J. Andrade	2			1			2	3	
Zaracay	3	1					3	3	
Sin Dueño	4		1				3	3	
Patria	5						2	2	
Vencedores	6						2	2	
vencedores	7						3	4	
22 de julio	8						3	3	
Santo Domingo 1	9						3	2	
Santo Domingo 2	10						3	4	
Santo Domingo 3	11	1			1		3	3	
VENCEDORES	12			1			4	4	
Patria	13						3	3	
Riobamba	14						3	2	
Santa Marta	15						3	3	
Aloag	16					2	3	3	
Flota Bolivar	17	1					3	4	

ANEXO E: IDENTIFICACIÓN DE FALLAS DEL PROCESO DE ACABADOS INTERNOS



HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

Procesos de fabricación		Acabados Interiores																			
Partes de la carrocera		Frente	Respaldo		lateral derecho	lateral izquierdo	Techo	Piso	Canastilla					Bodegas		Cabina			Pisos y Estribos	Tableros	
DATOS	DEFECTOS		Fibra mal sellada	Puerta del Baño no sabre con facilidad			perfiles mal alineados	esquina mal pegada	Mal ajustada y pgada Union Canastilla LD	tapa del individual mal sellada LD	Mal ajustada y pegada Union Canastilla LI	Tapas de Individuales Mal sellado U	Identificación Numerica	seguros y chapas mal centradas	Empaques mal colocados	corte de puerta de cabina sin sellar	fibra sin sellar	tapas y luces mal celladas	Estribo delantero mal pegado		
	# DE CARROCERIA																				
EXPRES SIGSIG	1							1	2	2		2									
Huaca J. Andrade	2						2			3	1	2	3			2				1	
Zaracay	3									3	2	1								1	
Sin Dueño	4									2	1	2	1		2	2				1	
Patria	5			1					1	2		2					1	1			
Vencedores	6			1					1	4		3					3				
vencedores	7		1						1	2		2			2		1	1			
22 de julio	8									3	1	3	1			2				1	
Santo Domingo 1	9											3		3					1		
Santo Domingo 2	10							2				4	1				2				
Santo Domingo 3	11									3	2										
VENCEDORES	12									3		3							2		
Patria	13						2			4		3									
Riobamba	14								2	2											1
Santa Marta	15									3	2										
Aloag	16									2	2	3									
Flota Bolivar	17								2	2		1			2						

ANEXO F: CÓDIGO EN R STUDIO

```
####VISTA DE DATOS####  
library(readxl)  
dt <- read_excel ("datos defectos (2).xlsx",  
                  sheet = "DATA")  
View(dt)  
##### Análisis descriptivo #####  
##install.packages("e1071")  
library(e1071)  
#####PROCESO DE FORRADO  
summary(dt$`Forrado de estructura`)  
##### asimetria  
skewness(dt$`Forrado de estructura`)  
##### curtosis  
kurtosis(dt$`Forrado de estructura`, type =1)  
# El número mínimo defectos en el forrado de la estructura es 1, y un máximo de 13  
# El promedio de defectos es de 6  
boxplot(dt$`Forrado de estructura`, main="Forrado de estructura", col = 2)  
hist(dt$`Forrado de estructura`)  
##### Acabados exteriores  
summary(dt$`Acabados Exteriores`)  
##### asimetria  
skewness(dt$`Acabados Exteriores`)  
##### curtosis  
kurtosis(dt$`Acabados Exteriores`, type =1)  
# El número mínimo de defectos en acabados exteriores es de 4 y un máximo de 9  
# El número promedio de defectos en este proceso es de 6.35  
boxplot(dt$`Acabados Exteriores`, main="Acabado de exteriores", col = 4)  
##### Acabados interiores  
summary(dt$`Acabados Interiores`)  
##### asimetría  
skewness(dt$`Acabados Interiores`)
```

```

##### curtosis
kurtosis(dt$`Acabados Interiores`, type =1)
# El número mínimo de defectos en acabados interiores es de 5 y un máximo de 14
# EL promedio de defectos en este proceso es de 8.353
boxplot(dt$`Acabados Interiores`, main="Acabado de Interiores", col = 5)
##### Total de defectos
summary(dt$`total defectos por unidad`)
##### asimetría
skewness(dt$`total defectos por unidad`)
##### curtosis
kurtosis(dt$`total defectos por unidad`, type =1)
# El mínimo de defectos totales de los procesos es de 17 y un máximo de 25
# EL promedio de defectos totales es de 20.76
boxplot(dt$`total defectos por unidad`, main="Total de defectos", col = 6)
##### Pruebas de normalidad Univariante #####
##### Forrado de estructura
## Ho: El proceso de forrado de estructura sigue distribución normal
## H1: El proceso de forrado de estructura no sigue distribución normal
## Nivel de significancia
## alfa=0.05
## Estadístico de prueba
## Shapiro
shapiro.test(dt$`Forrado de estructura`)
hist(dt$`Forrado de estructura`, freq = F, main = "", col = 2, ylim = c(0,0.14))
dz <- density(dt$`Forrado de estructura`)
lines(dz, col = "red", lwd = 4)
curve(dnorm(x, mean(dt$`Forrado de estructura`), sd(dt$`Forrado de estructura`)),
      col = "blue", lwd = 3, add = TRUE)

## Regla de decisión
## Si p es mayor que alfa Ho no se rechaza
# P=0.64

