



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Six sigma para mejorar la productividad en el proceso fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria, Lima 2022

**TESIS PARA OBTENR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniera Industrial**

**AUTORA:**

Medina Bocanegra, Betsabe ([orcid.org/0000-0002-8452-8659](https://orcid.org/0000-0002-8452-8659))

**ASESOR:**

MSc. Ing. Gil Sandoval, Hector Antonio ([orcid.org/0000-0001-5288-8281](https://orcid.org/0000-0001-5288-8281))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Gestión de la Seguridad y Calidad

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico este informe de investigación principalmente a Dios, por guiarme y protegerme en esta etapa de mi vida profesional, a mi familia por ser el motor y motivo de cada esfuerzo para seguir adelante y cumplir mis objetivos personales y profesionales.

**MEDINA BOCANEGRA, Betsabé**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud y vida, a mis padres por enseñarme buenos valores y a mi esposo por apoyarme, comprenderme día a día en mis estudios universitarios, y por estar siempre orgulloso de mis logros.

Agradezco al profesor MSc. Ing. Héctor Antonio Gil Sandoval por su enseñanzas y motivación en este curso de desarrollo del proyecto de investigación.

Agradezco a todos los compañeros de labor que de alguna manera me apoyaron facilitando información para el desarrollo del proyecto de investigación, muchas gracias.

**MEDINA BOCANEGRA**, Betsabé

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| CARÁTULA .....  | i    |
| DEDICATORIA.....  | ii   |
| AGRADECIMIENTO.....                                       | iii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS .....                                | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                    | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                   | viii |
| RESUMEN.....  | xii  |
| ABSTRACT .....  | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                     | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                   | 3    |
| III. METODOLOGÍA .....                                    | 9    |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación: .....                 | 9    |
| 3.2 Variables y Operacionalización .....                  | 9    |
| 3.3 Población, muestra y muestreo: .....                  | 10   |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. .... | 13   |
| 3.5 Procedimientos .....                                  | 21   |
| 3.6 Método de análisis de datos.....                      | 146  |
| 3.7 Aspectos éticos.....                                  | 146  |
| IV. RESULTADOS .....                                      | 147  |
| V. DISCUSIÓN .....  | 161  |
| VI. CONCLUSIONES.....                                     | 164  |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                | 165  |
| REFERENCIAS.....  | 166  |
| ANEXOS.....   | 173  |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1.- Muestra piloto de la productividad en 10 días de data histórica .....                                   | 11 |
| Tabla 2.- Cálculo de la varianza muestral.....  | 12 |
| Tabla 3.- <i>Validez de contenido del instrumento por juicio de expertos</i> .....                                | 15 |
| Tabla 4.- <i>Prueba binomial juicio de expertos</i> .....   | 15 |
| Tabla 5.- <i>Prueba binomial Juez 1</i> .....   | 15 |
| Tabla 6.- <i>Prueba binomial Juez 2</i> .....   | 16 |
| Tabla 7.- <i>Prueba binomial Juez 3</i> .....   | 16 |
| Tabla 8.- Datos obtenidos con el instrumento prueba1 y prueba2.....   | 18 |
| Tabla 9.- <i>Pruebas de normalidad</i> .....  | 19 |
| Tabla 10.- <i>Prueba de signos de Wilcoxon</i> .....  | 19 |
| Tabla 11.- Venta histórica enero – septiembre 2021 .....  | 27 |
| Tabla 12.- Control de peso cápsulas del reconstituyente vitamínico .....  | 33 |
| Tabla 13.- Control de peso cápsulas en muestras de 5 por 20 días .....  | 35 |
| Tabla 14.- Valores fuera de control con formato condicional estadístico .....                                     | 36 |
| Tabla 15.- Control de peso cápsulas en muestras de 5 por 20 días para calcular capacidad de proceso Cp y Pp ..... | 38 |
| Tabla 16.- Prueba de bondad del ajuste post test .....  | 40 |
| Tabla 17.- Nivel sigma y defectos por millón de oportunidades .....   | 41 |
| Tabla 18.- Datos para calcular el sesgo.....  | 43 |
| Tabla 19.- Datos repetibilidad y reproducibilidad pre test con tres operarios.....                                | 44 |
| Tabla 20.- Evaluación del sistema de medición.....  | 48 |
| Tabla 21.- <i>Atributos para cartas de control</i> .....  | 48 |
| Tabla 22.- Análisis de paquetes defectuosos mes 1 .....   | 49 |
| Tabla 23.- Análisis de paquetes defectuosos mes 2 .....   | 51 |
| Tabla 24.- Carta del Proyecto LSS .....   | 54 |
| Tabla 25.- Número de ciclos para el tiempo estándar .....   | 61 |
| Tabla 26.- Sistema Westinghouse .....   | 61 |
| Tabla 27.- Suplementos .....  | 61 |
| Tabla 28.- Tiempo estándar pre test.....  | 62 |
| Tabla 29.- Evaluación 5S pre test.....  | 73 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 30. AMEF Análisis AMEF – Elaboración de reconstituyentes vitamínicos .....   | 75  |
| Tabla 31.- Evaluación 5S post test .....   | 80  |
| Tabla 32.- <i>Diagrama Gantt de las actividades a realizar</i> .....   | 83  |
| Tabla 33.- <i>Modelo de superficie de respuestas planteado</i> .....   | 104 |
| Tabla 34.- Análisis de varianza modelo superficie de respuesta.....  | 104 |
| Tabla 35.- <i>Resumen del modelo</i> .....   | 105 |
| Tabla 36.- Coeficientes codificados y ecuación de regresión.....   | 105 |
| Tabla 37.- <i>Demanda histórica últimos 3 años (en miles)</i> .....  | 107 |
| Tabla 38.- <i>Pronóstico de 12 meses usando el modelo con tendencia estacional ascendente (en miles)</i> .....             | 108 |
| Tabla 39.- <i>Avance del programa de trabajo</i> .....   | 109 |
| Tabla 40.- <i>MAPE</i> .....   | 110 |
| Tabla 41.- <i>Stock de seguridad</i> .....   | 113 |
| Tabla 42.- Plan de necesidades de producción.....  | 114 |
| Tabla 43.- Plan de necesidades de producción.....  | 115 |
| Tabla 44.- Datos Repetibilidad y reproducibilidad post test.....   | 117 |
| Tabla 45.- Evaluación del sistema de medición post test.....   | 119 |
| Tabla 46.- Control de peso cápsulas post test en muestras de 5 por 20 días para calcular capacidad de proceso Cp y Pp..... | 120 |
| Tabla 47.- Análisis de paquetes defectuosos mes 3 post test.....   | 127 |
| Tabla 48.- Tabla DPMO-Nivel de calidad.....  | 137 |
| Tabla 49.- Incremento mensual ventas proyectadas .....   | 138 |
| Tabla 50.- Flujo de caja de la investigación .....   | 139 |
| Tabla 51.- Productividad, eficiencia y eficacia pre test parte 1.....  | 141 |
| Tabla 52.- Productividad, eficiencia y eficacia pre test parte 2.....  | 142 |
| Tabla 53.- Productividad, eficiencia y eficacia post test parte 1 .....  | 143 |
| Tabla 54.- Productividad, eficiencia y eficacia post test parte 2 .....  | 144 |
| Tabla 55.- Resumen productividad, eficiencia y eficacia pre test y post test .....   | 144 |
| Tabla 56.- <i>Estadísticos descriptivos productividad pre test y post test</i> .....                                       | 147 |
| Tabla 57.- <i>Estadísticos descriptivos eficiencia pre test y post test</i> .....  | 150 |
| Tabla 58.- <i>Estadísticos descriptivos eficacia pre test y post test</i> .....  | 152 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 59.- <i>Pruebas de normalidad productividad</i> ..... | 154 |
| Tabla 60.- <i>Pruebas de normalidad eficiencia</i> .....    | 155 |
| Tabla 61.- <i>Pruebas de normalidad eficacia</i> .....      | 156 |
| Tabla 62.- <i>T de student productividad</i> .....          | 158 |
| Tabla 63.- <i>T de student eficiencia</i> .....             | 159 |
| Tabla 64.- <i>T de student eficiencia</i> .....             | 160 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura. 1 Fórmulas estadísticas para el cálculo de la muestra.....                                      | 11 |
| Figura. 2 Desviación estándar de muestras pequeñas ( $n < 30$ ).....                                    | 12 |
| Figura. 3 Representación de la confiabilidad y validez.....   | 17 |
| Figura. 4 Gráfica de los datos de las pruebas test y retest .....                                       | 21 |
| Figura. 5 Clientes .....  | 23 |
| Figura. 6 Productos ofrecidos .....   | 24 |
| Figura. 7 Organigrama de la empresa .....   | 25 |
| <i>Figura. 8</i> Layout de la planta.....   | 26 |
| Figura. 9 Curva de ventas acumuladas enero – septiembre 2021 .....                                      | 27 |
| Figura. 10 Ingresos semanales .....   | 29 |
| Figura. 11 Causas de insatisfacción en el consumidor final.....   | 30 |
| Figura. 12 Causas de insatisfacción en los clientes .....   | 30 |
| Figura. 13 Peso cápsula llena del reconstituyente vitamínico.....                                       | 34 |
| Figura. 14 Peso cápsula llena reconstituyente vitamínico en $1\sigma, 2\sigma, 3\sigma$ .....           | 34 |
| Figura. 15 Gráfica de control en muestras de 5 por 20 días con $1\sigma, 2\sigma$ y $3\sigma$ .....     | 36 |
| Figura. 16 Gráfica de control en muestras de 5 por 20 días con $1\sigma, 2\sigma$ y $3\sigma$ .....     | 37 |
| Figura. 17 Gráfica de control pre test, muestras de 5 por 20 días con $1\sigma, 2\sigma$ y $3\sigma$ .. | 39 |
| Figura. 18 Prueba de normalidad pre test del conjunto de datos .....                                    | 39 |
| Figura. 19 Capacidad de proceso con distribución no normal loglogística de 3<br>parámetros .....        | 41 |
| Figura. 20 Análisis Sixpack Pp.....   | 42 |
| Figura. 21 Definición gráfica de sesgo.....   | 42 |
| Figura. 22 Gráfica de intervalos de sesgo .....   | 43 |
| Figura. 23 Gráfica de corridas del sistema de Medición por Cápsula .....                                | 46 |
| Figura. 24 Informe R&R del sistema de medición pre test .....   | 47 |
| Figura. 25 Gráfica P de defectuosos pre test .....  | 49 |
| Figura. 26 Gráfica P de defectuosos pre test .....  | 50 |
| Figura. 27 Gráfica de defectuosos mes2 con p promedio 0.01073 pre test.....                             | 51 |
| Figura. 28 Análisis de capacidad para productos defectuosos pre test .....                              | 52 |
| Figura. 29 Mapeo estratégico de procesos en la empresa.....   | 55 |



|   |     |
|---|-----|
| Figura. 30 Mapeo de proceso de producción .....   | 56  |
| Figura. 31 Cross-Funcional de la cadena de valor para la elaboración de reconstituyente vitamínico..... | 57  |
| Figura. 32 Cross-Funcional map: Elaboración de reconstituyente vitamínico.....                          | 58  |
| Figura. 33 DOP pre test .....   | 59  |
| Figura. 34 DAP pre test.....  | 60  |
| Figura. 35 SIPOC .....  | 68  |
| Figura. 36 VSM pre test para la elaboración de reconstituyente vitamínico .....                         | 69  |
| Figura. 37 Diagrama de procedimiento de producción .....  | 70  |
| Figura. 38 Área desordenada .....   | 71  |
| Figura. 39 Filosofía de las 5S .....  | 72  |
| Figura. 40 Resultado de auditoria 5S.....   | 74  |
| Figura. 41 Diagrama de Ishikawa para la elaboración de reconstituyente vitamínico                       | 76  |
| Figura. 42 Balanza electrónica.....   | 78  |
| Figura. 43 Selladora semi automática.....   | 78  |
| Figura. 44 Llenado de los frascos con cápsula del producto.....   | 79  |
| Figura. 45 Resultado de auditoria 5S.....   | 81  |
| Figura. 46 Capacitaciones a cargo de la supervisora.....  | 83  |
| Figura. 47 Cotización de la balanza ohaus .....   | 84  |
| Figura. 48 Solicitud de requerimiento de compras .....  | 85  |
| Figura. 49 Selladora y Balanza analítica.....   | 86  |
| Figura. 50 DOP post test.....   | 87  |
| Figura. 51 DAP post test .....  | 88  |
| Figura. 52 Estudio del trabajo post test.....   | 89  |
| Figura. 53 Etapas del proceso productivo.....   | 90  |
| Figura. 54 VSM post test para la elaboración de reconstituyente vitamínico .....                        | 95  |
| Figura. 55 Etapas del proceso productivo.....   | 96  |
| Figura. 56 Diagrama de flujo del personal en fabricación de granel .....                                | 97  |
| Figura. 57 Ingreso al laboratorio veterinario, planta producción.....                                   | 98  |
| Figura. 58 Layout primer piso post test.....  | 99  |
| Figura. 59 Layout segundo piso post test .....  | 100 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura. 60 Layout tracer piso post test.....   | 101 |
| Figura. 61 DOP Línea 1 y 3.....  | 102 |
| Figura. 62 DOP Línea 3 .....   | 103 |
| Figura. 63 Gráfica normal de efectos estandarizados .....  | 106 |
| Figura. 64 Diagrama de Pareto de efectos estandarizados .....  | 106 |
| Figura. 65 Respuesta óptima del modelo de superficie de respuesta.....   | 107 |
| Figura. 66 Demanda histórica (en miles de frascos) con tendencia estacional<br>ascendente .....  | 108 |
| Figura. 67 Pronóstico doce meses (en miles de frascos).....  | 109 |
| Figura. 68 Modelo EOQ para el insumo DL-Metionina oral - Racemetionina .....   | 112 |
| Figura. 69 Gráfica de corridas del sistema de medición por cápsula post test .....   | 118 |
| Figura. 70 Informe R&R del sistema de medición post test.....  | 119 |
| Figura. 71 Gráfica de control post test en muestras de 5 por 20 días con $1\sigma$ , $2\sigma$ y $3\sigma$<br>.....                    | 121 |
| Figura. 72 Prueba de normalidad post test del conjunto de datos .....  | 122 |
| Figura. 73 Prueba de bondad del ajuste de los procesos Cp y Pp .....   | 123 |
| Figura. 74 Capacidad de proceso post test con distribución no normal loglogística de<br>3 parámetros .....                             | 123 |
| Figura. 75 Nivel sigma o nivel Z post test con la capacidad de proceso con<br>distribución no normal loglogística de 3 parámetros..... | 124 |
| Figura. 76 Análisis Sixpack Pp post test .....   | 125 |
| Figura. 77 Análisis Sixpack Nivel sigma o Nivel Z post test .....  | 126 |
| Figura. 78 Gráfica P de defectuosos post test .....  | 128 |
| Figura. 79 Análisis de capacidad para productos defectuosos post test.....   | 129 |
| <i>Figura. 80</i> Curva de operación de medicamentos veterinarios .....  | 131 |
| <i>Figura. 81</i> Uso de la tabla militar estándar en el laboratorio .....   | 134 |
| <i>Figura. 82</i> Tabla nivel sigma – yield.....   | 137 |
| Figura. 83 Histograma productividad pre test .....   | 149 |
| Figura. 84 Histograma productividad post test .....  | 149 |
| Figura. 85 Histograma eficiencia pre test.....   | 151 |
| Figura. 86 Histograma eficiencia post test.....  | 151 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura. 87 Histograma eficacia pre test .....        | 153 |
| Figura. 88 Histograma eficacia post test.....        | 153 |
| Figura. 89 Histograma diferencia productividad ..... | 155 |
| Figura. 90 Histograma diferencia eficiencia .....    | 156 |
| Figura. 91 Histograma diferencia eficacia.....       | 157 |

## RESUMEN

La investigación desarrollada se propuso como objetivo analizar la metodología six sigma para mejorar la productividad del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria, Lima 2022.

El tipo de investigación fue aplicado, diseño pre experimental y alcance explicativo. La población de estudio fueron los datos del proceso de fabricación del reconstituyente vitamínico teniéndose como indicadores de la productividad: la eficiencia y eficacia los que se tomaron con una frecuencia diaria consolidándose semanalmente. La muestra fueron 78 datos por un periodo de 12 semanas tomados antes y después de la implementada la mejora propuesta.

Los resultados de la hipótesis general, se rechazó la hipótesis nula (H0) y se afirmó la hipótesis alterna (H1). Debido a la diferencia de las medias, se analiza la parte descriptiva de la media en la productividad, la media pre test fue 84.6883 %, en el post test fue 95.8458 % se observa una mejora de 11.1583 %. El VANE es S/. 54621.24, la TIRE 14% y el Beneficio-Costo es 2.0238 en un horizonte de planeación de 12 meses.

**Palabras clave:** Six sigma, proceso, productividad, eficiencia y eficacia.

## **ABSTRACT**

The research called "Six sigma to improve productivity in the manufacturing process of a vitamin restorative of a veterinary industry, Lima 2022", was proposed with the objective of analyzing the six sigma methodology in the causation of the improvement of the productivity of the process. manufacturing of a vitamin tonic for a veterinary industry, Lima 2022.

The type of research is applied, pre-experimental design, with an explanatory scope. The study population was the quantitative data of the manufacturing process of the vitamin restorative of a veterinary industry with indicators or KPIs of productivity, efficiency and effectiveness taken on a daily basis and consolidated weekly. 78 data were taken as a sample before and 78 data after, during a period of 12 weeks before and 12 weeks after the application of the six sigma methodology.

The results of the general hypothesis, due to the difference in the means, the descriptive part of the mean in productivity is analyzed, the pre-test mean was 84.6883 %, in the post test it was 95.8458%, an improvement of 11.1583% is observed. The VANE is S /. 54621.24, the EIRR is 14% and the Benefit-Cost is 2.0238 in a planning horizon of 12 months.

**Keywords:** Six sigma, process, productivity, efficiency and effectiveness.

## I. INTRODUCCIÓN

Como señalan (Hynes *et.al*, 2019 y Sithole, Gibson, Hoekstra, 2021), el Six Sigma elimina la variabilidad de un proceso buscando diseñar productos y procesos mediante herramientas estadísticas minimizando los defectos y las desviaciones. Motorola la implementó, por vez primera, en 1986 minimizando, mediante un enfoque estadístico, las variaciones obteniéndose productos sin defectos (Ikumapayi, Akinlabi, Mwema y Ogbonna, 2020) y para (Message *et.al*, 2018), el six sigma sugiere lograr como objetivo 3.4 defectos por millón y, como señala según (Erbiyik y Saru, 2015), pretende definir, analizar, corregir y mejorar las variables que afectan la calidad del proceso disminuyendo los defectos y fallas proponiendo mejora para los procesos.

La productividad, muestra la relación entre el inicio y el final de un proceso, así como los métodos para mejorarla comprendiendo procesos manejables y una fuerza laboral donde la experiencia es un diferenciador de los resultados (Gleeson *et al*, 2019). La baja productividad se asocia a un mayor consumo de los recursos por variaciones del proceso productivo incrementándose los costos, la reducción de utilidades y su capitalización afectando la posibilidad de renovación de maquinaria y equipos entre otros aspectos.

La organización se dedica a desarrollar, producir y comercializar productos veterinarios. Sus oficinas y laboratorios se ubican en el distrito de Ate en Lima. La productividad promedio era de 84.69% y la gerencia la categorizó como baja y, de no ser abordada, tendrían problemas de rentabilidad y capitalización en el mediano y largo plazo. Se propuso incrementarla al 95%. El diagrama de Ishikawa, la matriz de Vester y el diagrama de Pareto establecieron la priorización de las variables críticas asociadas a las causas que originaban el problema. Con diferentes herramientas de calidad y la evaluación de varias alternativas, se determinó que el Six sigma era la más adecuada para mejorar la productividad (anexos 1 al 11)

Respecto al problema general, este se definió como: ¿Cuál será el efecto de la aplicación del six sigma en la mejora de la productividad del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022?. Respecto a los problemas específicos, estos fueron los siguientes: ¿Cuál

será el efecto de aplicar el six sigma en la mejora de la eficiencia del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022?, y ¿Cuál será el efecto de aplicar el six sigma en la mejora de eficacia del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022?

Se justificó por conveniencia pues permitió mejorar la productividad por la reducción de los costos incrementando las utilidades, capitalizando los recursos productivos mejorando los costos de fabricación y calidad. Como justificación práctica, se minimizaron la variabilidad y las mermas al estandarizar y documentar los procesos mejorándose los ambientes de trabajo donde se fabrica el producto de la aplicación de las 5S. Acerca de la justificación metodológica, el six sigma es una herramienta de enseñanza cuando en la empresa se implementen otras mejoras o en la solución de problemas similares pues orienta a la organización en el uso de las bondades del six sigma para recolectar información y contrastar las hipótesis.