```

```

# Alfa= 0.05
# Ho no se rechaza
## Toma de la decisión
## Existe suficiente evidencia para no rechazar la hipótesis nula, es decir
## los defectos del forrado de estructura siguen distribución normal con un
## nivel de confianza del 95%.

##### Acabados Exteriores
## Ho: El proceso de Acabados exteriores sigue distribución normal
## H1: El proceso de Acabados exteriores no sigue distribución normal
## Nivel de significancia
## alfa=0.05
## Estadístico de prueba
## Shapiro
shapiro.test(dt$`Acabados Exteriores`)
hist(dt$`Acabados Exteriores`, freq = F, main = "", col = 4, ylim = c(0,0.35))
dz <- density(dt$`Acabados Exteriores`)
lines(dz, col = "red", lwd = 4)
curve(dnorm(x, mean(dt$`Acabados Exteriores`), sd(dt$`Acabados Exteriores`)),
      col = "red", lwd = 3, add = TRUE)

## Regla de decisión
## Si p es mayor que alfa Ho no se rechaza
# P=0.46
# Alfa= 0.05
# Ho no se rechaza
## Toma de la decisión
## Existe suficiente evidencia para no rechazar la hipótesis nula, es decir
## los defectos de los acabados exteriores siguen distribución normal con un nivel de confianza
del 95%.

##### Acabados Interiores
## Ho: El proceso de Acabados interiores sigue distribución normal
## H1: El proceso de Acabados interiores no sigue distribución normal

```

```

## Nivel de significancia
## alfa=0.05
## Estadístico de prueba
## Shapiro
shapiro.test(dt$`Acabados Interiores`)
hist(dt$`Acabados Interiores`, freq = F, main = "", col = 5)
dz <- density(dt$`Acabados Interiores`)
lines(dz, col = "red", lwd = 4)
curve(dnorm(x, mean(dt$`Acabados Interiores`), sd(dt$`Acabados Interiores`)),
      col = "blue", lwd = 3, add = TRUE)
## Regla de decisión
## Si p es mayor que alfa Ho no se rechaza
# P=0.24
# Alfa= 0.05
# Ho no se rechaza
## Toma de la decisión
## Existe suficiente evidencia para no rechazar la hipótesis nula, es decir los defectos de los
acabados interiores siguen distribución normal con un
## nivel de confianza del 95%.
##### Normalidad multivariante
library(mvnormttest)
grupo1=(cbind(dt$`Forrado de estructura`,dt$`Acabados Exteriores`,
              dt$`Acabados Interiores`))
grupo1=t(grupo1)
View(grupo1)
mshapiro.test(grupo1)
hist(grupo1)

##### CORRELACION CONJUNTA
## HO: Correlación conjunta es igual a 1
## H1: La correlación conjunta es diferente de 1
## La correlación población es diferente de la identidad
dt=dt[-1]

```

```

dt=dt[-4]
cortest.bartlett(cor(b),n=nrow(datos))
library(psych)
cortest.bartlett(cor(dt), n=17)
bartlett.test(dt)
###se rechaza H0 y se concluye que las variables están correlacionadas conjuntamente
#### al comprobar normalidad p-variante y correlación conjunta se puede realizar las cartas de
control multivariantes

##### CARTAS DE CONTROL INDIVIDUALES PARA DEFECTOS
#install.packages("qcc")
library(qcc)
## FORRADO DE ESTRUCTURA
x=dt$`Forrado de estructura`
tamaño<-rep(100,17)
q6<-qcc(x,sizes=tamaño,type="c")
## ACABADOS EXTERIORES
x=dt$`Acabados Exteriores`
tamaño<-rep(100,17)
q6<-qcc(x,sizes=tamaño,type="c")

## ACABADOS INTERIORES
x=dt$`Acabados Interiores`
tamaño<-rep(100,17)
q6<-qcc(x,sizes=tamaño,type="c")
#####
## Carta U
#####TOTAL DEFECTOS
x<-rep(5,17)
t<-dt$`total defectos por unidad`
q10<-qcc(t,sizes=x,type="u")
#####CARTA MULTIVARIANTE T2 DE HOTELING
carta.T2<-function(x,alpha){

```

```

n<-nrow(x)
p<-ncol(x)
LC<-(((n-1)^2)/n)*qbeta((1-alpha),(p/2),(n-p-1)/2)
medias.x<-apply(x,2,mean)
medias<-t(medias.x)
uno<-c(rep(1,nrow(x)))
matriz.uno<-matrix(t(uno))
matriz.medias<-matriz.uno%*%medias
datos.centrados<-x-matriz.medias
matriz.covarianza<-var(x)
inversa<-solve(matriz.covarianza)
aux<-datos.centrados%*%inversa%*%t(datos.centrados)
T2<-diag(aux)
tiempo<-1:length(T2)
plot(tiempo,T2,type='l',xlim=c(0,(length(T2)+1)),
      ylim=c(0,max(LC,max(T2))+2),xaxt='n')
axis(1,1:(length(T2)+1),cex.axis=0.8,las=2)
abline(h=LC,lty=3)
for(i in 1:length(T2)){
  temp<-ifelse((T2[i]>LC),4,19)
  points(tiempo[i],T2[i],pch=temp)}
text((max(tiempo)-1),LC,paste('LC=',LC),pos=3,font=2,cex=0.8)
mtext(paste('Carta T2',alpha=',alpha),side=3,font=2)
}
y=cbind(dt$`Forrado de estructura`,dt$`Acabados Exteriores`, dt$`Acabados Interiores`)
carta.T2(y,0.05)

```

ANEXO G: MANUAL DE DEFECTOS ESTADÍSTICOS



MANUAL DE DEFECTOS

Titulo

MANUAL PARA DEFECTOS

Objetivo

Guiar al usuario final el procedimiento para los defectos de las carrocerías.

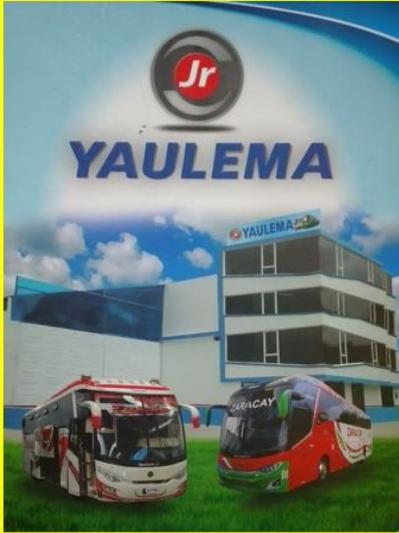
Terminología

Defecto: Producto o servicio que no cumple con las especificaciones para ser aceptable.

Menú

En el siguiente menú se encontrarán las siguientes opciones las cuales servirán para el análisis de los defectos de los procedimientos del forrado de estructura, acabados interiores, acabados exteriores, defectos totales.