El objetivo general se definió como: Aplicar el six sigma para mejorar la productividad del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022

Los objetivos específicos fueron: Aplicar el six sigma para mejorar la eficiencia del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022 y Aplicar el six sigma para mejorar de la eficacia del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022

La hipótesis general se expresó como: La aplicación del six sigma mejora de la productividad del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022. Las hipótesis específicas fueron: La aplicación del six sigma mejora la eficiencia del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022 y, La aplicación del six sigma mejora la eficacia del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria, Lima 2022

## II. MARCO TEÓRICO

La investigación de Chancas (2018), en una planta de fabricación de pañales, mejoró con el six-sigma la productividad de la máquina de pañales. La población fue el reporte de producción mensual por 6 meses y al ser la muestra similar a la población no fue necesario muestreo. Los instrumentos fueron las fichas de recolección de datos, el registro de asistencias a capacitaciones y el formato del plan de implementación de mejoras. La implementación redujo los tiempos de ocio de la máquina que estaban entre 21 a 37 paradas diarias reduciéndolas a 7. La productividad mejoró en 8 % con ahorros en costos de S/ 2 141.00 soles por día.

La investigación de Huamán (2019), buscó mejorar la productividad en la línea de pañales mediante el Seis Sigma. La población y muestra fue la productividad semanal de la línea durante 12 semanas. Los instrumentos fueron: lista de asistencia a capacitación, cédula de recolección de datos y formatos del plan de implementación de mejoras. Se mejoró la productividad en 9.67 % donde la eficacia pre y post tenía una media de 96% y 98% incrementándose la eficacia en 2%.

La investigación de Vela (2017) en las líneas de producción y transformación de cristal curvado en la empresa AGP Perú S.A.C. demostró como el Six-Sigma mejoraba la productividad. La población y muestra fueron los datos de la productividad por 30 días pre y post implementación de la mejora. Los instrumentos fueron los formatos para recolectar los datos, el registro de asistencias a capacitación y los formatos del Plan de implementación de mejoras. Se incrementó la productividad del área de curvado siendo las medias de la productividad pre y post de 83.69 y 87.67. Se concluyó que el Six-Sigma mejoró la eficiencia en 3.98.

Costa, Lopes y Brito (2019) en su investigación en una empresa del sector metalmecánico aplicó el Six Sigma para mejorar el proceso de inserción de pines. La población y muestra fueron los códigos de los productos 300374 y 301368 de las semanas 22 y 24. Los instrumentos fueron, los diagramas 80 – 20, el de causa-efecto, el de flujo los gráficos de control entre otros. El análisis determinó que la causa raíz era producto de la interacción de tres factores originando una fuerza de inserción excesiva: Las características físicas del PCB, la zona de contacto de los



pinos y el desgaste de los componentes de la máquina. La mejora enfocada en estos factores incrementó los niveles de calidad del proceso haciéndolo más estable con menor variabilidad reduciendo las fuerzas de inserción a valores cercanos al nominal. Se concluyó demostrándose que los objetivos propuestos en relación a la eficacia se superaron en la etapa definir del proyecto al reducirse las unidades defectuosas de 3231 ppm a 312 ppm con el aumento del nivel sigma de 4.22 a 4.92, suponiendo ahorros de 122 mil euros.

La investigación de Garg, Raina y Sharma (2019) en el sector telefonía buscó minimizar los defectos de soldadura en un fabricante de teléfonos móviles. Con los datos de rendimiento se estimó la capacidad del proceso y el nivel sigma del sistema en tres turnos de trabajo durante 03 meses y no se hizo muestreo. Los instrumentos fueron: Diagrama de espina de pescado, histogramas, diagrama de curva cerrada, brainstorming, DOE (Diseño de experimentos), AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Falla), hojas de verificación, gráficos de control y Análisis de Sistemas de Medición (MSA). El DMAIC identificó y eliminó las causas de las fallas en el desarrollo de soldadura satisfaciendo a los clientes por mejoras en la calidad. Se concluyó señalando que las partes por millón defectuosas disminuyan de 3 800 a 200 con una reducción del 94.74 %.

Pranavi y Umasankar (2021) aplicaron el Six Sigma, en su investigación en el sector automotriz, en el panel exterior del capó para reducir el defecto en la pintura que se despegaba. La población y muestra fueron los defectos identificados entre el 19 de octubre al 20 de marzo. Los instrumentos fueron: Dibujo pulido de matrices, dureza del dado, radio del talón, golpe de almohadilla. El six sigma solucionó el problema de calidad ocasionado por el desprendimiento de pintura en los fabricantes de equipos originales. Se minimizó significativamente los paneles de la campana que llegaban para su re-trabajo al taller de carrocería. Después de implementarse la metodología DMAIC en los procedimientos de ensamblaje se disminuyó de 230 a 54 el número de defectuosos con una reducción del 85 %.

Pugna, Negrea y Miclea (2016) aplicaron el Six Sigma para mejorar el proceso de ensambles en una automotriz en Rumania. La población fue los ensambles efectuados. Se midieron 20 muestras de 5 productos semi acabados en un turno

de 8 horas. Los instrumentos fueron: Dibujo de ensamble, diagramas de Ishikawa y Pareto, histogramas, brainstorming, Análisis del Modo y Efecto de Falla (AMEF), hojas de verificación y gráficos de control. El sistema aplicado mostró progresos en la calidad incrementándose la capacidad del proceso de remachado a corto y largo plazo. El Índice de capacidad real del proceso (Cpk), se aumentó de 0.96 a 1.72, Los niveles six Sigma a corto y largo plazo se incrementaron desde 2.9 a 5.2 y de 1.4 a 3.7, los defectos por millón de oportunidades (DPMO), se redujeron de 81 000 a 108. La mejora del proceso redujo en 40 % los defectos y la elección del proveedor más adecuado permitió reducir los defectos en 30 %.

Srinivasan, Muthu, Prasad y Satheesh (2015) en su investigación en el sector automotriz en India buscó reducir fallas en la línea de producción de pintura para amortiguadores aplicando las etapas DMAIC del Six-Sigma siendo la población la producción de pintura de amortiguadores. El diseño experimental fue un diseño Taguchi de 3 factores y tres niveles requiriéndose 27 tratamientos para la muestra. Los instrumentos fueron: Project charter, el Pareto, el Ishikawa, diagrama de barras y diseño de experimentos Taguchi de  $3^3$ . Las causas de mayor impacto fueron la temperatura del fosfato, su pH y la temperatura de limpieza. Todos estos se obtuvieron con el diagrama de Ishikawa y una encuesta de escala de Likert. La etapa de mejora optimizó estas causas mediante el enfoque de diseño robusto de Taguchi. La matriz ortogonal tuvo tres factores y niveles. Los resultados se evaluaron con el análisis de varianza (ANOVA) y regresión multivariante identificando la condición de optimalidad en “peel off” y ampollas en el proceso de pretratamiento. Se realizó la corrida de confirmación en condiciones óptimas satisfaciendo los resultados de las corridas con un nivel sigma de 3.31 a 4.5.

Respecto al marco teórico, el Six Sigma utiliza herramientas estadísticas y no estadísticas reduciendo a 3.4 defectos por cada millón en cualquier proceso. Desarrollado por Mikel Harry a mediados de los 80, Motorola vio los beneficios de su implementación cuando ganó el premio Malcolm Baldrige (MBNQA) (Sindha y Suthar, 2017). Six Sigma mejora la productividad al reducir la variabilidad (Gleeson *et al*, 2019, p.2). La letra griega Sigma ( $\sigma$ ) representa a la desviación estándar y es la unidad de medida para la dispersión y propagación estadísticas (Erbiyik y Saru, 2015, p.2).

$$\sigma = \left| \bar{X} - \mu \right| / z$$

El Six Sigma ha sido impulsado por sus beneficios financieros. Su implementación implica el desarrollar proyectos que mejoran los procesos de negocio habiéndose investigado los mecanismos asociados a su éxito pues se establecen metas desafiantes al adherirse al método, el examinar la interrelación entre los objetivos del proyecto (Sistema Social), la adherencia al método (Sistema Técnico) y la creación de conocimiento. Los objetivos del proyecto y el método Six Sigma pueden compensarse entre sí siendo más beneficioso para proyectos que crean gran cantidad de conocimiento. De no ser así, se hace menos importante (Arumugam, 2016). Los anexos 12, 13 y 14 muestran los porcentajes de distribución de 6 Sigma y los recuentos de fallos por millón de productos en niveles de varios Sigma y los diferentes enfoques para las metodologías six-sigma.

El acrónimo DMAIC tiene como etapas Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Control. Mejora los procesos usando la mejora continua o ciclo de Deming sincronizando las diferentes áreas de la organización (Smętkowska y Mrugalska, 2018) donde cada paso tiene herramientas utilizadas según amerite (Guleria *et al*, 2021, p.2). El enfoque DMAIC filtra un problema complejo con muchas variables no controladas a una situación que controla la calidad. Según Smętkowska y Mrugalska (2018, p.4) sus etapas son:

Definición del objetivo y requisitos:

- (\*) definir los recursos y responsables requeridos,
- (\*) definir la estructura organizacional que favorece al logro de los objetivos,
- (\*) identificar los elementos estableciendo el estimado de término del proyecto,
- (\*) obtener apoyo de la dirección organizacional.

Instrumentos: Project charter, Process mapping, SIPOC, el árbol crítico para la calidad (CTQ).

Medición del proceso actual:

- (\*) identificar las métricas confiables y válidas,
- (\*) comprobar la existencia de suficientes datos para su medición,
- (\*) inspeccionar documentación de la efectividad y desempeño actual,
- (\*) realizar pruebas para cotejar.

Instrumentos: Evaluar el sistema de medición, el tiempo Takt, recopilar datos, la capacidad del proceso, repetitividad y reproducibilidad del indicador ANOVA.

Análisis de resultados obtenidos: Por las mediciones, identificando las causas de las anomalías del proceso y soluciones posibles para ellos:

- (\*) identificar las razones de causa base de los problemas,
- (\*) identificar las diferencias entre el rendimiento actual y el objetivo,
- (\*) estimar los recursos requeridos para lograr el objetivo,
- (\*) reconocer los posibles obstáculos.

Instrumentos: Identificar la causa raíz de las anomalías, diagrama de espina de pescado, 5 ¿porqués?, prueba y comprobación de hipótesis, diseño de experimentos (DOE).

Mejoras en el proceso: implementando cambios eliminando las imperfecciones

- (\*) preparar estructuralmente la división del trabajo,
- (\*) probar y desarrollar soluciones posibles,
- (\*) diseño del plan de implementación.

Instrumentos: Encontrar soluciones, implementación de cambios para mejoras en el rendimiento, el análisis de modos y efectos de fallas, balance de carga.

Control del proceso mejorado: monitoreo de los resultados obtenidos de forma continua:

- (\*) documentar el plan de seguimiento de la mejora y normalización de los procesos, (\*) confirmar la mejora de los procedimientos,
- (\*) diferir la propiedad de equipamientos relevantes después de finalizado el proyecto.

Instrumentos: Constituir un sistema para sostener las ganancias, documentación, controles estadísticos de procesos, comparar antes y después, aprendizajes clave.

La productividad: mide la eficiencia en la producción y es la obtenida por unidad de entrada (Nandakumar, Saleeshya y Harikumar, 2020, p.2). Proviene de dividir la producción respecto a los recursos utilizados (Ghio, 2016, p.22). La productividad total es la suma de diferentes recursos (materiales + equipos + mano de obra). Su unidad de medida es la unidad monetaria poco utilizada en su construcción que se aplica en la industria de manufacturas (Rodríguez y Valdez, 2016, p.54).

El Flujo de trabajo: es el movimiento de materiales e información en cada uno de los procesos de una unidad de producción (Ghio, 2016, p.22).

Eficiencia: es la capacidad de ejecutar correctamente las cosas y lograr los resultados (servicios y productos). Se minimiza el uso de los recursos (ingresos) lográndose minimizar los costos operativos (Rodríguez y Valdez, 2016, p.55).

Eficacia: se relaciona con alcanzar los objetivos planteados. Un gerente será eficaz cuando realice las cosas correctas. Para Peter Drucker la eficacia es clave en el éxito de la empresa; sin embargo, antes de buscar lograr eficiencias, debemos estar seguros de qué es lo que hay que hacer (Rodríguez y Valdez, 2016, p.55).

El diagrama SIPOC: se utiliza para identificar los problemas que causan los procesos productivos lentos de la empresa.

Los mapas de flujo de valor: son utilizados para identificar, documentar y mejorar el flujo de información o de material para satisfacer la demanda.

El VSM: mapea el método completo que muestra el material particular y el flujo de información de varios elementos en la fabricación de productos para Identificar las actividades “con o sin valor agregado” en los procesos productivos.

El análisis de varianza: se utiliza para determinar la diferencia entre dos o más medias poblacionales para identificar la variación en la ocurrencia de defectos en la fabricación.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación:**

##### **Tipo de investigación**

Aplicada, pues hizo uso de los conocimientos de tesis, informes, artículos científicos (papers), revistas que conciernen al tema (six-sigma y productividad).

Enfoque cuantitativo, pues se basó en las ciencias concretas como las matemáticas, la lógica, la física, etcétera (Valderrama, 2013)

Nivel fue explicativo, pues va más allá de describir fenómenos, conceptos o variables estableciéndose relaciones que dan respuesta a las causales de eventos y fenómenos. Para Hernández y Mendoza, explican el porqué de un fenómeno, cómo se manifiesta o la razón de su relación entre variables (2018, p. 111-112).

##### **Diseño de investigación**

Es la estrategia para obtener la información respondiendo a las interrogantes de la investigación (Valderrama, 2013, p. 59). El diseño pre experimental con pre y post-test tiene como fases: (1°) Realizar midiendo inicialmente la variable dependiente. (2°) Aplicar el tratamiento experimental X a la variable dependiente. (3°) Ejecutar el post test analizando nuevamente la variable dependiente (Valderrama, 2013, p 46). Dicho diseño fue la estrategia para contrastar las hipótesis pues la metodología six sigma como variable independiente se aplicó a un único grupo experimental, manipulándola y observando el comportamiento de la productividad a un único grupo experimental por mediciones antes y después de implementarla.

#### **3.2 Variables y Operacionalización**

##### **Variable independiente: Six sigma**

“Filosofía de empresa orientada a satisfacer al cliente. Es similar a la calidad al solucionar problemas. Genera procesos sin variación, disminuye el rediseño e incrementa la innovación en productos y procesos” (socconini,2016, p.23).

## **Variable dependiente: Productividad**

Moktadir, Ahmed, Tuj-Zohra y Sultana (2017) señalan que es la relación entre la producción y los recursos utilizados.

$$Productividad = \frac{Salida}{Entrada}$$

El anexo 15 muestra la matriz de operacionalización de variables

### **3.3 Población, muestra y muestreo:**

**Sujeto de análisis:** es sobre “qué” o “quiénes” se recolectarán los datos. Esto dependerá del planteamiento del problema, las hipótesis y el diseño de la investigación, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018, p.197). En nuestro caso fue el proceso de producción del reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria

**Objeto de estudio:** En las ciencias de enfoque cuantitativo, es el estudio de los procesos productivos en la empresa; en este caso, mejorar la productividad en la fabricación de un reconstituyente vitamínico en una industria veterinaria

**Unidad de análisis:** Para algunos autores hace referencia al elemento unitario de la población; en este caso un frasco de cápsulas del proceso de producción.

**Población:** Son los elementos con atributos comunes que puede ser observados (Valderrama 2013, p.182). La población estuvo formada por la producción del reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria

**Criterios de inclusión:** La producción del reconstituyente vitamínico obtenida durante tres meses calendario en la jornada laboral ordinaria.

**Criterios de exclusión:** No se consideró la producción en domingos y feriados.

**Muestra:** Subconjunto representativo de la población (Valderrama 2013, p.184). Estuvo formada por 78 datos tomados 90 días antes y después de implementarse el six sigma. Las fórmulas siguientes se utilizan para el cálculo de la muestra.

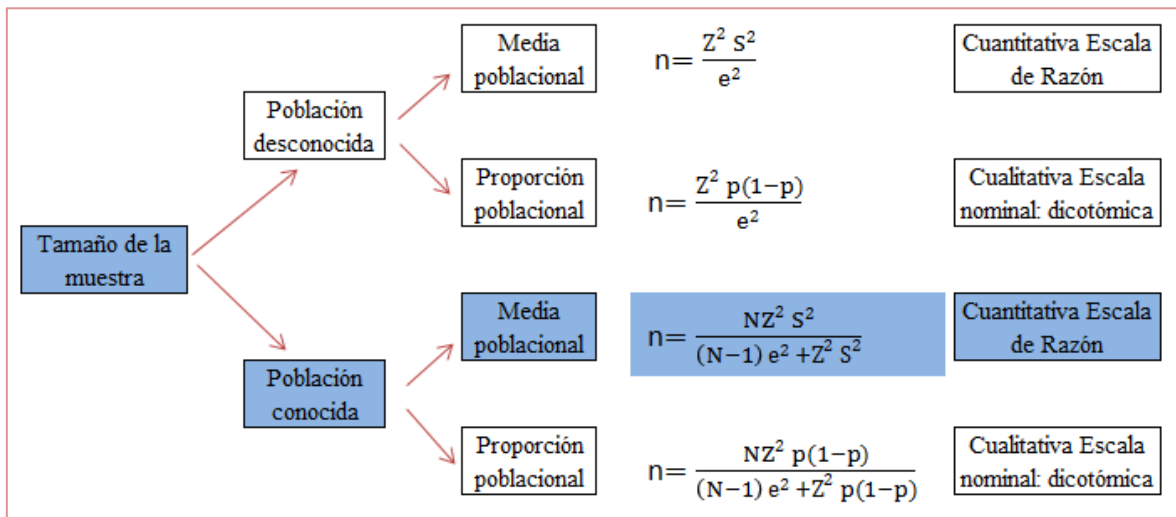


Figura. 1 Fórmulas estadísticas para el cálculo de la muestra

Fuente: Valderrama (2013, p.184)

Al ser la población conocida y ser estimada la media poblacional y teniendo la variable dependiente cuantitativa una de escala razón se utilizó la fórmula de la Figura 1. Para Valderrama (2013), previamente se debe estimar la varianza de la muestra ( $S^2$ ); se tomaron 10 datos de productividad (tabla 1)

Tabla 1.- Muestra piloto de la productividad en 10 días de data histórica

| Dato N°  | Productividad |
|----------|---------------|
| 1        | 78%           |
| 2        | 80%           |
| 3        | 82%           |
| 4        | 79%           |
| 5        | 83%           |
| 6        | 76%           |
| 7        | 76%           |
| 8        | 82%           |
| 9        | 83%           |
| 10       | 82%           |
| Promedio | 80%           |

Fuente: Propia



$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Figura. 2 Desviación estándar de muestras pequeñas (n<30)

Fuente: Triola (2018, p.101)

Con la fórmula de la Figura 2 se estimó la muestra:

N= 78 datos diarios de la productividad

Z = 1.96, nivel de confianza del 95%

e = 5%, complemento del nivel de confianza.

n =  $78 \times 1.96^2 \times 7.43$

$(78-1) (0.05)^2 + 1.96^2 \times 7.43$

n = 77.47 = 78 datos diarios.

Se confirmó lo señalado por Triola (2013) y Sánchez (2022) “en poblaciones cuando N es menor a 50, la muestra (n) es similar a la población: N = n.

Tabla 2.- Cálculo de la varianza muestral

| Dato N°        | Productividad (P) | P - Promedio | (P-Promedio) <sup>2</sup> |
|----------------|-------------------|--------------|---------------------------|
| 1              | 78                | -2.1         | 4.41                      |
| 2              | 80                | -0.1         | 0.01                      |
| 3              | 82                | 1.9          | 3.61                      |
| 4              | 79                | -1.1         | 1.21                      |
| 5              | 83                | 2.9          | 8.41                      |
| 6              | 76                | -4.1         | 16.81                     |
| 7              | 76                | -4.1         | 16.81                     |
| 8              | 82                | 1.9          | 3.61                      |
| 9              | 83                | 2.9          | 8.41                      |
| 10             | 82                | 1.9          | 3.61                      |
| Promedio       | 80.1              |              | 66.9                      |
| S              |                   |              | 2.73                      |
| S <sup>2</sup> |                   |              | 7.43                      |

Fuente: Elaboración propia

**Muestreo:** Valderrama (2013, p.123), refiere que al ser la población y la muestra, similares no se requiere muestreo. A ello se denomina muestreo no probabilístico por conveniencia.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

**Técnicas:** Para Baena (2017, p. 68), responden a “cómo hacer” posibilitando el uso del método en el lugar donde este se aplica. Las utilizadas fueron:

**Observación Directa:** Del proceso de fabricación y diagramas de proceso, el VSM, tablas de control, diagramas de Ishikawa y Pareto, el ANOVA de un factor y otras.

**Técnica de análisis documental:** Se analizó el tiempo de las actividades de la línea de producción chequeándose cada actividad; luego se determinó el tiempo estándar registrándola en la herramienta de análisis de tiempo de proceso y se analizó los informes de producción del proceso.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Para Sánchez (2022, p. 27) miden dimensiones y magnitudes como parte del proceso de investigación. Pueden ser físicos y miden dimensiones en unidades e instrumentos documentales para mediciones subjetivas en proporciones (por ejemplo, aceptado, rechazado, encontrado, no encontrado). El anexo 16 muestra los instrumentos de recolección de datos

#### **Instrumentos físicos para la técnica de la observación**

- Cronómetro.
- Cámara fotográfica.
- Grabador de videos.
- Balanza.
- Cinta métrica.
- Vernier.

#### **Instrumentos documentales para la técnica del análisis documental**

- Hoja toma de tiempos.
- Solicitud de pedidos.