MANUAL DE DEFECTOS



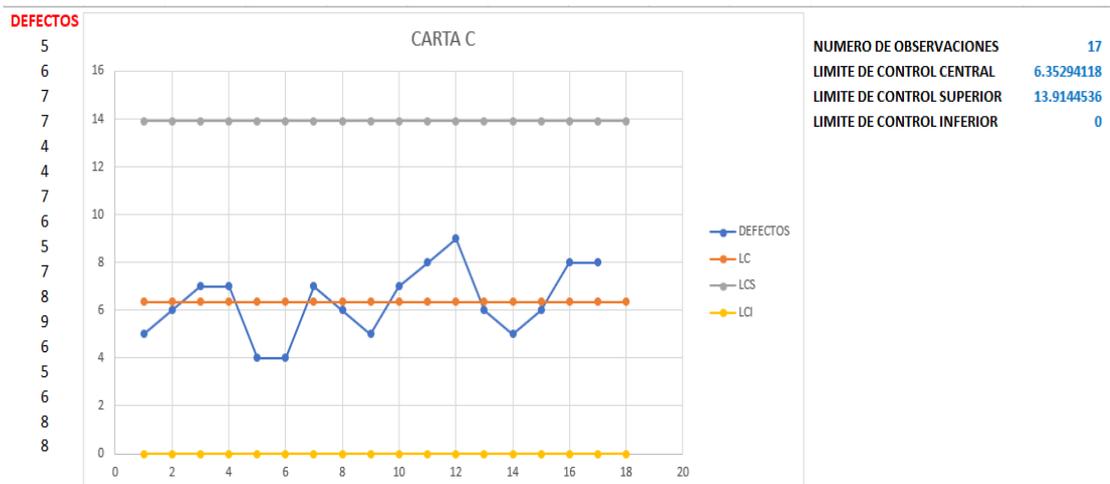
- CARTA C ✓
- CARTA U ✓
- PARETO GENERAL ✓
- PARETO FORRADO DE ESTRUCTURA ✓
- PARETO ACABADOS EXTERIORES ✓
- PARETO ACABADOS INTERIORES ✓

Carta C

Para la utilización de la carta c seleccionar en el menú dicho nombre y este automáticamente abrirá una nueva ventana.

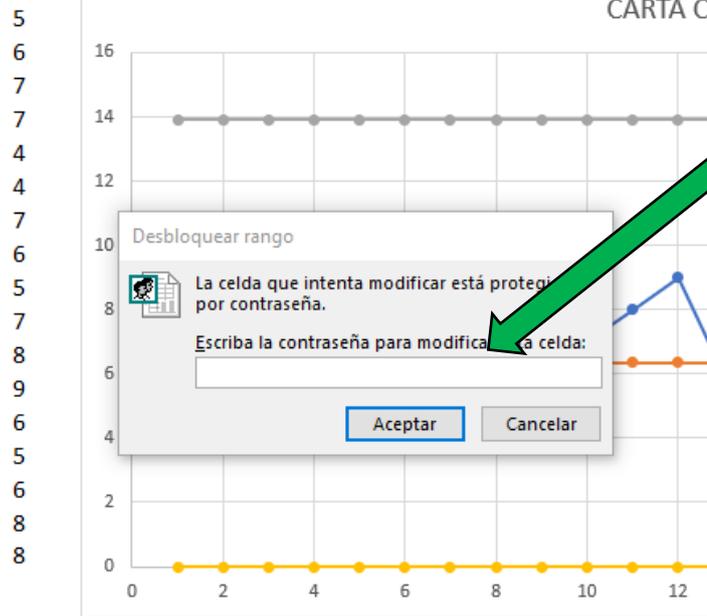


Ingresar en esta sección los defectos de cada unidad correspondiente a cualquier de los procesos mencionados (forrado de estructura, acabados interiores, acabados exteriores) y automáticamente mostrará la carta C en donde se evidenciará si los defectos están dentro de los límites de control.