- Reporte de producción.
- Reporte de control de calidad.
- Tabla militar estándar.
- Reporte de inventario.
- Chech list.
- Ishikawa.
- SIPOC.
- AMEF.
- Poka yoke.
- Cartas de control de procesos.

### **Validez y confiabilidad de los instrumentos de medición:**

#### **Validez:**

“Es el grado en que el instrumento mide realmente la variable que se mide” (Hernández, Fernández, Baptista, 2010, p. 201). Para Sánchez (2022, p. 341), es la cualidad de un objeto para medir determinada dimensión. Lo contrario es su invalidez; que no es válido y no sirve. La validez del instrumento, es su capacidad para medir la dimensión que se pretende medir. Un instrumento pierde su validez cuando las magnitudes que mide no están en consonancia con el diseño de investigación. Esto se advierte al verificar las hipótesis, los objetivos y el cuadro de variables con la formulación de las respuestas del instrumento donde se aprecia la falta de coherencia del instrumento respecto al diseño metodológico.

#### **Validez de contenido:**

Para Sánchez (2022, p.345), mide todas las dimensiones que se requiere medir; por ejemplo, un instrumento no tendría validez de contenido si busca medir los conocimientos en manejo de vehículos evaluando solo aquellos sobre el vehículo dejando de lado los conocimientos viales. La validez de contenido se verificó en forma cualitativa y subjetiva por la opinión del juicio de expertos (tablas 3 y 4). El anexo 17 muestra la validez del instrumento por el juicio de expertos

Tabla 3.- Validez de contenido del instrumento por juicio de expertos

| Nº | Grado académico                                       | Nombres del experto           | Dictamen        |
|----|---|-------------------------------|-----------------|
| 1  | Maestro en ciencias, mención en ingeniería industrial | Héctor Antonio Gil Sandoval   | Hay suficiencia |
| 2  | Doctor  | Ronald Dávila Laguna          | Hay suficiencia |
| 3  | Doctor  | Manuel Alberto Munsibay Muñoa | Hay suficiencia |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.- Prueba binomial juicio de expertos

| CRITERIO | Profesor 1 | Profesor 2 | Profesor 3 |
|----------|------------|------------|------------|
| 1        | 7          | 7          | 7          |
| 0        | 0          | 0          | 0          |

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 4, el criterio 1=Si, 0=No, indica suficiencia de la dimensión o variable analizada. Para el análisis de la prueba binomial se tomó como referencia lo señalado por Sánchez (2020, p. 125).

### Prueba binomial para el juez 1:

Paso 1: Formulación de las hipótesis:

H0 = La validación del instrumento por el Juez 1 es igual a 95%.

H1 = La validación del instrumento por el Juez 1 es diferente a 95%.

Postulado: Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1

Tabla 5.- Prueba binomial Juez 1

| Prueba binomial |         |           |   |                 |                 |                                   |
|-----------------|---------|-----------|---|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
|                 |         | Categoría | N | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (unilateral) |
| CRITERIO        | Grupo 1 | SI        | 7 | 1,00            | ,95             | ,698                              |
|                 | Total   |           | 7 | 1,00            |                 |                                   |

Fuente: Propia en SPSS

Al ser el valor de la significancia 0.698 mayor a 0.05, se aceptó la H<sub>0</sub>, es decir que “la validación del instrumento por el Juez 1 es igual a 95%”.

### Prueba binomial para el juez 2:

Paso 1: Formulación de las hipótesis:

H<sub>0</sub> = La validación del instrumento por el Juez 2 es igual a 95%.

H<sub>1</sub> = La validación del instrumento por el Juez 2 es diferente a 95%.

**Postulado:** Aceptamos la H<sub>0</sub> y rechazamos la H<sub>1</sub> si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H<sub>0</sub> y aceptamos la H<sub>1</sub>

Tabla 6.- Prueba binomial Juez 2

|          |         | Categoría | N | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (unilateral) |
|----------|---------|-----------|---|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
| CRITERIO | Grupo 1 | SI        | 7 | 1,00            | ,95             | ,698                              |
|          | Total   |           | 7 | 1,00            |                 |                                   |

Fuente: Propia en SPSS

Al ser la significancia 0.698 mayor a 0.05, motivo por el cual aceptamos la H<sub>0</sub>, es decir que “La validación del instrumento por el Juez 2 es igual a 95%”.

### Prueba binomial para el juez 3

Paso 1: Formulación de las hipótesis:

H<sub>0</sub> = La validación del instrumento por el Juez 3 es igual a 95%.

H<sub>1</sub> = La validación del instrumento por el Juez 3 es diferente a 95%.

Postulado: Aceptamos la H<sub>0</sub> y rechazamos la H<sub>1</sub> si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H<sub>0</sub> y aceptamos la H<sub>1</sub>

Tabla 7.- Prueba binomial Juez 3

|          |         | Categoría | N | Prop. observada | Prop. de prueba | Significación exacta (unilateral) |
|----------|---------|-----------|---|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
| CRITERIO | Grupo 1 | SI        | 7 | 1,00            | ,95             | ,698                              |
|          | Total   |           | 7 | 1,00            |                 |                                   |

Fuente: Propia en SPSS

Siendo la significancia 0.698 que es mayor a 0.05, por lo que se acepta la H0, es decir que “La validación del instrumento por el Juez 3 es igual a 95%”.

Los tres jueces han pasado la prueba, motivo por el cual podemos afirmar que el instrumento tiene una validez de contenido aceptable.

### **Validez de constructo:**

Muestra como una medición se relaciona de modo consistente con otras mediciones respecto a los conceptos medidos. Los procedimientos metodológicos utilizados para obtener los datos de validez de los constructos es el análisis factorial y se hace para las variables independiente y dependiente.

### **Validez de criterio**

Se asocia con el grado de validez de instrumento de prueba respecto a un criterio comparándolo con un criterio externo. A una mayor relación de los resultados con el criterio, mayor es la validez (Valderrama, 2013, p.21).

### **Confiabilidad del instrumento**

“Es el grado en que su uso repetido en la misma persona o en el mismo objeto conduce a los resultados idénticos” (Hernández *et. al*, 2010, p. 173). La Figura 3 muestra la relación entre la confiabilidad y validez de un instrumento.



Figura. 3 Representación de la confiabilidad y validez

Fuente: (Hernández *et.al* 2010, p. 205)

La información fue obtenida del sistema de la empresa siendo creíble y válida. La

cultura de calidad buscan la excelencia y quien ingresa la información lo hace de forma ética dándose fe de que los datos son ciertos. Sánchez (2022, p.335) menciona que para el cálculo de la confiabilidad se utiliza la técnica test retest. Por este método, se aplica el instrumento en dos oportunidades a la misma población de estudio para posteriormente medir el grado de correlación entre los resultados, donde se tendrá una buena confiabilidad, si las dos pruebas tienen una alta correlación. Este tipo de análisis de la confiabilidad estadística corresponde a un modelo de estudio del tipo “longitudinal – relacionadas” esto es la evaluación de la misma muestra en dos periodos temporales distintos, en estos casos los estadísticos aplicables son los siguientes:

- Test de McNemar
- Q de Cochran
- Test de Wilcoxon
- Test de Friedman
- T de Student para muestras relacionadas

Tabla 8 .- *Datos obtenidos con el instrumento prueba1 y prueba2*

| Datos | Prueba 1 | Prueba 2 | Diferencia |
|-------|----------|----------|------------|
| 1     | 78       | 78       | 0          |
| 2     | 80       | 82       | -2         |
| 3     | 82       | 80       | 2          |
| 4     | 79       | 77       | 2          |
| 5     | 83       | 76       | 7          |
| 6     | 76       | 78       | -2         |
| 7     | 76       | 78       | -2         |
| 8     | 82       | 84       | -2         |
| 9     | 83       | 81       | 2          |
| 10    | 82       | 83       | -1         |

Fuente: Elaboración propia

Triola (2018, p. 442) menciona que para que sean datos relacionados deben provenir del mismo sujeto de estudio en diferentes momentos antes/después y se debe trabajar sobre la diferencia.

Cuando se analizan parejas de datos relacionados primero se realiza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (menor de 30 datos) o de Kolmogorov Smirnov (mayor de 30 datos) (la única forma matemática y científica para decir que un conjunto de datos son paramétricos o no paramétricos es con las pruebas de normalidad), cuando se trata de datos relacionados obtenidos en una misma muestra la prueba de normalidad se efectúa en la diferencia de los datos (prueba1-prueba2).

H0: Los datos presentan normalidad

H1: Los datos son diferentes a la normalidad

**Postulado:** Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

Tabla 9.- Pruebas de normalidad

|            | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|            | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Diferencia | ,205                            | 10 | ,200* | ,810         | 10 | ,019 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Proveniente del SPSS

En la tabla 13 observamos la significancia de la prueba de Shapiro-Wilk (Guillén, 2016, p.63) la cual es 0.019 y es menor que 0.050 indicando que el conjunto de datos es no paramétrico entonces se aplica la prueba de signos de Wilcoxon que analiza la mediana.

Tabla 10.- Prueba de signos de Wilcoxon

Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

|                             | Prueba02 - Prueba01 |
|-----------------------------|---------------------|
| Z                           | -,187 <sup>b</sup>  |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,852                |

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Procedente del SPSS

H0: No existe diferencia en las pruebas.



H1: Existe diferencia en las pruebas.

Postulado: Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

En este caso al tener una significancia de 0.852 podemos apreciar que la significancia es mayor a 0.05; por tanto se acepta la hipótesis nula (H0) que considera NO haber diferencias significativas entre ambas mediciones por lo cual el instrumento es confiable ya que estadísticamente las pruebas son iguales, las medianas de la prueba 1 y de la prueba2 estadísticamente son iguales.

### **Un segundo método para calcular la confiabilidad del instrumento de la variable dependiente con el coeficiente de correlación R de Pearson**

Se utiliza el comando de Matlab `corrcoef(D)` para calcular los coeficientes de correlación entre columnas en la matriz de datos.

ans =

```
1.0000  0.4256
0.4256  1.0000
```

La fórmula para calcular el coeficiente de correlación en Matlab:

$\text{dot}(x-Mx,y-My)/(\text{norm}(x-Mx)*\text{norm}(y-My))$

Dot: es el producto interno o escalar  $(x-Mx,y-My)$

Norm: es la norma o longitud del vector  $(x-Mx)$  y  $(y-My)$

Generando un coeficiente de correlación de 0.4256 y según el baremo de Pearson (anexo 18), una relación positiva media entre las dos pruebas analizadas, siguen una misma dirección.

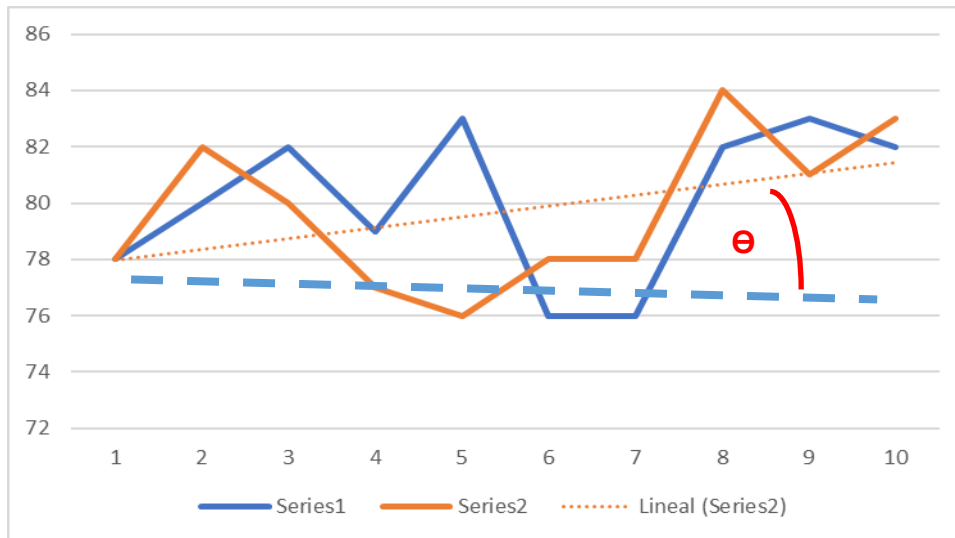


Figura. 4 Gráfica de los datos de las pruebas test y retest

Fuente: Sánchez (2022, p. 335)

El coeficiente de correlación R de Pearson matemáticamente se expresa como el coseno del ángulo formado por dos vectores, es por eso la explicación matemática de que el R de Pearson varía entre -1 y +1, porque  $\cos(180) = -1$  y  $\cos(0) = 1$  y  $\cos(90) = 0$ :

$$\text{ang} = \arccos\left(\frac{\text{dot}(x - M_x, y - M_y)}{(\text{norm}(x - M_x) * \text{norm}(y - M_y))}\right)$$

$$\text{ang} = 1.1312 \text{ (ángulo expresado en pi radianes)}$$

$$\gg \text{ang} * 180/\pi$$

$$\text{ans} = 64.8132^\circ \text{ (ángulo expresado en grados sexagesimales)}$$

El valor del coeficiente de correlación R de Pearson es 0.4256 y según el baremo de Pearson (véase anexo 18) indica una correlación positiva media entre las dos pruebas analizadas.

### 3.5 Procedimientos

Los resultados del levantamiento de datos del estudio ayudaron a elaborar los indicadores de productividad, eficiencia y efectividad. Su recopilación ayudó a analizar y determinar un nuevo método de trabajo para la producción del reforzador de vitaminas de una industria veterinaria para incrementar la productividad del proceso. Las fases de ejecución secuencial de la variable independiente fueron los que se detallan en las dimensiones de la matriz de operacionalización según la

metodología DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (anexo 19)

### **Breve reseña de la organización**

Empresa farmacéutica peruana cuyas actividades son: la investigación, producción y comercialización de productos para uso veterinarios de la más alta calidad. Ubicada en el distrito de Ate, Lima - Perú, tiene larga trayectoria en el mercado peruano e internacional. Su giro es la venta de productos farmacológicos veterinarios y cuenta con un portafolio de productos acreditados en el mercado. Sus procesos garantizan la respuesta oportuna en la atención a los clientes. La homologación de sus proveedores comprende la evaluación comercial, financiero, legal así como de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional y Responsabilidad Social.

### **Aspectos estratégicos**

#### **Visión**

Posicionarnos como empresa exportadora y líder nacional en el mercado farmacéutico veterinario.

#### **Misión**

Brindar al sector de salud animal medicamentos que promuevan el bienestar, mediante altos estándares de calidad, innovación y servicio.

### **Nuestros Valores**

Compromiso.

Innovación.

Respeto.

Trabajo en equipo.

Adaptabilidad.

Vocación de servicio.

### **Portafolio de productos**

**Especie animales:** Camélidos sudamericanos, bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, caninos, felinos, aves, cuyes, conejos, entre otros. El detalle de la clasificación, forma farmacéutica así como la vía de administración se muestran en

el detalle adjunto; las figura 5 y 5 muestran el portafolio de productos y los principales clientes.

### Clasificación farmacéutica

|                                |                                 |  |                              |
|--------------------------------|---------------------------------|--|------------------------------|
| Anestésicos y Tranquilizantes. | Antiparasitario.                | Hepatoprotector, Rehidratante y Energizante. | Vitaminas y Reconstituyentes |
| Antibióticos.                  | Condroprotector y Antioxidante. | Larvicida – Repelente.                       |                              |
| Antiinflamatorios              | Hemoparasitica                  | Suplemento Nutricional                       |                              |

### Forma farmacéutica

|          |          |             |
|----------|----------|-------------|
| Aerosol. | Gel.     | Solución.   |
| Cápsula. | Líquido. | Suspensión. |
| Crema.   | Pasta.   | Tableta.    |
| Emulsión | Polvo.   | Ungüento    |

### Vía de administración

|               |        |        |
|---------------|--------|--------|
| Intramamaria. | Oral.  | Tópica |
| Inyectable    | Ótico. |        |

### Portafolio de clientes



Figura. 5 Clientes

Fuente: Elaboración propia



Figura. 6 Productos ofrecidos

Fuente: Elaboración propia

La Figura 7 detalla el organigrama de la empresa y la figura 8 la distribución de planta

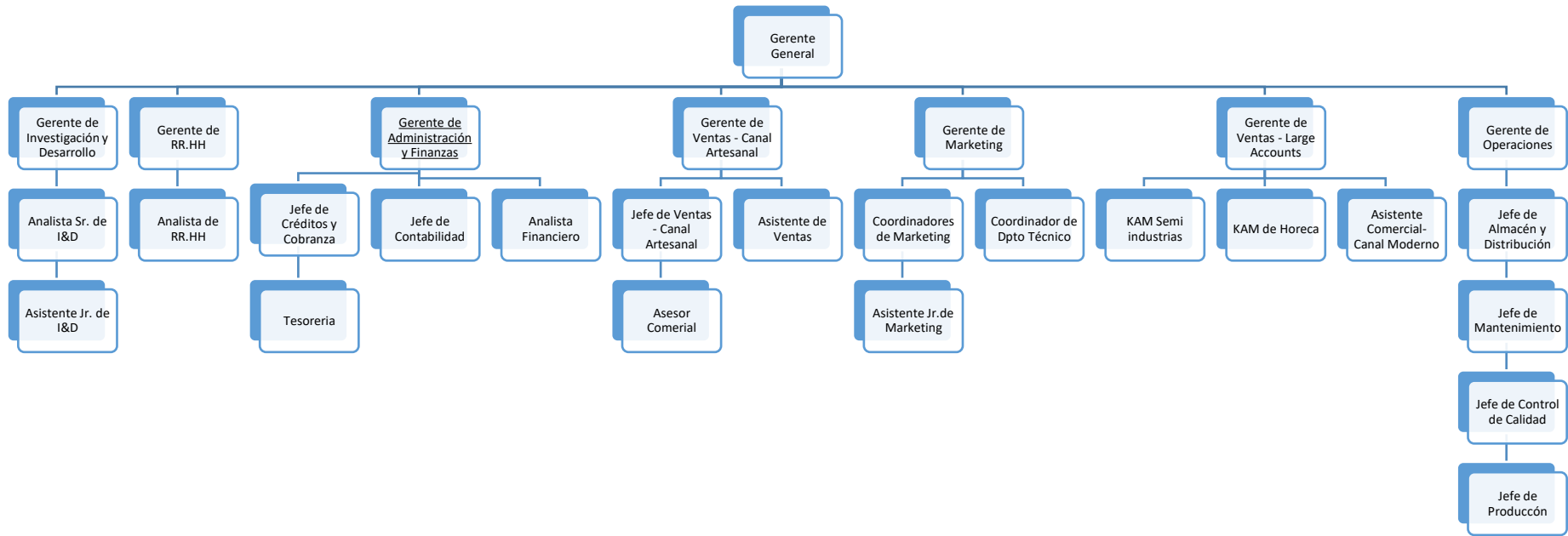


Figura. 7 Organigrama de la empresa  
Fuente: elaboración propia

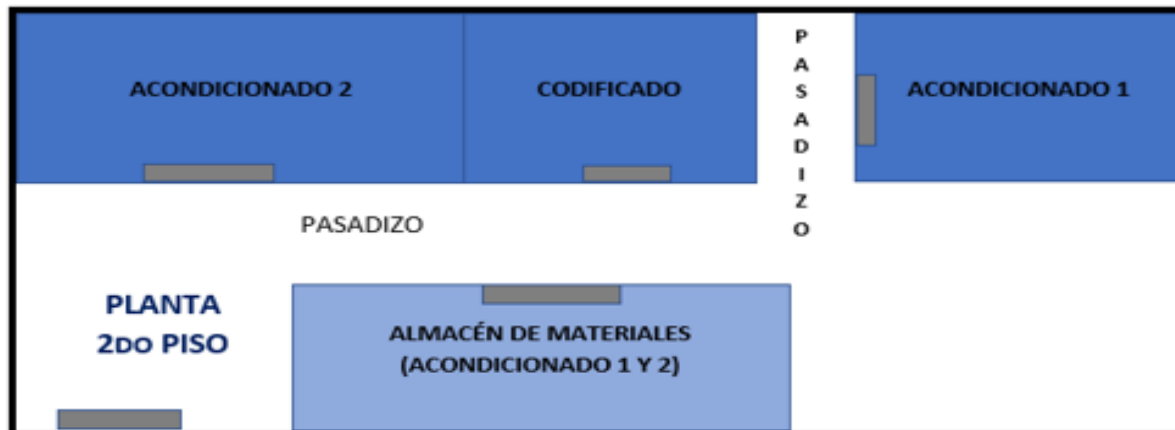
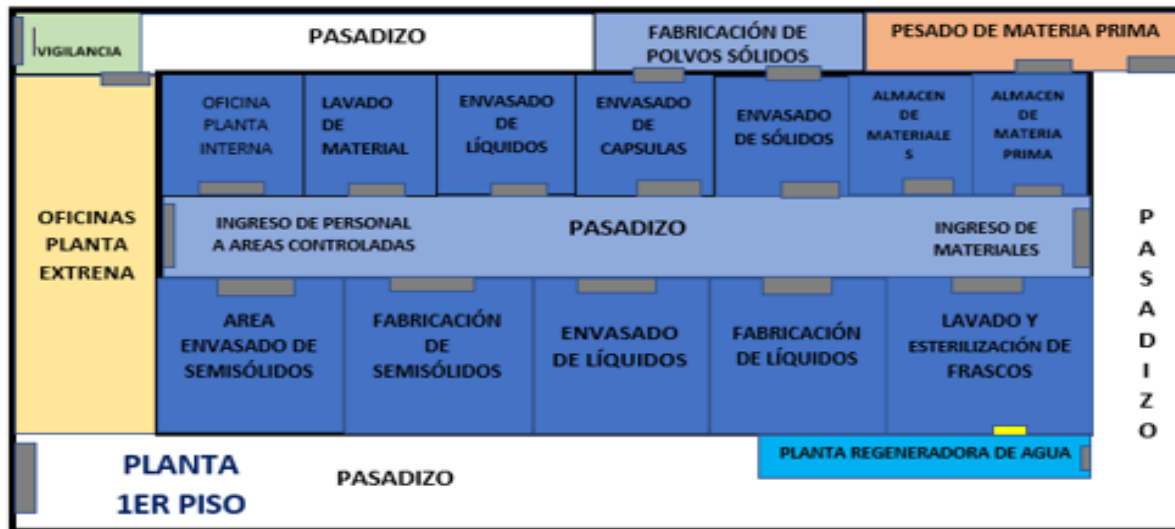


Figura. 8 Layout de la planta  
Fuente: Elaboración propia

## Histórico de ventas

La tabla 11 detalla el histórico de ventas para el periodo enero-septiembre 2021.

Tabla 11.- *Venta histórica enero – septiembre 2021*

| Enero      | Febrero    | Marzo      | Abril      | Mayo       | Junio      | Julio      | Agosto     | Setiembre  |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 338,535.90 | 567,469.91 | 304,677.31 | 249,736.30 | 337,655.45 | 429,648.35 | 522,891.50 | 586,089.90 | 521,114.78 |

Fuente: Elaboración propia

## Histórico de producción

La figura 9, curva S de la producción la curva S muestra este comportamiento.

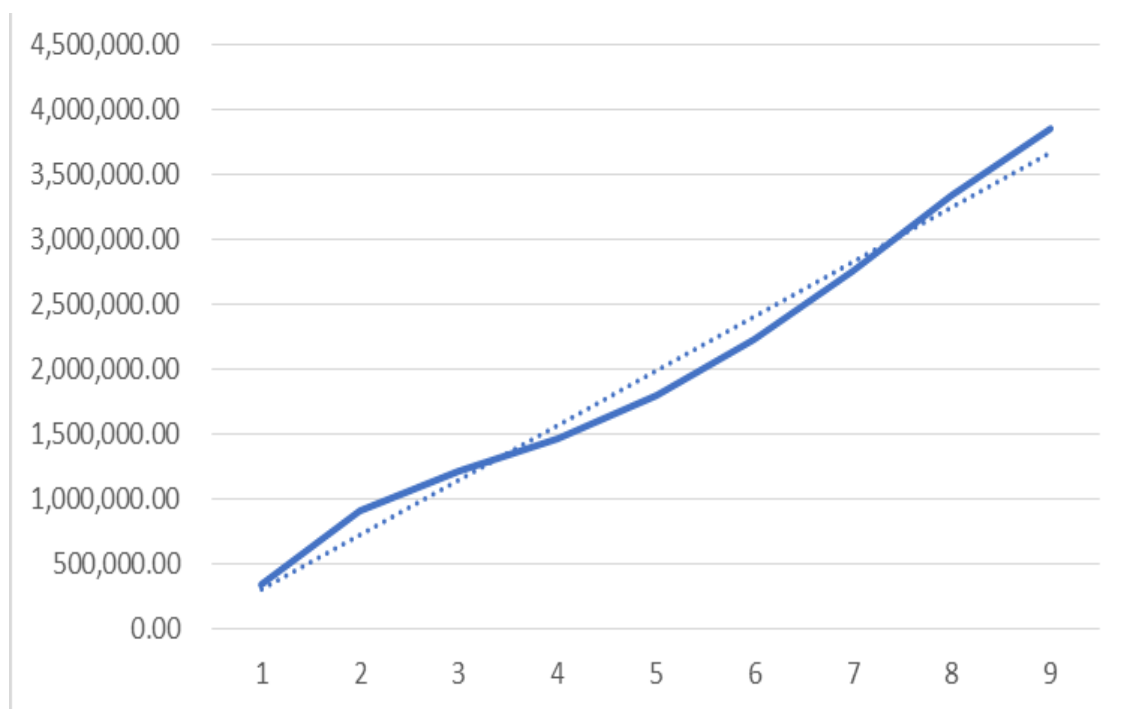


Figura. 9 Curva de ventas acumuladas enero – septiembre 2021

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico observamos que por debajo de la línea achurada se está produciendo a un ritmo mayor que la demanda. La diferencia es almacenada y la producción por encima de la línea muestra que el consumo es mayor el consumo a la capacidad de producción requiriéndose consumir lo almacenado.



## DESARROLLO DE LA PROPUESTA DMAIC

### FASE: DEFINIR

Se inició identificando y definiendo los objetivos, procesos y problemas que requieren solución. Los objetivos y herramientas de esta fase fueron:

#### Objetivos

- a) Determinar el proceso en desarrollo.
- b) Fijar los parámetros críticos del proceso.
- c) Reconocer los posibles proyectos que se pueden ejecutar.

#### Herramientas

- 1) Análisis de Pareto para determinar el producto representativo y que genera mayores ingresos.
- 2) Voz del cliente, para conocer los requisitos críticos o CTQ.
- 3) Voz del negocio, para establecer proyectos de mejora con un impacto positivo.

Los entregables fueron:

- **Carta de definición del proyecto seleccionado.** Comprendió la declaración del problema, propósito del proyecto, objetivos y entregables del proyecto, el alcance, roles y responsabilidades del equipo, las limitaciones, recursos requeridos para completar el proyecto, criterios de evaluación, los beneficios esperados y la información general sobre el proyecto.
- **Programación del trabajo utilizando la gráfica Gantt.**
- **Plan de comunicación.**
- **Plan de riesgos del proyecto.**

#### 1. Selección de productos

El gráfico de barras (figura 10), muestra que el reconstituyente vitamínico es el producto de mayor demanda en el mercado local y representa el 54.33 % de los ingresos, por lo que se decidió hacer el análisis individual de este.

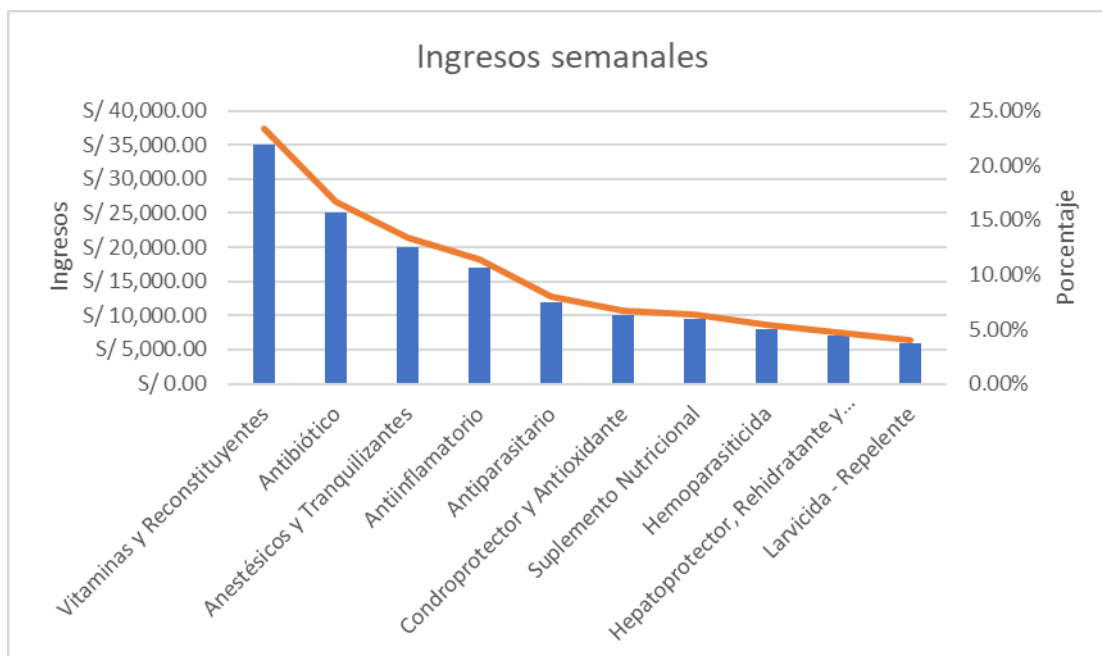


Figura. 10 Ingresos semanales

Fuente: Elaboración propia

El reconstituyente vitamínico es un producto de buena aceptación y se vende directamente al consumidor final. Sin embargo, para ingresar a nuevos mercados se ha trabajado en la mejora de su proceso de fabricación y reducir costos, incrementar el rendimiento de la materia prima aumentando los ingresos.

Los reconstituyentes son sustancias farmacológicas conocidas como tónicos, fortalecen el organismo haciendo más saludables a los animales con deficiencia de nutrientes, bajo peso, debilidad, y susceptibles de contraer infecciones acarreado bajo rendimiento productivo. “Su acción, reconstituir los tejidos por atrofia, o los glóbulos rojos cuando sufren anemia. Sus compuestos proteicos y vitamínicos ayudan a recuperar al ganado cuando está delgado” (Guerrero, 2017).

### Análisis de voz del cliente

Los gráficos 11 y 12 muestran detalles de la insatisfacción de los clientes.

#### 1.1. Consumidor final

Son quienes adquieren el producto para uso veterinario.

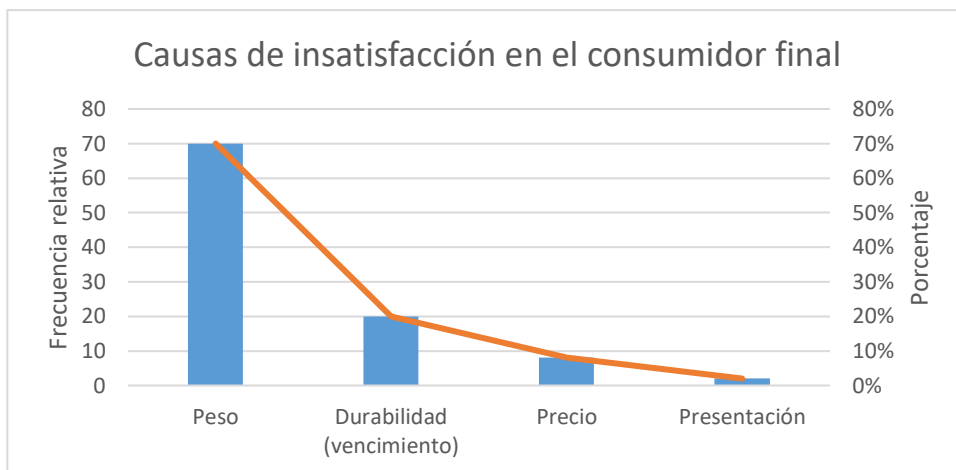


Figura. 11 Causas de insatisfacción en el consumidor final

Fuente: Elaboración propia

La figura 11 muestra que la causa de mayor insatisfacción del consumidor final respecto al producto es la variabilidad en el peso siendo la más frecuente. El peso, el tiempo de entrega y el vencimiento son los factores que con mayor frecuencia causan la inconformidad en el cliente.

## 1.2. Clientes

Son quienes adquieren el producto y lo comercializan en tiendas veterinarias o mercados y reciben los reclamos respecto producto. La figura 12 muestra las causas de insatisfacción de los clientes

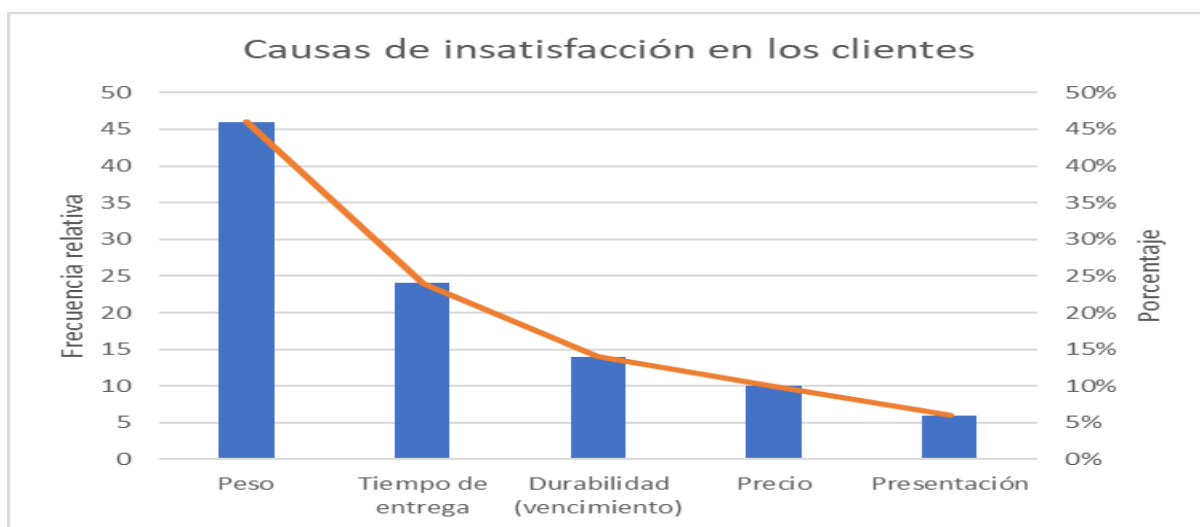


Figura. 12 Causas de insatisfacción en los clientes

Fuente: Elaboración propia

### **1.3. Resumen análisis de voz del cliente**

El análisis a los consumidores finales y clientes permitió entender las características críticas a ser mejoradas y definir los indicadores claves. Los resultados obtenidos permitieron tomar decisiones para mejorar la satisfacción de los consumidores lo que se reflejaron en el incremento de las ganancias y la eficacia operativa. Quienes adquieren el reconstituyente vitamínico consideran que debería tenerse presentaciones de menor tamaño; sin embargo, hay mayor insatisfacción respecto al vencimiento, tiempo de entrega y peso del producto siendo esta última causa la más frecuente en la insatisfacción del consumidor.

## **2. Análisis de la voz del negocio**

El punto de partida fue la información de la planta respecto a la normativa técnica del producto y el rendimiento de la materia prima.

### **2.1. Cumplimiento de la normativa**

#### **Normativa nacional**

- Ley N° 26842, Ley General de Salud, y modificatorias.
- Ley N° 29459, Ley de Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios
- DS N° 014-2011-SA, Reglamento de Establecimientos Farmacéuticos, y modificatorias.
- DS N° 016-2011-SA, Reglamento para el Registro, Control y Vigilancia Sanitaria de Productos Farmacéuticos, Dispositivos Médicos y Productos Sanitarios, y modificatorias.
- DS N° 023-2011-SA, Reglamento de Estupefacientes, Psicotrópicos y otras sustancias sujetas a fiscalización sanitaria, y su modificatoria.
- Resolución Ministerial N° 539-2016-MINSA, aprobando la NTS-N° 123-MINSA/DIGEMID-V.01: Norma Técnica de Salud que regula las actividades de farmacovigilancia y tecnovigilancia de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos sanitarios.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria – SENASA.

## **Normativa Internacional**

- El Codex Alimentario, elemento central del Programa FAO-OMS acerca de normas alimentarias. Su objetivo es proteger la salud de los consumidores promoviendo buenas prácticas de comercio alimentario garantizando que los alimentos de consumo humano sean saludables, con base científica en inocuidad y calidad para su comercialización.
- CODEX CXS 180-1991 Norma de etiquetado y la declaración de propiedades de los alimentos para fines medicinales especiales.

## **Organismos Competentes y de Control**

- Ministerio de Agricultura y Riego – MIDAGRI, a través de SENASA.
- Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria – DIGESA.
- Instituto Nacional de Salud, a través del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición – CENAN
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI
- SENASA
- Instituto Nacional de Calidad - INACAL, rector técnico-normativo según Ley 30224 Sistema para la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad.
- Gobiernos regionales y locales.

## **Sanciones**

- D.L. que aprueba la Ley de represión de la competencia desleal.
- Infracciones y sanciones en materia sanitaria y de etiquetado e información a los consumidores de acuerdo con el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por D.S. N° 006-2017-JUS,
- D.L. N° 1062, Decreto Legislativo, Ley de Inocuidad de los Alimentos
- Ley N° 29571, Código de Protección y Defensa del Consumidor.

## Cumplimiento

De las diversas pruebas de análisis químicos mediante equipo electrónico que ofrezca mayor rapidez y confiabilidad

### 2.2. Análisis químicos y físicos en los productos.

Siendo el objetivo expandirse a nuevos mercados se analizó si el producto cumplía con la normativa vigente. Al no disponerse de equipos sofisticados para los análisis químicos; en algunos casos, se confió en lo que declaraba el proveedor. La mejora del proceso productivo brindó mayor control en la recepción de la materia prima.

### 2.3. Análisis del rendimiento de la materia prima

Dependerá de las composiciones y procedimientos para la elaboración. El rendimiento dependerá de la materia prima y métodos de trabajo del proceso.

### 2.4. Análisis del peso en el producto terminado

La tabla 12 y figura 13 muestran detalles del control de peso del reconstituyente vitamínico el cual no cumple con el peso establecido en miligramos.

Tabla 12.- Control de peso cápsulas del reconstituyente vitamínico

| Especificación: Cápsula llena: 575.87 mg – 681.87 mg<br>Contenido: 477 mg – 583 mg. |                         |                         |                              |
|---|-------------------------|-------------------------|------------------------------|
| N°  | Peso cápsula llena (mg) | Peso cápsula vacía (mg) | Contenido de la cápsula (mg) |
| 1   | 685.50                  | 100.1                   | 545.40                       |
| 2   | 648.60                  | 97.5                    | 551.10                       |
| 3   | 638.10                  | 94.6                    | 543.50                       |
| 4   | 641.20                  | 100.8                   | 540.40                       |
| 5   | 570.00                  | 100.4                   | 469.60                       |
| 6   | 621.80                  | 101.7                   | 520.10                       |
| 7   | 683.60                  | 101.7                   | 546.90                       |
| 8   | 648.60                  | 101.1                   | 547.50                       |
| 9   | 617.80                  | 94.2                    | 523.60                       |
| 10  | 626.70                  | 96.8                    | 529.90                       |
| 11  | 607.50                  | 94.2                    | 513.30                       |
| 12  | 612.70                  | 101.2                   | 511.50                       |

|                 |        |       |        |
|-----------------|--------|-------|--------|
| 13              | 607.90 | 101.2 | 506.70 |
| 14              | 626.20 | 101.6 | 524.60 |
| 15              | 634.70 | 101.3 | 533.40 |
| 16              | 626.70 | 101.2 | 525.50 |
| 17              | 613.50 | 94.2  | 519.30 |
| 18              | 682.00 | 96.8  | 585.20 |
| 19              | 607.80 | 101.7 | 506.10 |
| 20              | 610.80 | 100.8 | 510.00 |
| <b>Promedio</b> | 630.59 |       | 527.68 |

Fuente: Elaboración propia

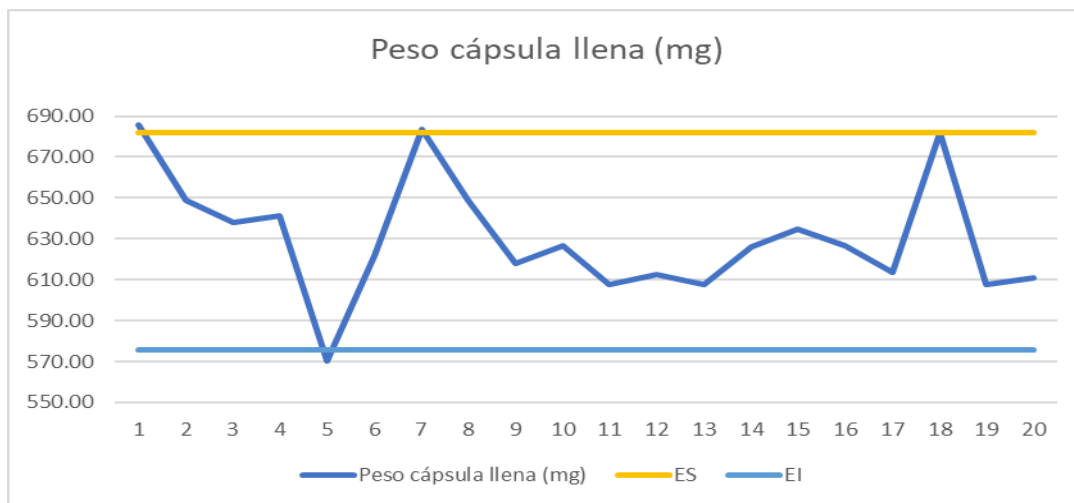


Figura. 13 Peso cápsula llena del reconstituyente vitamínico.