Para el ingreso de los defectos la hoja pedirá una clave la cual será la siguiente: **YAULEMA 2016**

DEFECTOS

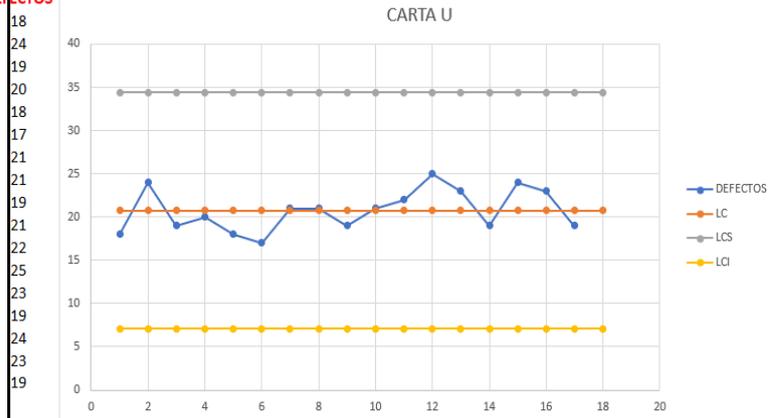


Carta U

Para la utilización de la carta U se debe seleccionar en el menú dicho nombre y este automáticamente abrirá una nueva ventana.



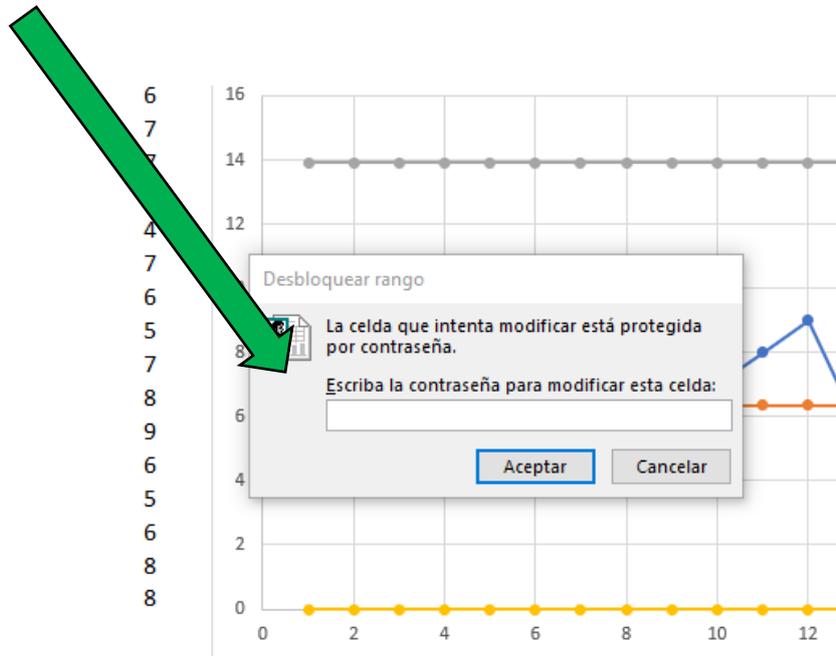
DEFECTOS



NUMERO DE OBSERVACIONES	17
LIMITE DE CONTROL CENTRAL	20.7647059
LIMITE DE CONTROL SUPERIOR	34.4351979
LIMITE DE CONTROL INFERIOR	7.09421383

Ingresar en esta sección los defectos totales de cada unidad correspondiente que corresponde a la suma de los defectos de cada proceso de las unidades (forrado de estructura, acabados interiores, acabados exteriores) y automáticamente mostrará la carta U en donde se evidenciará si todos defectos están dentro de los límites de control.

Para el ingreso total de los defectos, la hoja pedirá una clave de control.



Clave: **YAULEMA2016**

Diagramas de pareto

Para realizar el diagrama de Pareto general de los procesos de producción con respecto al forrado de la estructura, acabados internos y acabados externos seleccionar el menú y automáticamente se abrirá una nueva ventana.