Fuente: Elaboración propia

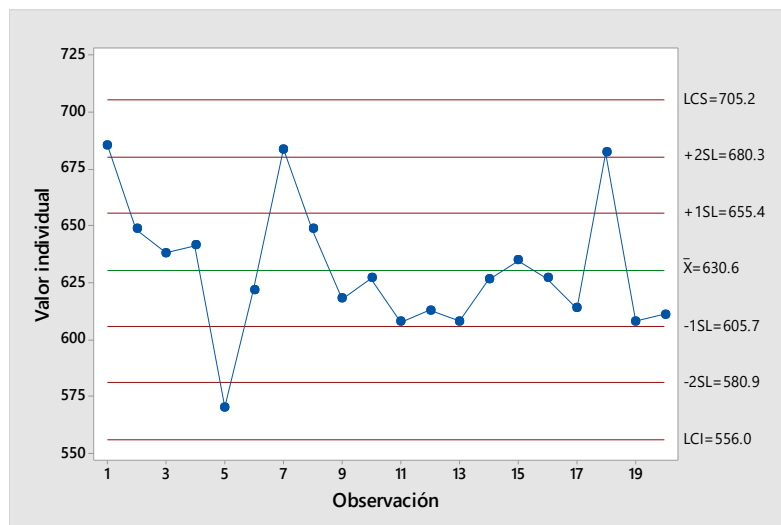


Figura. 14 Peso cápsula llena reconstituyente vitamínico en  $1\sigma, 2\sigma, 3\sigma$ .

Fuente: Elaboración propia

La Figura 14 muestra que algunas muestras superan las especificaciones del rango superior e inferior sobrepasando los límites de control (LC) de proceso a nivel  $2\sigma$ . Al ser un proceso inestable debe reducirse la variación. Las estimaciones de los LC se deben realizar con la sigma a largo plazo (SL); sin embargo, al ser calculados con el SC (sigma a corto plazo) siempre están fuera de control siendo necesarios los LC (límites de control) para saber si estamos bien o mal.

La desviación a largo plazo se trabaja con datos individuales y representa de mejor forma la incertidumbre a largo plazo (desviación estándar  $\sigma$ ). La gráfica muestra la precisión o incertidumbre ( $\sigma$ ) de los datos de forma individual. La tabla 13 y la gráfica 15 muestran el detalle del control de peso de muestras por 20 días.

Tabla 13.- Control de peso cápsulas en muestras de 5 por 20 días

| N°        | Peso cápsula llena (mg) |        |        |        |        |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Sem 1, D1 | 692.00                  | 657.50 | 683.00 | 645.00 | 683.00 |
| Sem 1, D2 | 648.60                  | 655.00 | 643.00 | 646.00 | 652.00 |
| Sem 1, D3 | 638.10                  | 640.00 | 643.00 | 688.00 | 642.00 |
| Sem 1, D4 | 641.20                  | 643.00 | 649.00 | 643.00 | 640.00 |
| Sem 1, D5 | 640.00                  | 659.00 | 647.00 | 641.00 | 652.00 |
| Sem 2, D1 | 641.00                  | 644.00 | 682.00 | 681.00 | 645.00 |
| Sem 2, D2 | 693.60                  | 641.00 | 647.00 | 643.00 | 649.00 |
| Sem 2, D3 | 648.60                  | 647.00 | 641.00 | 641.00 | 649.00 |
| Sem 2, D4 | 647.00                  | 645.00 | 645.00 | 647.00 | 650.00 |
| Sem 2, D5 | 646.00                  | 642.00 | 643.00 | 642.00 | 652.00 |
| Sem 3, D1 | 647.00                  | 649.00 | 648.00 | 645.00 | 670.00 |
| Sem 3, D2 | 642.00                  | 686.00 | 641.00 | 645.00 | 649.00 |
| Sem 3, D3 | 682.50                  | 685.00 | 648.00 | 687.50 | 684.00 |
| Sem 3, D4 | 626.20                  | 647.00 | 646.00 | 684.00 | 643.00 |
| Sem 3, D5 | 634.70                  | 649.00 | 647.00 | 646.00 | 680.00 |
| Sem 4, D1 | 626.70                  | 649.00 | 641.00 | 649.00 | 646.00 |
| Sem 4, D2 | 613.50                  | 645.00 | 643.00 | 648.00 | 647.00 |
| Sem 4, D3 | 682.00                  | 685.00 | 646.00 | 646.00 | 648.00 |
| Sem 4, D4 | 607.80                  | 645.00 | 647.00 | 643.00 | 655.00 |
| Sem 4, D5 | 610.80                  | 641.00 | 657.00 | 647.00 | 649.00 |

Fuente: Elaboración propia



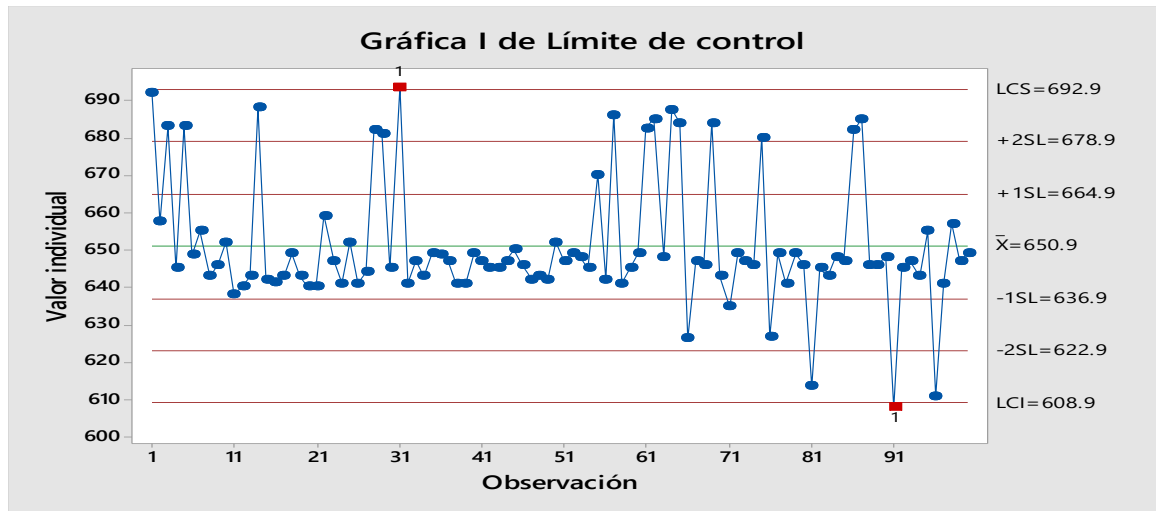


Figura. 15 Gráfica de control en muestras de 5 por 20 días con  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  y  $3\sigma$

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La tabla 14 muestra los valores fuera de control con formato condicional estadístico.

Tabla 14.- Valores fuera de control con formato condicional estadístico

| N°        | X1     | X2     | X3     | X4     | X5     |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sem 1, D1 | 692.00 | 657.50 | 683.00 | 645.00 | 683.00 |
| Sem 1, D2 | 648.60 | 655.00 | 643.00 | 646.00 | 652.00 |
| Sem 1, D3 | 638.10 | 640.00 | 643.00 | 688.00 | 642.00 |
| Sem 1, D4 | 641.20 | 643.00 | 649.00 | 643.00 | 640.00 |
| Sem 1, D5 | 640.00 | 659.00 | 647.00 | 641.00 | 652.00 |
| Sem 2, D1 | 641.00 | 644.00 | 682.00 | 681.00 | 645.00 |
| Sem 2, D2 | 693.60 | 641.00 | 647.00 | 643.00 | 649.00 |
| Sem 2, D3 | 648.60 | 647.00 | 641.00 | 641.00 | 649.00 |
| Sem 2, D4 | 647.00 | 645.00 | 645.00 | 647.00 | 650.00 |
| Sem 2, D5 | 646.00 | 642.00 | 643.00 | 642.00 | 652.00 |
| Sem 3, D1 | 647.00 | 649.00 | 648.00 | 645.00 | 670.00 |
| Sem 3, D2 | 642.00 | 686.00 | 641.00 | 645.00 | 649.00 |
| Sem 3, D3 | 682.50 | 685.00 | 648.00 | 687.50 | 684.00 |
| Sem 3, D4 | 626.20 | 647.00 | 646.00 | 684.00 | 643.00 |
| Sem 3, D5 | 634.70 | 649.00 | 647.00 | 646.00 | 680.00 |
| Sem 4, D1 | 626.70 | 649.00 | 641.00 | 649.00 | 646.00 |
| Sem 4, D2 | 613.50 | 645.00 | 643.00 | 648.00 | 647.00 |
| Sem 4, D3 | 682.00 | 685.00 | 646.00 | 646.00 | 648.00 |
| Sem 4, D4 | 607.80 | 645.00 | 647.00 | 643.00 | 655.00 |
| Sem 4, D5 | 610.80 | 641.00 | 657.00 | 647.00 | 649.00 |

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

Al estimarse los límites de control se pueden eliminar los valores atípicos, pero cuando se controla el proceso ya no se puede eliminar esos valores pues sería engañarse respecto a que el proceso esté bien cuando en realidad no lo está.

En la figura 16 los puntos marcados con rojo están fuera de control con la opción formato condicional estadístico en el Minitab 18, teniéndose un proceso inestable. Estos se eliminan para calcular los límites de control del proceso.

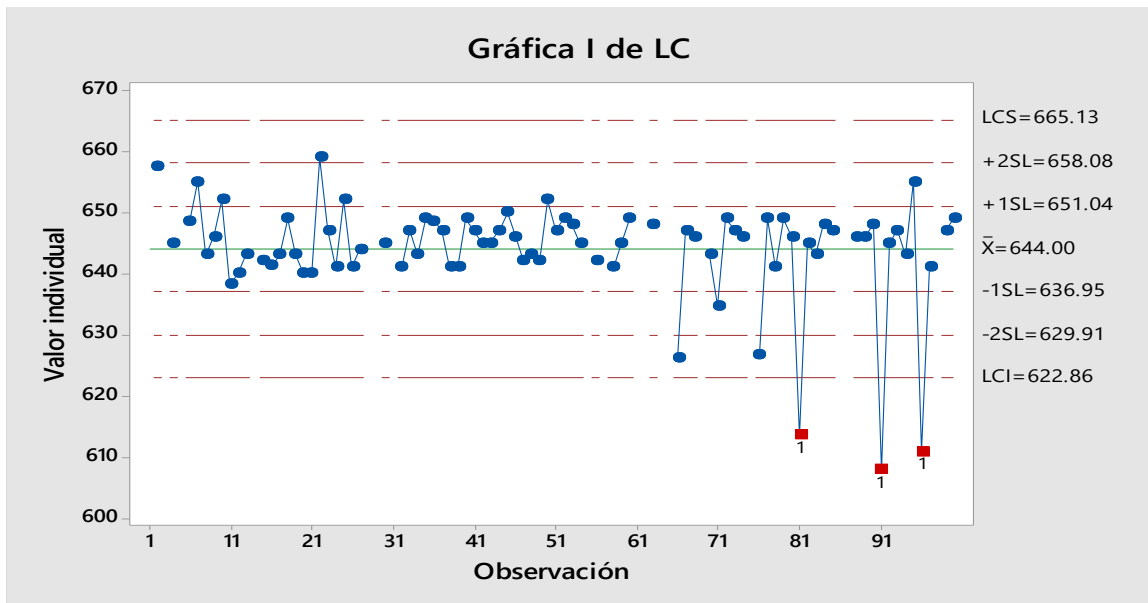


Figura. 16 Gráfica de control en muestras de 5 por 20 días con  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  y  $3\sigma$

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La figura 16 muestra que tres puntos de color rojo superan el límite de control superior (calculado en minitab 18) en  $3\sigma$  (3 desviaciones estándar). Se tiene un proceso inestable debiendo llevarse primero mediante la metodología de mejora continua a un proceso de nivel estable y luego a proceso de nivel capaz, donde la el límite de control superior del proceso (LCS) se calcula como:

$$LCS = 665.13 = 644 + 3\sigma$$

$$\sigma = 7.043$$

$$LC \text{ proceso} = 644 \pm 3(7.043)$$

$$LCS = 665.129 \text{ mg y}$$

$$LCI = 622.86 \text{ mg}$$

LCI: Límite de control inferior del proceso.

Tabla 15.- Control de peso cápsulas en muestras de 5 por 20 días para calcular capacidad de proceso  $C_p$  y  $P_p$

| N°        | Peso cápsula llena (mg) |        |        |        |        |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|           | X1                      | X2     | X3     | X4     | X5     |
| Sem 1, D1 | 586.00                  | 681.00 | 654.00 | 610.00 | 644.00 |
| Sem 1, D2 | 602.00                  | 687.00 | 685.00 | 635.00 | 626.00 |
| Sem 1, D3 | 672.00                  | 590.00 | 612.00 | 595.00 | 680.00 |
| Sem 1, D4 | 587.00                  | 654.00 | 584.00 | 603.00 | 582.00 |
| Sem 1, D5 | 604.00                  | 663.00 | 664.00 | 635.00 | 585.00 |
| Sem 2, D1 | 644.00                  | 592.00 | 591.00 | 644.00 | 676.00 |
| Sem 2, D2 | 621.00                  | 582.00 | 667.00 | 677.00 | 626.00 |
| Sem 2, D3 | 667.00                  | 633.00 | 583.00 | 653.00 | 589.00 |
| Sem 2, D4 | 641.00                  | 584.00 | 616.00 | 608.00 | 586.00 |
| Sem 2, D5 | 600.00                  | 654.00 | 625.00 | 596.00 | 643.00 |
| Sem 3, D1 | 625.00                  | 619.00 | 595.00 | 677.00 | 690.00 |
| Sem 3, D2 | 583.00                  | 578.00 | 641.00 | 681.00 | 587.00 |
| Sem 3, D3 | 622.00                  | 618.00 | 688.00 | 690.00 | 643.00 |
| Sem 3, D4 | 673.00                  | 605.00 | 598.00 | 618.00 | 624.00 |
| Sem 3, D5 | 578.00                  | 678.00 | 665.00 | 577.00 | 578.00 |
| Sem 4, D1 | 613.00                  | 588.00 | 637.00 | 622.00 | 621.00 |
| Sem 4, D2 | 582.00                  | 606.00 | 595.00 | 614.00 | 648.00 |
| Sem 4, D3 | 634.00                  | 614.00 | 644.00 | 640.00 | 578.00 |
| Sem 4, D4 | 685.00                  | 664.00 | 581.00 | 644.00 | 682.00 |
| Sem 4, D5 | 676.00                  | 582.00 | 626.00 | 676.00 | 618.00 |

Fuente: Elaboración propia

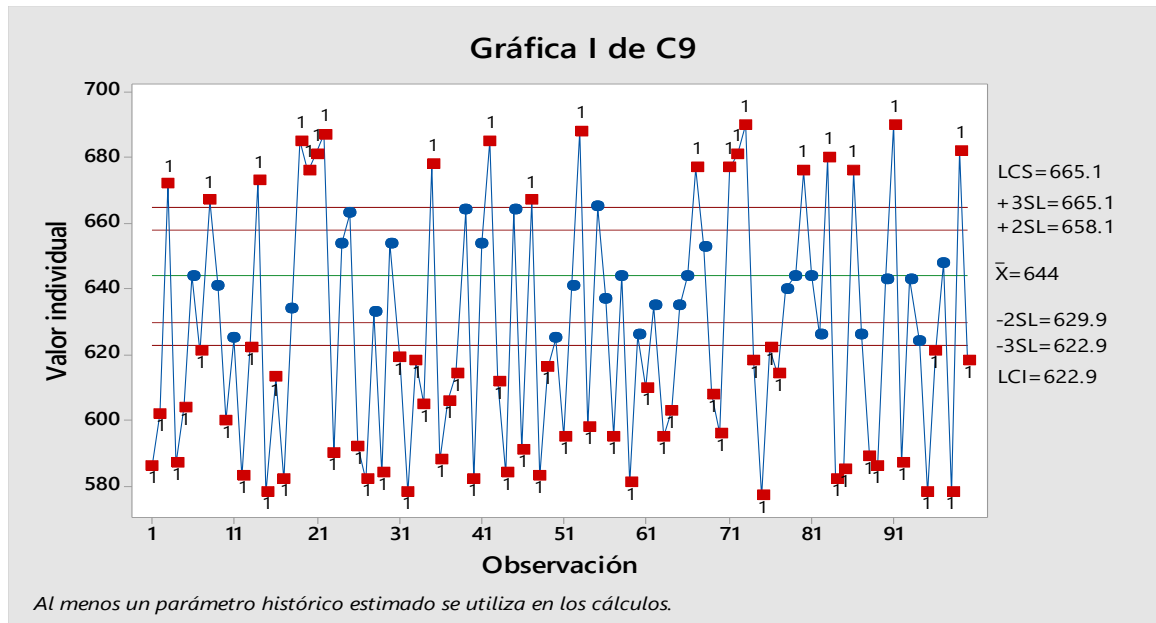


Figura. 17 Gráfica de control pre test, muestras de 5 por 20 días con  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  y  $3\sigma$

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De las figuras 17 y 18 observamos que tenemos muchos puntos fuera de los límites de control del proceso, es un proceso inestable con la variable peso.

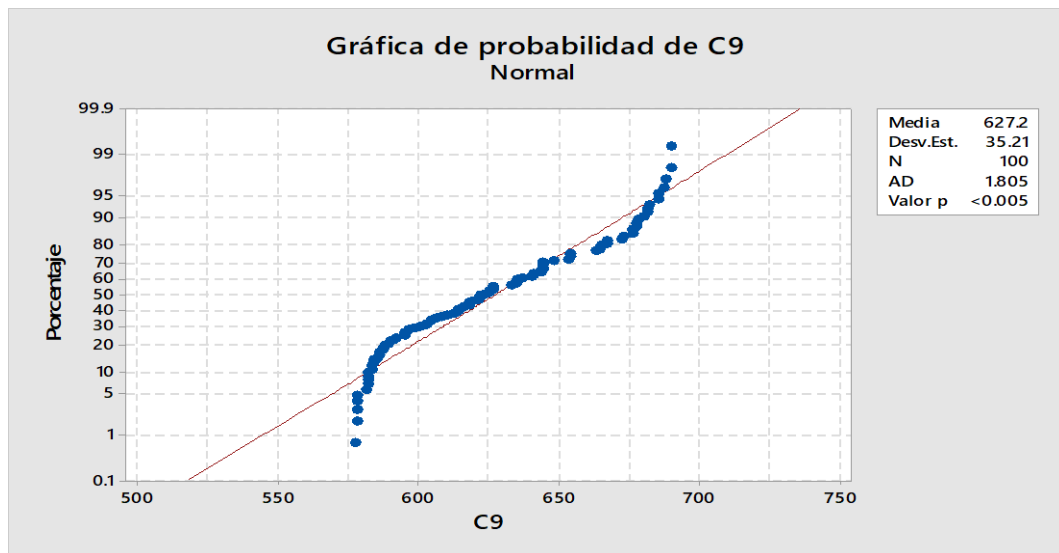


Figura. 18 Prueba de normalidad pre test del conjunto de datos

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

Identificamos si los datos tienen o no distribución normal. En la tabla 16 se observa un p valor menor que 0.05 siendo los datos no paramétricos.

Tabla 16.- Prueba de bondad del ajuste post test

### Prueba de bondad del ajuste

| Distribución                 | AD     | P      | LRT P |
|------------------------------|--------|--------|-------|
| Normal                       | 2.596  | <0.005 |       |
| Transformación Box - Cox     | 2.606  | <0.005 |       |
| Lognormal                    | 2.611  | <0.005 |       |
| Lognormal de 3 parámetros    | 2.685  |        | 0.906 |
| Exponencial                  | 44.087 | <0.003 |       |
| Exponencial de 2 parámetros  | 4.071  | <0.010 | 0.000 |
| Weibull                      | 2.494  | <0.010 |       |
| Weibull de 3 parámetros      | 2.943  | <0.005 | 0.000 |
| Valor extremo más pequeño    | 2.507  | <0.010 |       |
| Valor extremo por máximos    | 2.945  | <0.010 |       |
| Gamma                        | 2.657  | <0.005 |       |
| Gamma de 3 parámetros        | 3.027  |        | 0.047 |
| Logística                    | 2.618  | <0.005 |       |
| Loglogística                 | 2.633  | <0.005 |       |
| Loglogística de 3 parámetros | 2.618  |        | 0.984 |
| Transformación de Johnson    | 0.383  | 0.390  |       |

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De la tabla 16, tenemos que la bondad del ajuste, con  $p > 0.05$ , solo cumple: Logística de 3 parámetros. Cuando se trata de casos no paramétricos solo se debe estimar la Pp (capacidad del proceso a largo plazo).

## Informe de capacidad del proceso de C9 Cálculos basados en el modelo de distribución Loglogística

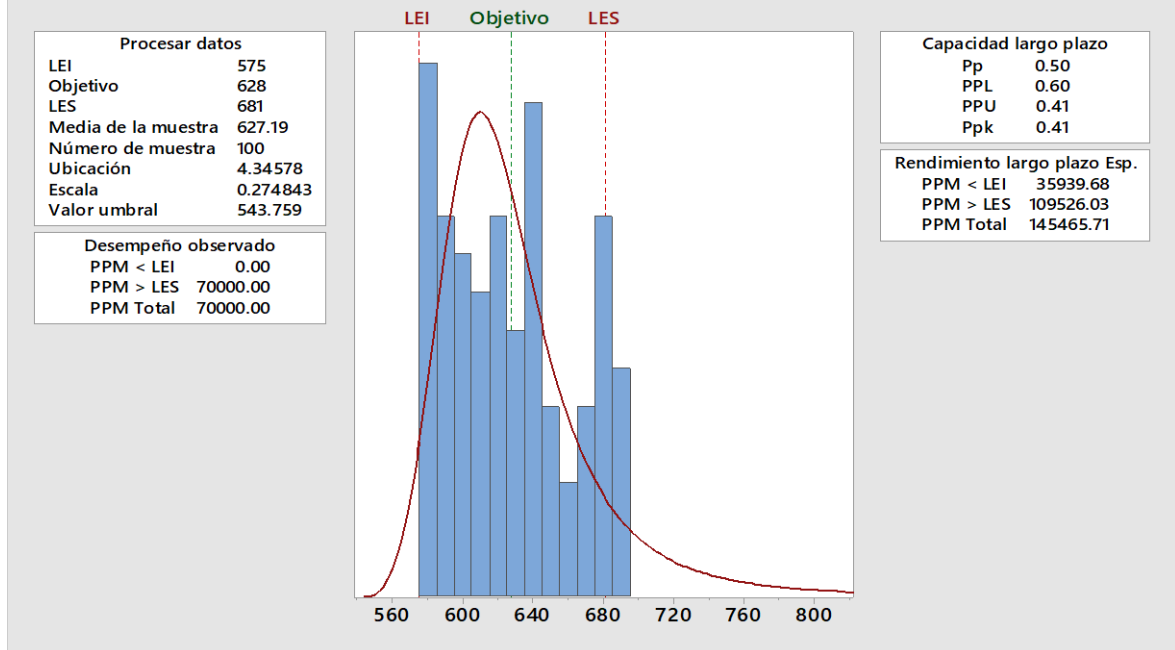


Figura. 19 Capacidad de proceso con distribución no normal loglogística de 3 parámetros

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La figura 19 muestra que la capacidad de proceso a largo plazo (Pp) es 0.50 con un rendimiento esperado de 145 465.71 unidades no conformes por cada millón producidas. Así mismo, esta recoge el análisis del nivel sigma o nivel Z generado en la capacidad de proceso con distribución no normal loglogística de 3 parámetros. En este caso el nivel sigma (nivel Z) de la capacidad de proceso a largo plazo fue de 1,06 con un total de productos disconformes esperados de 145 465.71 que se comprueba con la tabla 17 y figura 20.

Tabla 17.- Nivel sigma y defectos por millón de oportunidades

| Nivel sigma | Defectos por millón de oportunidades | Rendimiento |
|-------------|--------------------------------------|-------------|
| 6           | 3                                    | 99.9997%    |
| 5           | 233                                  | 99.997%     |
| 4           | 6210                                 | 99.379%     |
| 3           | 66807                                | 93.32%      |
| 2           | 308537                               | 69.2%       |
| 1           | 690000                               | 31%         |

Fuente: Socconini (2016)

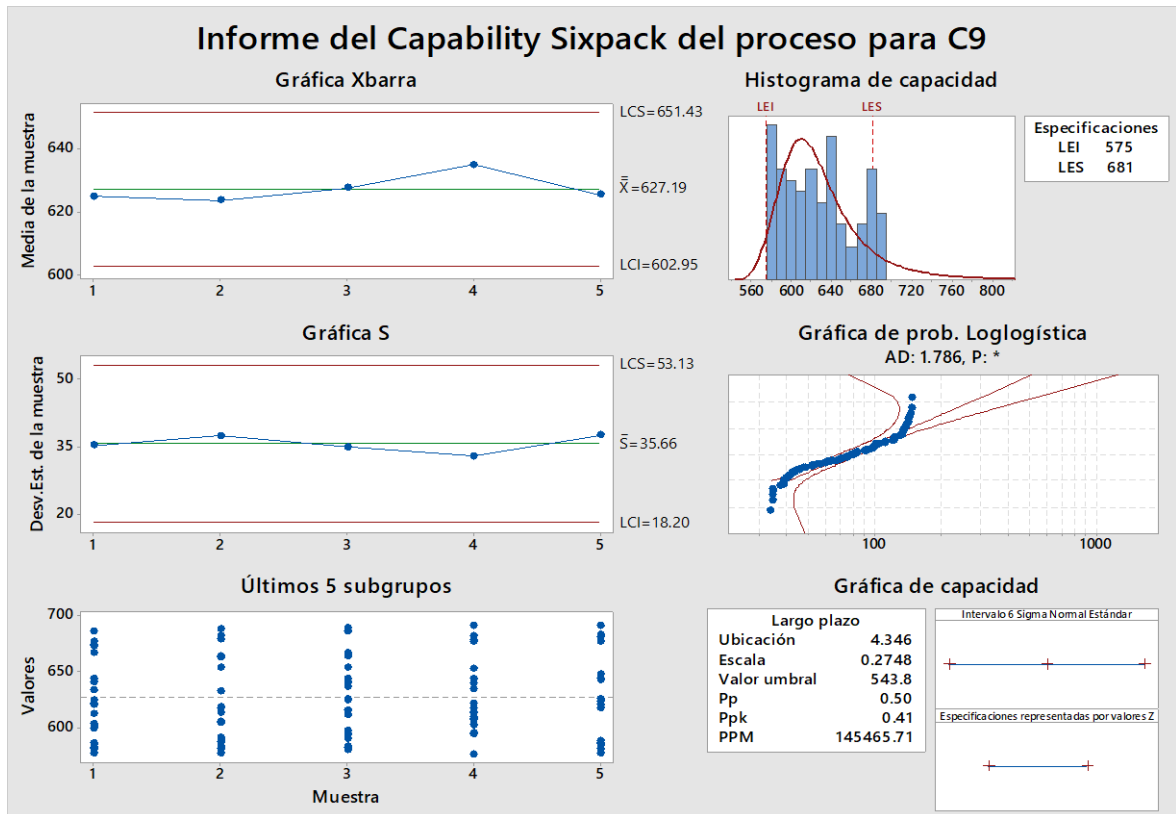


Figura. 20 Análisis Sixpack Pp

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

**Sesgo:** Es la diferencia entre el promedio de las mediciones hechas (VP) y el valor de referencia (VR) obtenido con el patrón o instrumento de medición usado para medir a los de uso diario. Si no se tiene una muestra de referencia, se puede seleccionar una en el rango medio del proceso. Se debe medirla 10 a más veces en el laboratorio y el promedio de las mediciones será el valor de referencia (Escalante, 2013, p.95). La figura 21 muestra esta definición de exactitud.

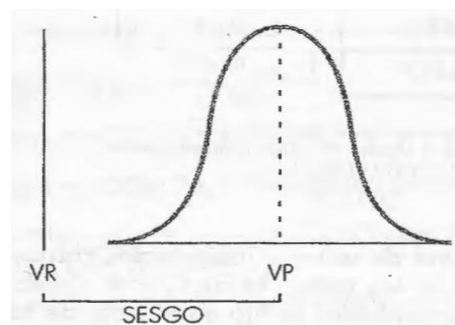


Figura. 21 Definición gráfica de sesgo

Fuente: Escalante (2013, p.95)

Si se desea evaluar el sesgo de la balanza al medir el peso de una cápsula, el valor de referencia de la cápsula llena fue de 630 mg y se pesó 12 veces por un operador. La tabla 18 muestra los datos para calcular el sesgo.

Tabla 18.- *Datos para calcular el sesgo*

| Medición | Valor (cm) | sesgo  |
|----------|------------|--------|
| 1        | 630.01     | 0.01   |
| 2        | 629.99     | - 0.01 |
| 3        | 629.99     | - 0.01 |
| 4        | 630.02     | 0.02   |
| 5        | 630.01     | 0.01   |
| 6        | 630.00     | 0.00   |
| 7        | 630.01     | 0.01   |
| 8        | 629.99     | - 0.01 |
| 9        | 630.00     | 0.00   |
| 10       | 630.01     | 0.01   |
| 11       | 630.01     | 0.01   |
| 12       | 630.01     | 0.01   |

Fuente: Elaboración propia

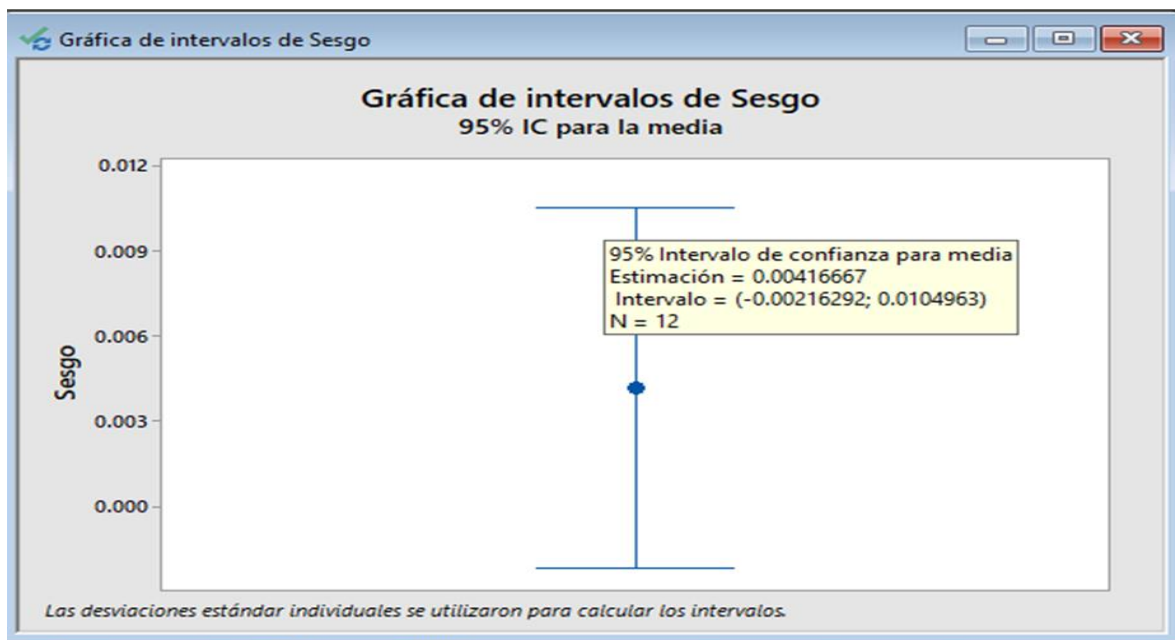


Figura. 22 Gráfica de intervalos de sesgo

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De la figura 22 observamos que el intervalo es (-0.00216292;0.0104963) y como cero está en el intervalo, el sesgo es aceptable (estadísticamente el sesgo es cero).



### Evaluación de la repetibilidad y la reproducibilidad (GR&R o RR)

Escalante (2013, p.105-p106) señala que al método de repetibilidad y reproducibilidad (RR) se le conoce como medias y rangos o método largo. En el caso del estudio se siguieron los siguientes pasos:

1. Calibrar el instrumento, si esto es parte del procedimiento normal de medición.
2. Seleccionar  $p=3$  operarios que midan por  $r=3$  veces las mismas  $n=10$  piezas ( $n>5$ , numeradas), en orden aleatorio (véase tabla 19). Se desea que  $np>15$  para calcular  $k1$  como  $1/d2$ , y en general para tener más observaciones.
3. Seleccionar las piezas que cubran todo el rango de variación de la especificación, incluyendo algunas fuera de ella.
4. Llenar el formato de RR o usar algún software.

Tabla 19.- *Datos repetibilidad y reproducibilidad pre test con tres operarios*

| Cápsula | Operario | Medición | Orden |
|---------|----------|----------|-------|
| 1       | 1        | 367      | 1     |
| 2       | 1        | 345      | 1     |
| 3       | 1        | 350      | 1     |
| 4       | 1        | 361      | 1     |
| 5       | 1        | 335      | 1     |
| 6       | 1        | 355      | 1     |
| 7       | 1        | 340      | 1     |
| 1       | 1        | 367      | 2     |
| 2       | 1        | 345      | 2     |
| 3       | 1        | 350      | 2     |
| 4       | 1        | 361      | 2     |
| 5       | 1        | 335      | 2     |
| 6       | 1        | 356      | 2     |
| 7       | 1        | 339      | 2     |
| 1       | 1        | 366      | 3     |
| 2       | 1        | 344      | 3     |
| 3       | 1        | 349      | 3     |
| 4       | 1        | 361      | 3     |
| 5       | 1        | 335      | 3     |
| 6       | 1        | 356      | 3     |
| 7       | 1        | 339      | 3     |

|   |   |     |   |
|---|---|-----|---|
| 1 | 2 | 365 | 1 |
| 2 | 2 | 345 | 1 |
| 3 | 2 | 351 | 1 |
| 4 | 2 | 360 | 1 |
| 5 | 2 | 335 | 1 |
| 6 | 2 | 356 | 1 |
| 7 | 2 | 339 | 1 |
| 1 | 2 | 364 | 2 |
| 2 | 2 | 346 | 2 |
| 3 | 2 | 349 | 2 |
| 4 | 2 | 360 | 2 |
| 5 | 2 | 333 | 2 |
| 6 | 2 | 355 | 2 |
| 7 | 2 | 339 | 2 |
| 1 | 2 | 364 | 3 |
| 2 | 2 | 346 | 3 |
| 3 | 2 | 351 | 3 |
| 4 | 2 | 361 | 3 |
| 5 | 2 | 334 | 3 |
| 6 | 2 | 354 | 3 |
| 7 | 2 | 341 | 3 |
| 1 | 3 | 365 | 1 |
| 2 | 3 | 344 | 1 |
| 3 | 3 | 350 | 1 |
| 4 | 3 | 360 | 1 |
| 5 | 3 | 334 | 1 |
| 6 | 3 | 354 | 1 |
| 7 | 3 | 340 | 1 |
| 1 | 3 | 367 | 2 |
| 2 | 3 | 344 | 2 |
| 3 | 3 | 350 | 2 |
| 4 | 3 | 360 | 2 |
| 5 | 3 | 334 | 2 |
| 6 | 3 | 355 | 2 |
| 7 | 3 | 340 | 2 |
| 1 | 3 | 366 | 3 |
| 2 | 3 | 345 | 3 |
| 3 | 3 | 350 | 3 |
| 4 | 3 | 360 | 3 |
| 5 | 3 | 334 | 3 |
| 6 | 3 | 355 | 3 |
| 7 | 3 | 340 | 3 |

Fuente: elaboración propia

Para el estudio de repetibilidad y reproducibilidad (tabla 19), se seleccionaron  $p=3$  operadores y una balanza para medir el peso de  $n=7$  cápsulas ( $n=7 > 5$  y  $np=21 > 15$ ) con especificación de 640 a 660 mg. Dichas cápsulas fueron medidas aleatoriamente  $r=3$  veces por cada operador.

En los diseños anidados cada pieza es medida por un solo operario. Este método se utiliza cuando los ensayos son destructivos. En este caso cada operario también debería medir varias veces la misma pieza, pero como esto no es factible deberá medir varias piezas (piezas contiguas fabricadas en idénticas condiciones) de modo que la variabilidad sea despreciable y puedan considerarse, a efectos prácticos, como una sola pieza (Grima, Almagro y Tort-Martorell, 2011, p. 139).

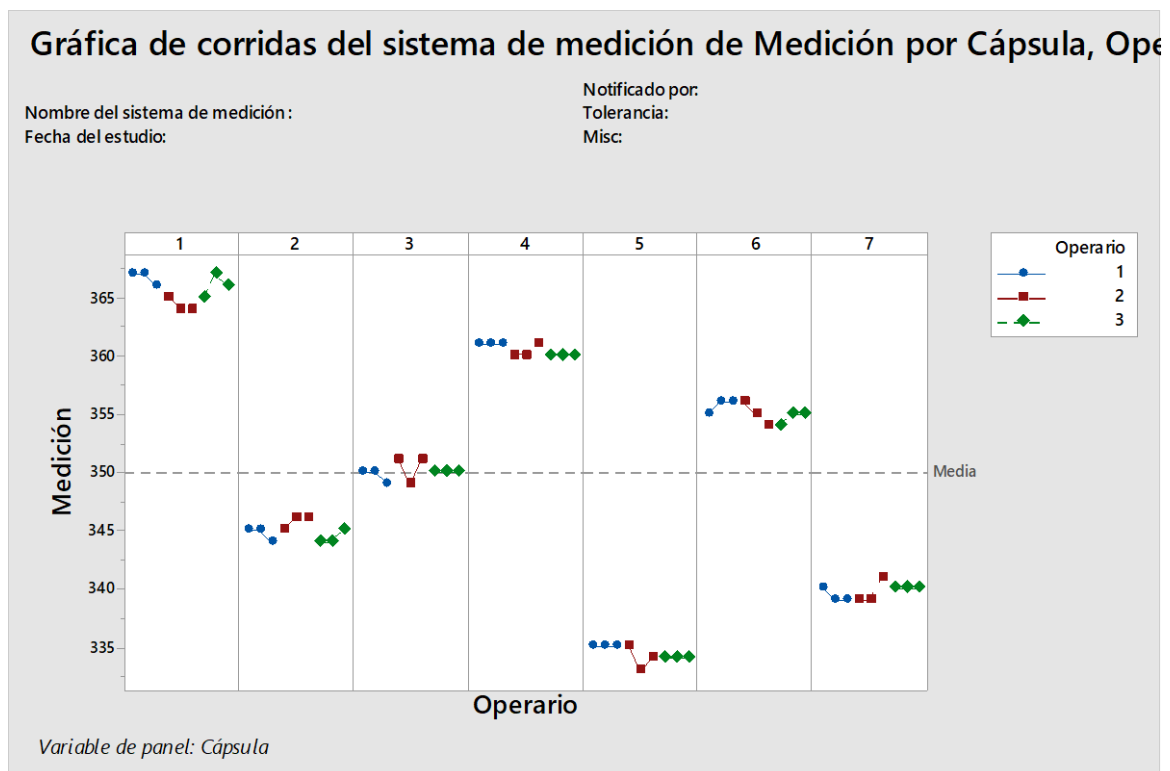


Figura. 23 Gráfica de corridas del sistema de Medición por Cápsula

Fuente: Propia en SPSS

De la figura 23 se observa diferencias entre las cápsulas pues los resultados por encima y debajo de la media. Los 3 operarios tienden a medir con mucha variabilidad faltando adiestramiento para mejorar el sistema de medición.

# Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición :  
 Fecha del estudio:

Notificado por:  
 Tolerancia: 20  
 Misc:

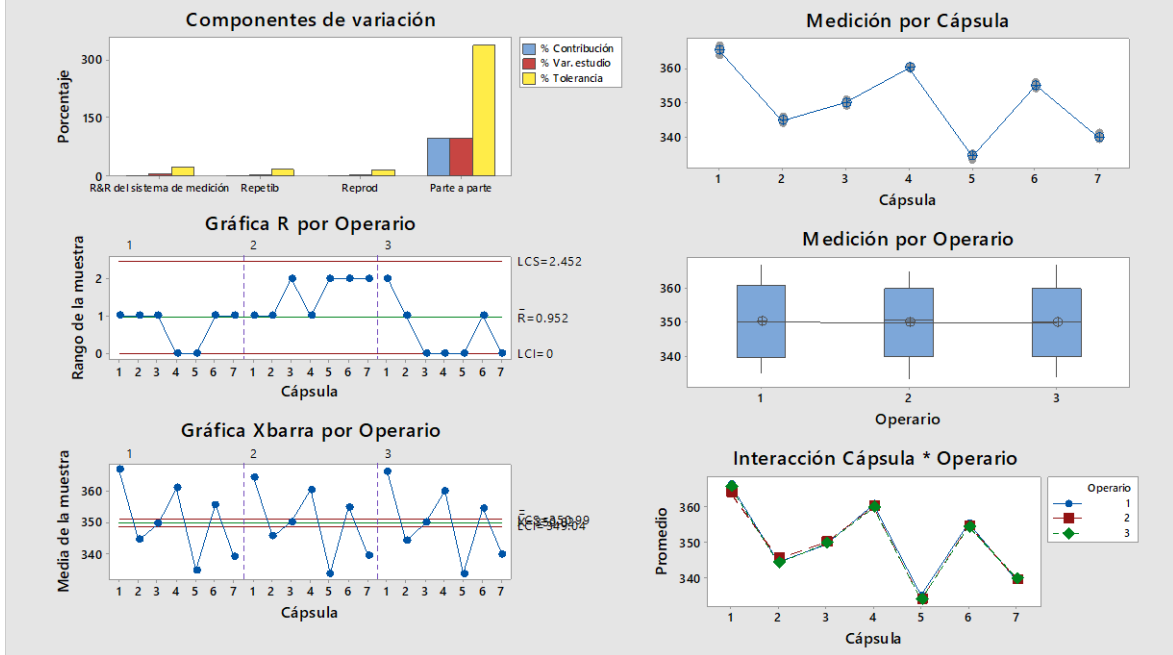


Figura. 24 Informe R&R del sistema de medición pre test

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La figura 24 muestra la gráfica de medias y los rangos de las mediciones de los operadores. Todos los rangos deben estar dentro de los límites de control y la mayoría de las medias fuera de sus límites de control. Esto indica la capacidad del instrumento de medición para detectar la variación como parte de un análisis inicial. Se observa en el diagrama de caja que el operario 2 tenía un mayor promedio que sus compañeros.

Un sistema de medida se considera correcto, si la anchura definida por su variabilidad (R&R del sistema de medición total) es menor del 20% del intervalo de especificaciones (Grima, Almagro y Tort-Martorell, 2011, p. 146).