MANUAL DE DEFECTOS



CARTA C ✓

CARTA U ✓

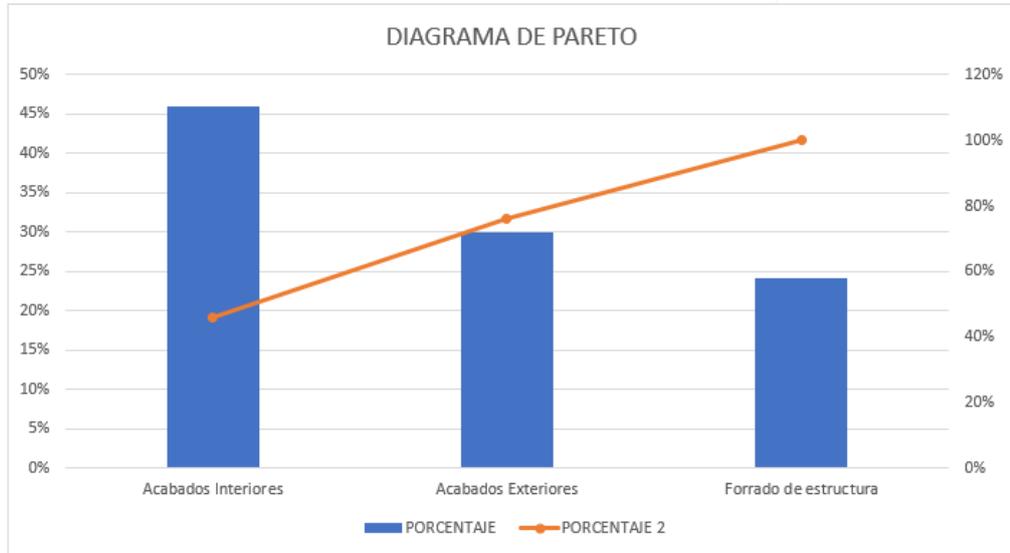
PARETO GENERAL ✓

PARETO FORRADO DE ESTRUCTURA ✓

PARETO ACABADOS EXTERIORES ✓

PARETO ACABADOS INTERIORES ✓

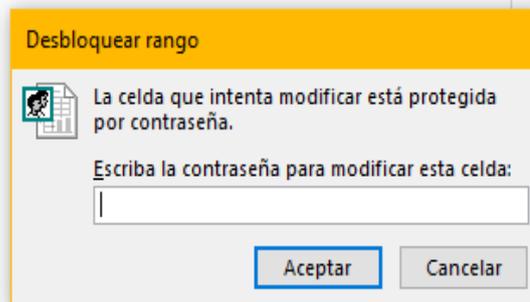
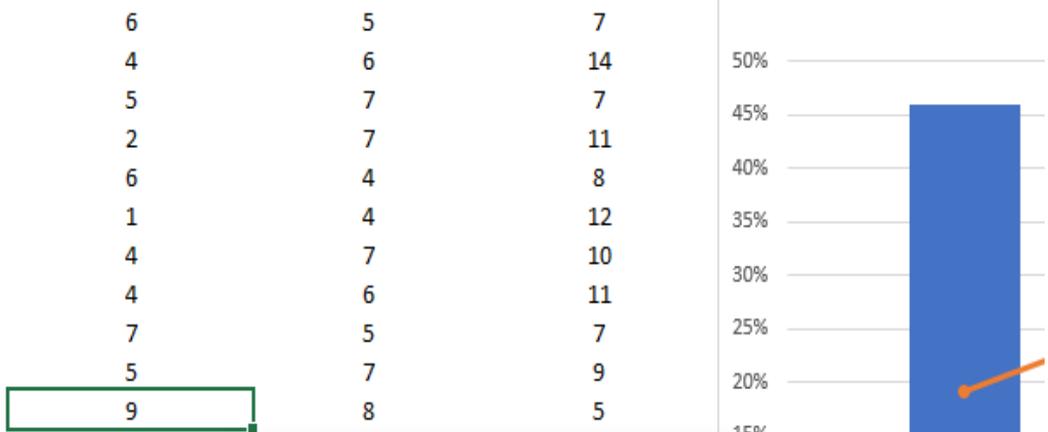
Forrado de estructura	Acabados Exteriores	Acabados Interiores
6	5	7
4	6	14
5	7	7
2	7	11
6	4	8
1	4	12
4	7	10
4	6	11
7	5	7
5	7	9
9	8	5



Ingresar en esta sección los defectos de cada unidad que corresponde a los defectos de cada proceso de las unidades (forrado de estructura, acabados interiores, acabados exteriores) y automáticamente mostrará el diagrama de pareto el cual sigue la ley 80 – 20 que indica que los problemas más importantes los cuales deben ser resueltos.

Igual que en las cartas para el ingreso de los datos es necesario ingresar la clave **YAULEMA2016**

Forrado de estructura Acabados Exteriores Acabados Interiores

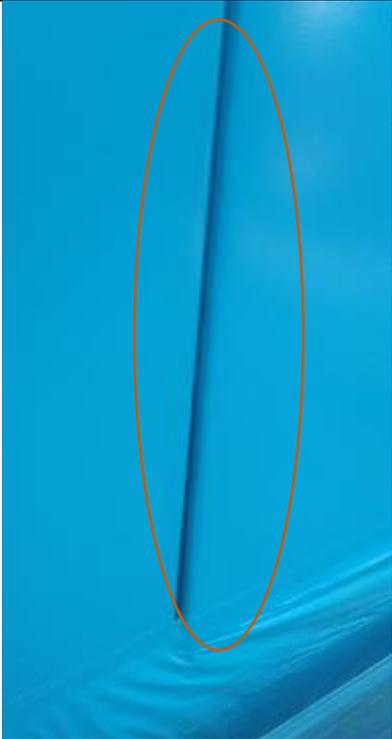


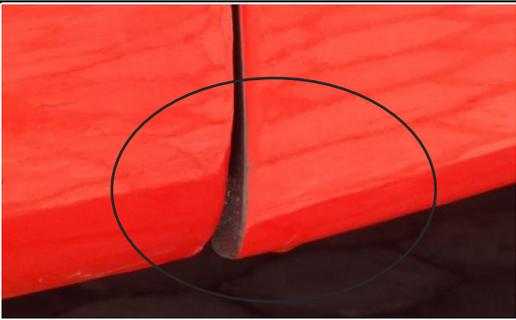
NOTA: Para obtener los diagramas de pareto detallado de cada proceso se realiza el mismo procedimiento.

ANEXO H: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

PARTE DE LA CARROCERÍA	FALLA	IMAGEN
FORRADO DE LA ESTRUCTURA	Forrado de lateral derecho	Cortes en fibras para seguros 
	Forrado de lateral izquierdo	Cortes en fibras para seguros 
	Montaje de frente	Fibra mal cortada y sellada 
	Montaje de fibra de respaldo	Fibra de soporte y molde del vidrio mal alineada 

	Fornado de bodegas	Fibra de protección y acoplamiento de aldamas	
		Forno de bodegas mal pegadas	
		Bisagras mal cortadas	
	Armado y mintaje de puerta de chofer, pasajeros y bodegas	Mal empatada	

		<p>Mal alineada o sellada</p>	
	<p>Pintado de Bus</p>	<p>Despostillado</p>	
<p>ACABADOS EXTERNOS</p>	<p>Frente</p>	<p>Faro mal alineado</p>	

		<p>Fibra mal sellada</p>	
	<p>Respaldo</p>	<p>Borde posterior de motor mal alineado</p>	
	<p>Lateral detecho e Izquierdo</p>	<p>Bodega mal alineada</p>	 
		<p>Luces guias sin sellar</p>	

ACABADOS INTERIORES	Respaldo	Fibra mal sellada	
		Puerta del baño no abre con facilidad	
	Techo	Perfiles mal alineados	

	Piso	Esquina mal pegada	
Canastillas laterales derecho e izquierdo		Unión de canastilla mal ajustada	
		Individuales mal sellados	
Bodegas		Empaques mal colocados	

		Tapas de luces mal selladas	
	Cabina	Fibra sin sellar	



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 31 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jenny Thalía Gunsha Morocho
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Estadística
Título a optar: Ingeniera en Estadística Informática
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0163-DBRA-UPT-2023