Tabla 20.- Evaluación del sistema de medición

| Fuente            | Desv.Est.<br>(DE) | Var. Estudio<br>(6 x DE) | %Var.            |                           |
|-------------------|-------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|
|                   |                   |                          | estudio<br>(%VE) | %Tolerancia<br>(VE/Toler) |
| Gage R&R total    | 0.8493            | 5.0959                   | 7.53             | 25.46                     |
| Repetibilidad     | 0.6547            | 3.9279                   | 5.81             | 19.64                     |
| Reproductibilidad | 0.5411            | 3.2465                   | 4.80             | 16.23                     |
| Operario          | 0.0000            | 0.0000                   | 0.00             | 0.00                      |
| Operario*Cápsula  | 0.5411            | 3.2465                   | 4.80             | 16.23                     |
| parte a parte     | 11.2408           | 67.4445                  | 99.72            | 337.22                    |
| Variación total   | 11.2728           | 67.6368                  | 100.00           | 338.18                    |

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De la tabla 20 la anchura de variabilidad (99.7 se trabaja con  $6\sigma$ ) del sistema es 25.48% mayor a la anchura de la tolerancia. El problema está en el equipo de medición y no en los operadores. Habría que investigar la causa, tal vez es por el desajuste del equipo, desgaste de la superficie de llenado donde se depositan las cápsulas o el desgaste de la espátula manual para el llenado de las cápsulas.

Tabla 21.- Atributos para cartas de control

| <b>Análisis de atributos</b>  | <b>Errores en productos terminado</b>  | <b>Errores en envasado</b>                                      |
|---|--|---|
| Si se contabiliza productos defectuosos se trabaja con la gráfica donde:<br>P: Se trabaja en proporción de buenos para decir que el proceso está dentro de control<br>NP: Se trabaja en cantidad de buenos (20, 30,100, etcétera) para decir que el proceso está dentro de control. | Frasco bien tapado<br><br>Caja sin golpes y un buen armado de esta<br><br>Correcto lotizado          | Peso<br><br>Cápsulas rotas.<br><br>Sellado hermético del frasco |
| Cálculo de los límites de control (LC) de P   | Etiqueta sin mancha, texto borroso, etiquetas mal adheridas al frasco, lotizado superpuesto al texto |   |
| Inspecciones cualitativas o por atributos   |  |   |

Tabla 22.- Análisis de paquetes defectuosos mes 1

| N  | Paquetes | Defectuosos | N  | Paquetes | Defectuosos |
|----|----------|-------------|----|----------|-------------|
| 1  | 595      | 15          | 21 | 594      | 7           |
| 2  | 593      | 5           | 22 | 606      | 5           |
| 3  | 607      | 8           | 23 | 601      | 7           |
| 4  | 596      | 10          | 24 | 598      | 4           |
| 5  | 602      | 6           | 25 | 599      | 2           |
| 6  | 599      | 5           | 26 | 590      | 3           |
| 7  | 600      | 5           | 27 | 588      | 5           |
| 8  | 590      | 7           | 28 | 597      | 3           |
| 9  | 599      | 2           | 29 | 604      | 6           |
| 10 | 601      | 4           | 30 | 605      | 5           |
| 11 | 598      | 9           | 31 | 597      | 7           |
| 12 | 600      | 17          | 32 | 603      | 9           |
| 13 | 597      | 4           | 33 | 596      | 5           |
| 14 | 594      | 5           | 34 | 597      | 3           |
| 15 | 595      | 3           | 35 | 607      | 8           |
| 16 | 597      | 10          | 36 | 596      | 15          |
| 17 | 599      | 7           | 37 | 598      | 4           |
| 18 | 596      | 5           | 38 | 600      | 6           |
| 19 | 607      | 4           | 39 | 608      | 8           |
| 20 | 601      | 9           | 40 | 592      | 5           |

Fuente: Elaboración propia

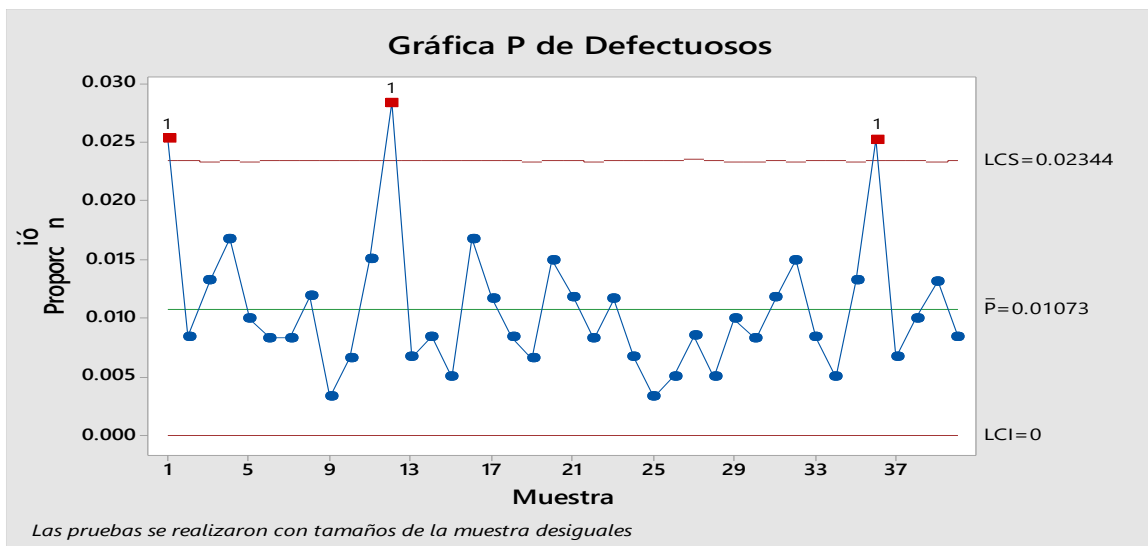


Figura. 25 Gráfica P de defectuosos pre test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 25 se observa que 03 puntos superan los LC. Se ha señalado que solo para la estimación de los LC se pueden eliminar estos puntos y generar una nueva gráfica de LC, son los puntos 1,12 y 36.

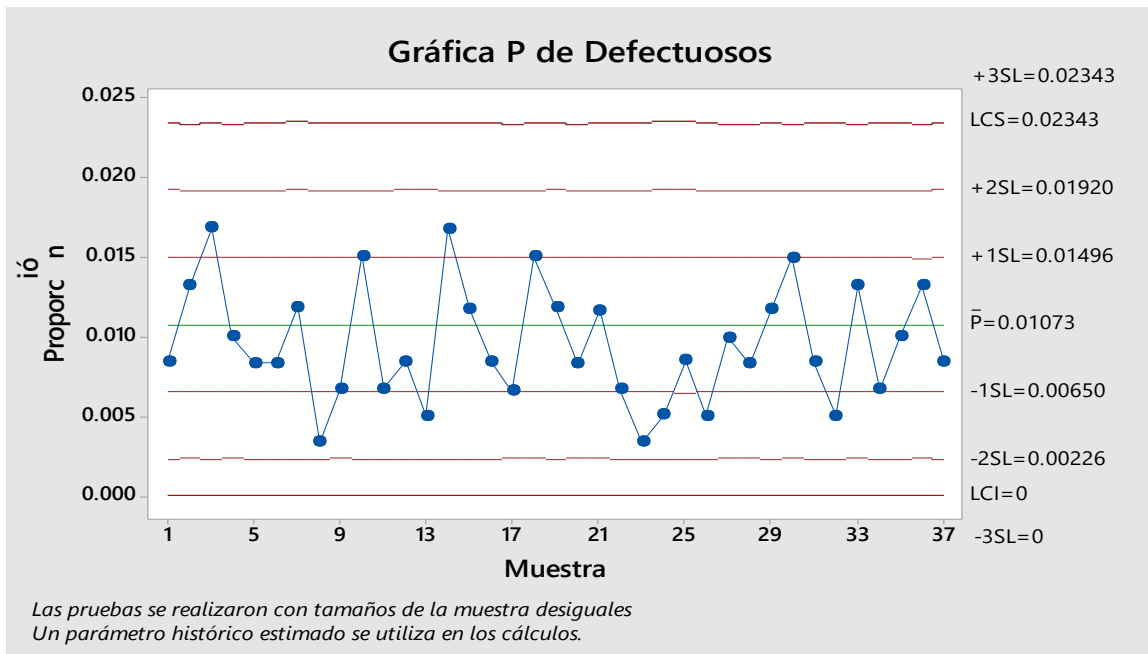


Figura. 26 Gráfica P de defectuosos pre test

Fuente: Elaboración propia

De la figura 26 obtenemos el p promedio de 0.01073, los paquetes analizados son 600, el LCS es  $0.02343 = 2.143\%$ , es decir, como máximo debemos tener  $600 \times 2.343\% = 14$  frascos defectuosos. Estos resultados varían si se incrementa el número de paquetes analizados.

La gráfica de límite de control (LC) es rugosa porque la cantidad de total de frascos no es constante. Ahora analizando la información del mes 2 (tabla 23).

Tabla 23.- Análisis de paquetes defectuosos mes 2

| N  | Paquetes | Defectuosos | N  | Paquetes | Defectuosos |
|----|----------|-------------|----|----------|-------------|
| 1  | 592      | 2           | 21 | 607      | 6           |
| 2  | 604      | 2           | 22 | 588      | 10          |
| 3  | 590      | 8           | 23 | 608      | 4           |
| 4  | 608      | 8           | 24 | 600      | 2           |
| 5  | 587      | 5           | 25 | 587      | 4           |
| 6  | 593      | 5           | 26 | 602      | 6           |
| 7  | 595      | 18          | 27 | 585      | 4           |
| 8  | 597      | 9           | 28 | 613      | 7           |
| 9  | 594      | 7           | 29 | 593      | 10          |
| 10 | 586      | 4           | 30 | 608      | 6           |
| 11 | 604      | 3           | 31 | 596      | 9           |
| 12 | 613      | 6           | 32 | 598      | 2           |
| 13 | 590      | 5           | 33 | 585      | 3           |
| 14 | 597      | 6           | 34 | 614      | 9           |
| 15 | 605      | 8           | 35 | 608      | 10          |
| 16 | 598      | 10          | 36 | 611      | 5           |
| 17 | 597      | 4           | 37 | 590      | 10          |
| 18 | 594      | 3           | 38 | 599      | 2           |
| 19 | 602      | 19          | 39 | 595      | 2           |
| 20 | 590      | 5           | 40 | 587      | 2           |

Fuente: Elaboración propia

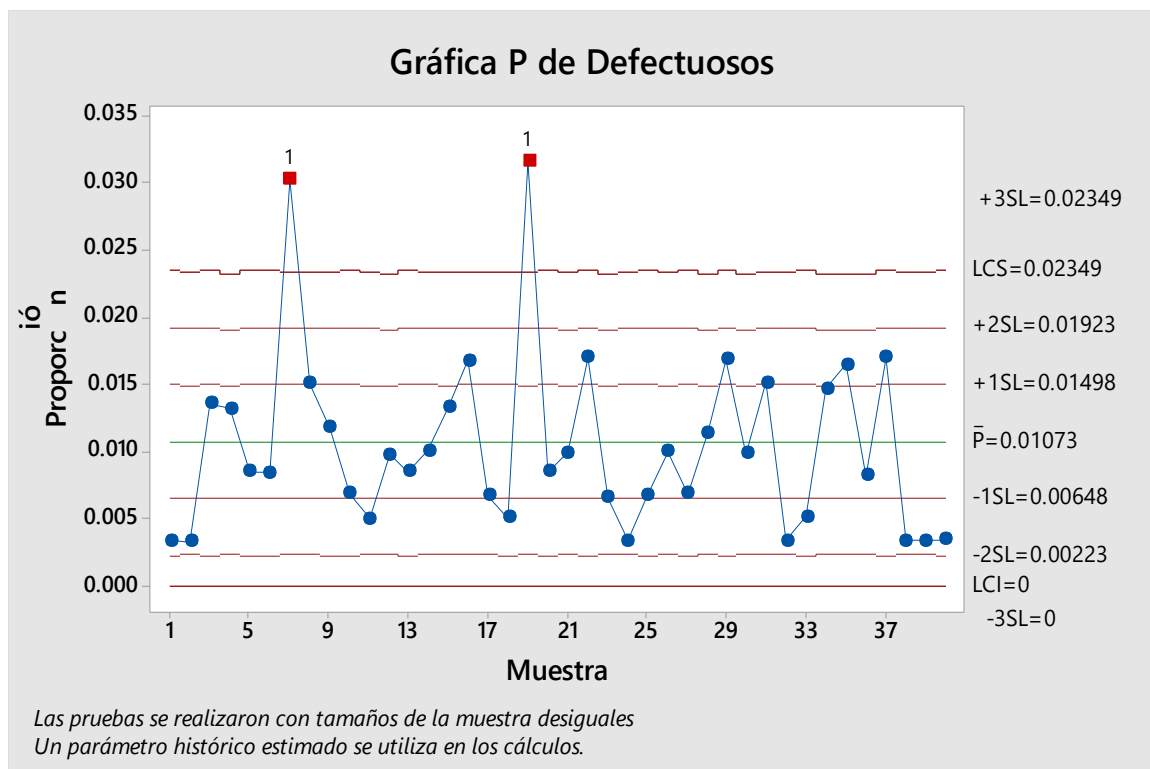


Figura. 27 Gráfica de defectuosos mes2 con p promedio 0.01073 pre test

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

Según la Figura 27 los LC del mes 2 estuvieron fuera de control en la cantidad de



defectos por producto analizado. Se hizo un informe de rechazo para que el proveedor no vuelva a traer material defectuoso. En el caso del producto terminado el proceso se volvió a revisar en el área de producción para retirar las cajas defectuosas en todo el lote.

### Capacidad de proceso por atributos

La Binomial: Es para elementos defectuosos, productos defectuosos (P y NP), la distribución no se determina pues se sabe que es una distribución binomial.

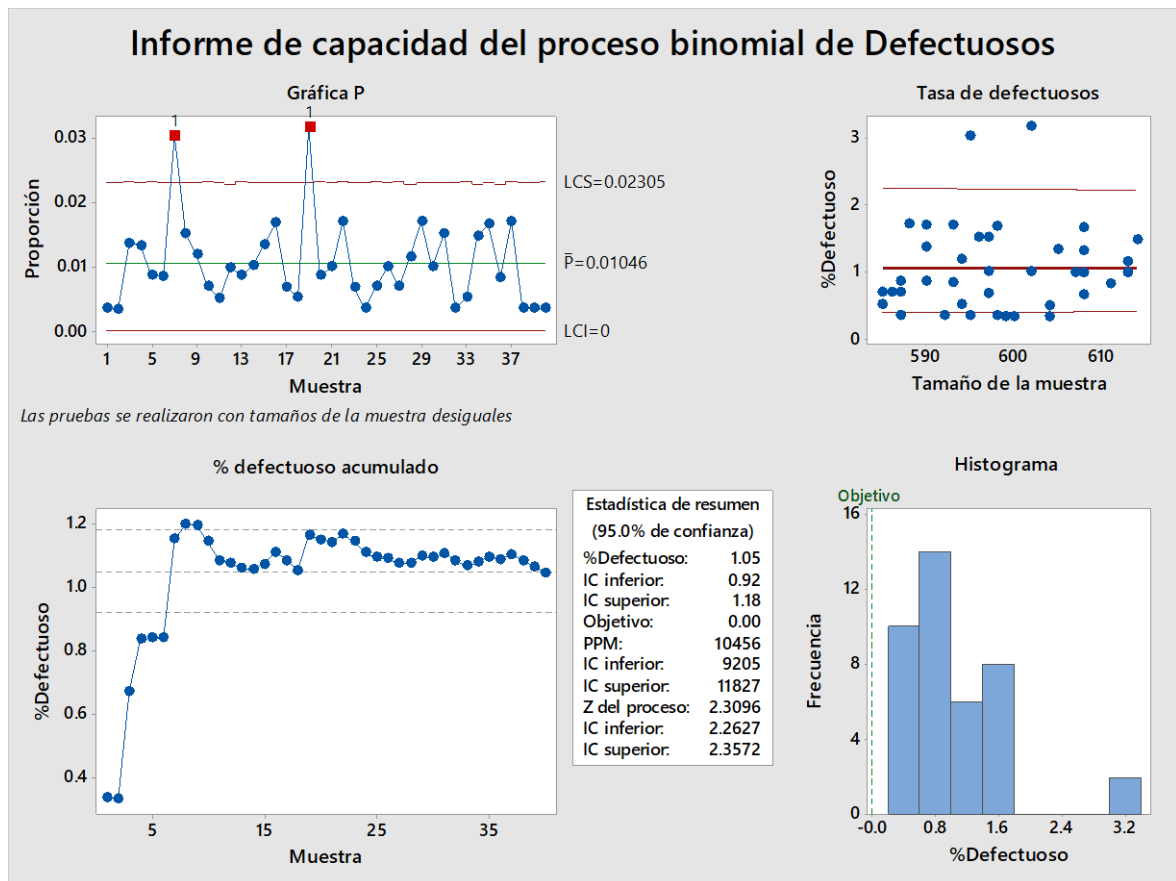


Figura. 28 Análisis de capacidad para productos defectuosos pre test

Fuente: Elaboración propia en Minitab

El Nivel Z del proceso (figura 28) es 2.3096 también llamado nivel sigma. De la gráfica de porcentaje (%) defectuosos se observa como los productos defectuosos aumentan y luego se mantienen en el tiempo. Un nivel sigma de 2.3096 indica 10 456 ppm (partes por millón) de rechazos y un porcentaje de defectuosos de 1.05%.

### **3. CTQ's (Critical to Quality) parámetros de calidad Críticos**

Socconini (2016, p. 24) señala que una CTQ es aquella característica del producto que va a satisfacer un requisito crítico del cliente. A pesar de la buena aceptación del reconstituyente vitamínico en el mercado local todavía; se deben mejorar algunos aspectos para lograr un producto de mayor calidad y satisfacción en el cliente. Por ello, nos enfocamos en estandarizar el proceso del reconstituyente vitamínico con su peso en el producto final como la característica crítica para la calidad:

### **4. Enunciado del problema y metas a cumplir**

Por el alcance, los recursos y el tiempo requeridos por la investigación, se trabajó en la variabilidad de los pesos en el producto terminado que originan lo siguiente:

- ✓ El problema de la falta de estandarización del proceso de fabricación del reconstituyente vitamínico involucra al peso del producto final.
- ✓ La variabilidad en los pesos del producto terminado que genera pérdidas tanto para la empresa como al cliente; esto cuando el peso es en exceso o cuando el cliente obtiene una menor cantidad de producto respecto a la cantidad ofrecida. Trabajar en este aspecto es importante para mejorar la rentabilidad y la satisfacción de los consumidores y clientes.
- ✓ El peso promedio de una cápsula del reconstituyente vitamínico es 630.5 mg, con un rango de variación entre 575.87 mg y 681.87 mg, representando una pérdida promedio de S/ 0.024 por cada mg que excede en el peso del molde, para lo cual se debe de estandarizar el peso entre 575.87 y 600 gramos.

### **6. Project Charter**

Su detalle se muestra en la tabla 24 adjunta.

Tabla 24.- Carta del Proyecto LSS

| <b>CARTA DE DEFINICIÓN DE PROYECTOS LEAN SIX SIGMA</b>   |   |                    |                |
|--|---|--------------------|----------------|
| Nombre del iniciador:  | Medina Bocanegra, Betsabé   | Proyecto N°:       | LSS-001        |
| Documento N°:  | LSS-001-001   | inicio: 01/03/2022 | fin:10/07/2022 |
| <b>1. CASO DEL NEGOCIO</b>   |   |                    |                |
| En el proceso de elaboración del reconstituyente vitamínico los pesos de los productos terminados es el factor más importante a mejorar y optimizar. Se determinó que el producto terminado presenta variabilidad en los pesos, el peso promedio de una cápsula llena del reconstituyente vitamínico es 630.5 mg, con un rango de variación entre 575.87 mg y 681.87 mg, representado una pérdida promedio de S/ 0.024 por cada mg que excede en el peso del molde, por lo que se debe estandarizar el peso entre 575.87 y 600 gramos. |   |                    |                |
| <b>2. PROPÓSITO (CTQ's a mejorar)</b>  |   |                    |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estandarizar el peso del producto final.</li> </ul>   |   |                    |                |
| <b>3. OBJETIVO ESTRATÉGICOS DEL PROYECTO Y ENTREGABLES</b>   |   |                    |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir en un 5% mensual los costos directos de fabricación.</li> <li>• Crecer en un 3% anual en utilidades.</li> <li>• Mejorar el rendimiento de materia prima en un 5% mensual.</li> <li>• Indicador de cumplimiento.</li> </ul> <p style="text-align: right;"><i>Indicador de cumplimiento = <math>\frac{\text{alcanzado}}{\text{esperado (proyectado, presupuestado)}}</math></i></p>   |   |                    |                |
| <b>4. ALCANCE</b>  |   |                    |                |
| Elaboración de reconstituyente vitamínico, que incluye actividades desde la recepción de la materia prima hasta el empaque del producto final.   |   |                    |                |
| <b>5. MÉTRICOS (LÍNEA BASE)</b>  |   |                    |                |
| CTQ's  | Métrico   | Actual             | Objetivo       |
| Producción obtenida de la materia prima utilizada  | <i>Indicador de rendimiento</i><br><i><math>\frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Producción esperada}}</math></i> | 93.68%             | 100%           |
| Peso producto final  | Peso del producto final   | 630.5 mg           | 588 +/- 12 mg  |

Fuente: Elaboración propia

## FASE: MEDIR

Se determinaron las mediciones del proceso de elaboración del reconstituyente vitamínico, teniendo como base los datos del rendimiento del sistema existente. Se trabajó un modelo del estado de mejora y el desarrollo de un plan para lograr el objetivo. Los objetivos de esta etapa fueron:

- Describir el proceso a detalle para conocer su funcionalidad y comprender los puntos clave de decisión.

- Recolectar información necesaria utilizando las herramientas de observación de los indicadores claves del negocio que ayuden a establecer la situación actual.
- **Herramientas utilizadas:** Mapeo del proceso, diagrama cross functional map, DAP, VSM, producción diaria y el rendimiento de materia prima.
- **Métricas para el desempeño:** Defectos por millón de oportunidades (DPMO), Nivel sigma.
- **Entregables:** Plan de medición, Diagrama de flujo del proceso

## 1. Mapeo de Proceso

A fin de asegurar la competitividad es fundamental comprender como funcionan los procesos en la organización (Chase y Jacobs, 2014, p. 108). El Cross-Functional map permite visualizar las responsabilidades y relaciones que existen entre los diferentes actores a lo largo del proceso (figuras 29, 30,31 y 32).

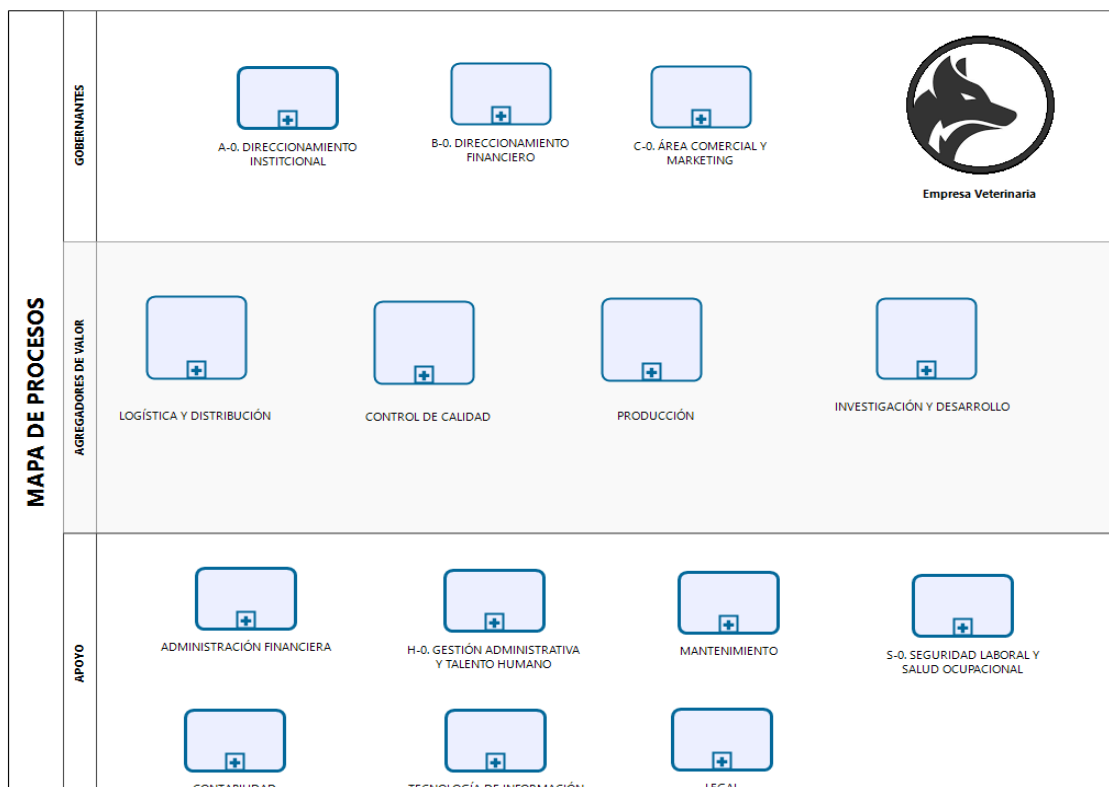


Figura. 29 Mapeo estratégico de procesos en la empresa

Fuente: Elaboración propia

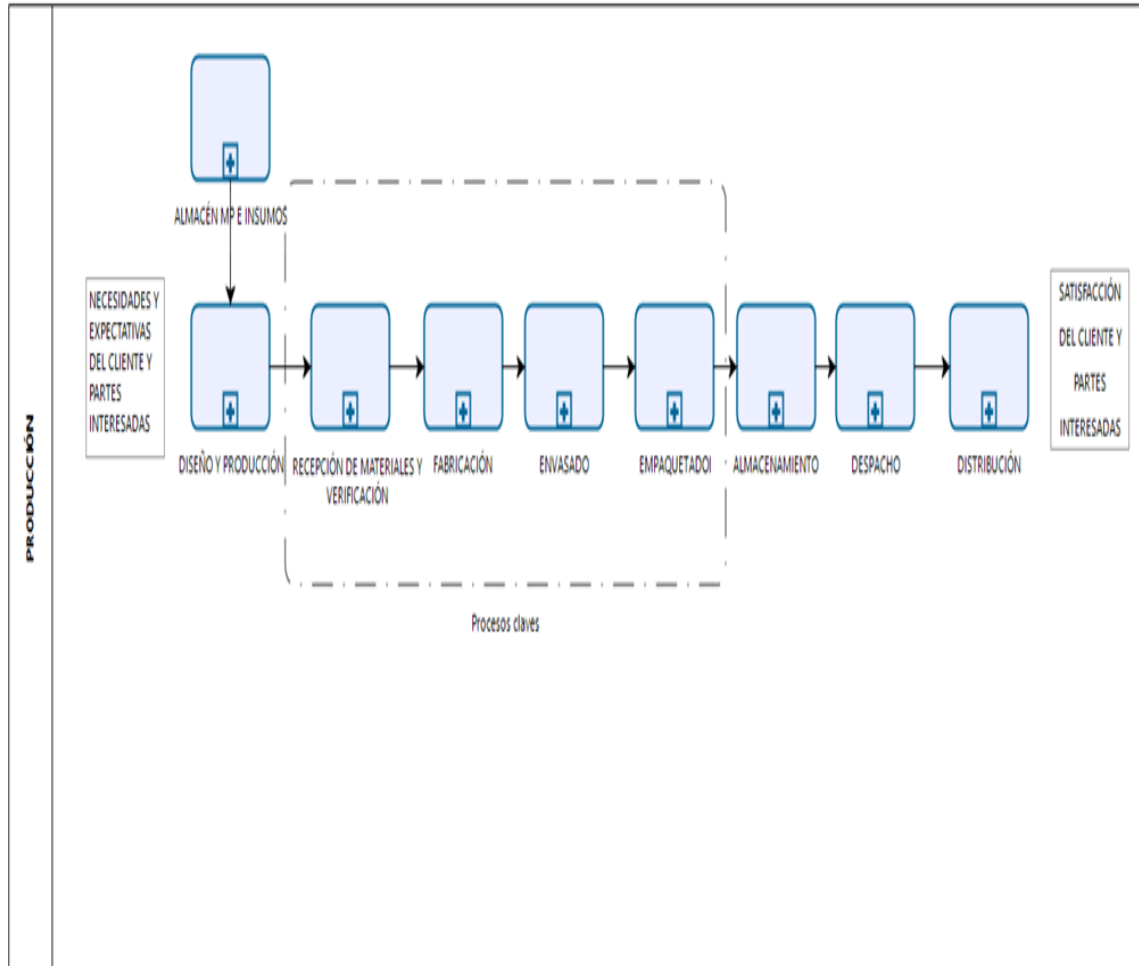


Figura. 30 Mapeo de proceso de producción

Fuente: Elaboración propia

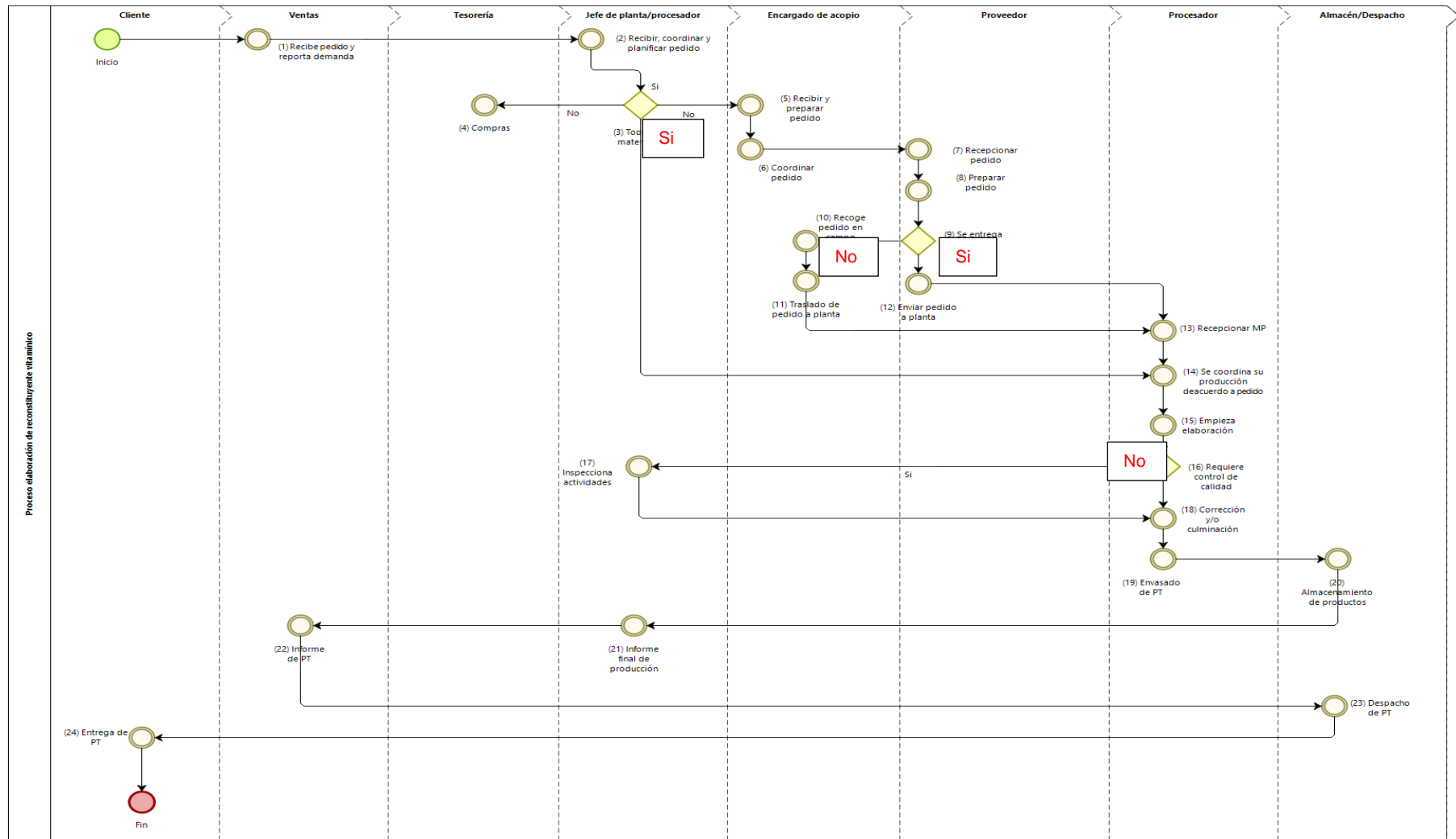


Figura. 31 Cross-Funcional de la cadena de valor para la elaboración de reconstituyente vitamínico

Fuente: Elaboración propia en Bizagi

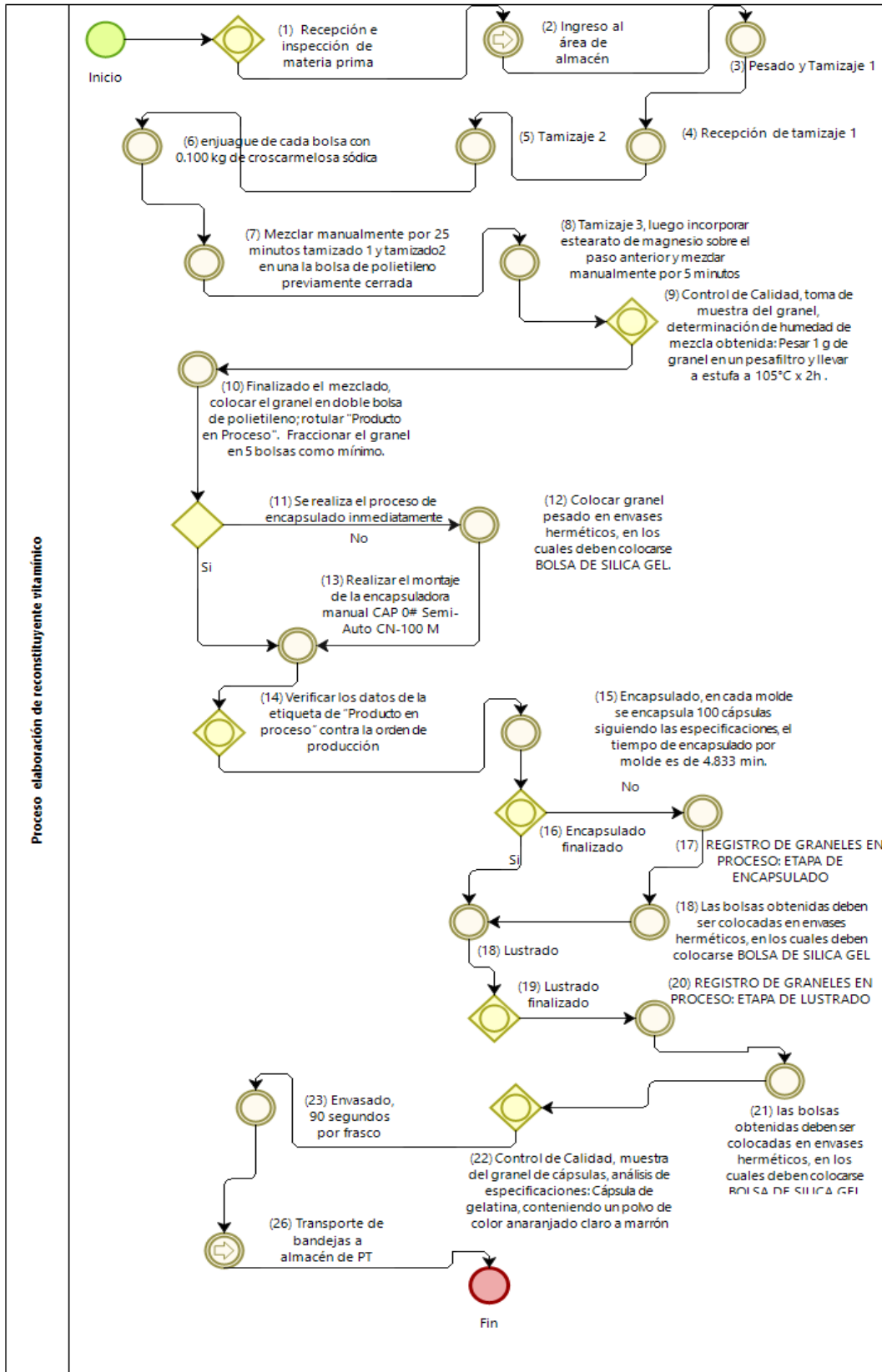


Figura. 32 Cross-Functional map: Elaboración de reconstituyente vitamínico

Fuente: Elaboración propia en Bizagi

a. DOP pre test

Diagrama de operaciones

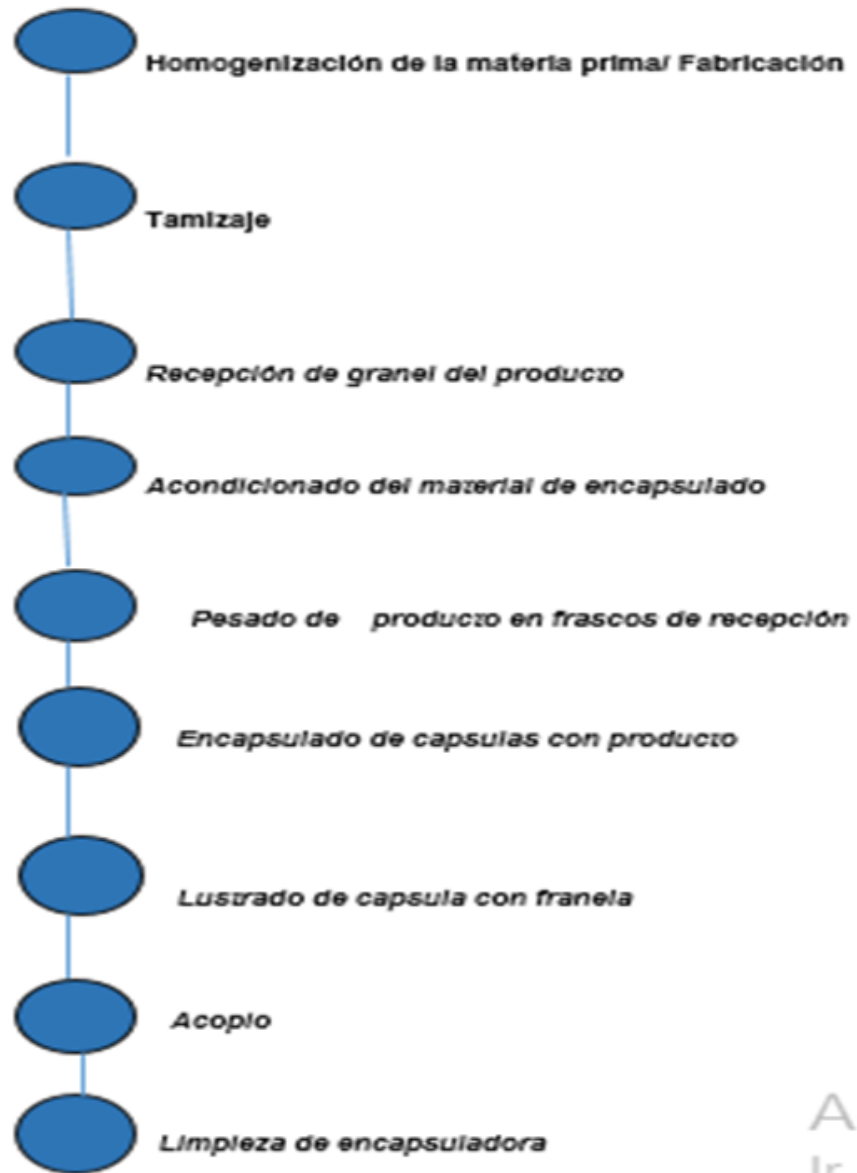


Figura. 33 DOP pre test

Fuente: Elaboración propia



## b. DAP pre test











| DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS (DAP)   |   |          |   |                                 |   |   |   |   |   |  |
|--|---|----------|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|--|
| Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____   |   |          | Operar. <input checked="" type="checkbox"/>                                       | Mater. <input type="checkbox"/> | Maqui. <input type="checkbox"/>   |   |   |   |   |  |
| PROCESO:   |   |          | RESUMEN:  |                                 |   |   |   |   |   |  |
| <b>Fecha: 12/03/2022</b>   |   |          | <b>SÍMBOLO</b>  | <b>ACTIVIDAD</b>                | <b>Act.</b>   |   |   |   |   |  |
| El estudio Inicia: Con la recepción de la materia prima                              |   |          |  | Operación                       | 17  |   |   |   |   |  |
| Método: Actual: <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/> Propuesto: _____ |   |          |  | Transporte                      | 3   |   |   |   |   |  |
| Producto: Reconstituyente vitamínico   |   |          |  | Inspección                      | 4   |   |   |   |   |  |
| Nombre del operario: Medina Bocanegra, Betsabé                                       |   |          |  | Espera                          | 4   |   |   |   |   |  |
| Elaborado por: Medina Bocanegra, Betsabé   |   |          |  | Almacenaje                      | 0   |   |   |   |   |  |
| Tamaño del Lote: 100 frascos   |   |          | Total de Actividades realizadas   |                                 | 28  |   |   |   |   |  |
|  |   |          | Distancia total en metros   |                                 | 5,050   |   |   |   |   |  |
|  |   |          | Tiempo min/hombre   |                                 | 1,760   |   |   |   |   |  |
| NUMERO   | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Cantidad | Distancia metros  | Tiempo minutos                  | SÍMBOLOS PROCESOS   |   |   |   |   |  |
|  |   |          |   |                                 |  |  |  |  |  |  |
| 1  | Demora en las entregas (en planta proveedor)  |          |   | 45.0                            |   |   |   |   |   |  |
| 2  | Acopio de materia prima   |          |   | 60.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 3  | Traslado de materia prima acopiada a planta   |          | 5000.0  | 60.0                            |   | ●   |   |   |   |  |
| 4  | Demora por falla mecánica de movilidad durante traslado   |          |   | 30.0                            |   |   |   | ●   |   |  |
| 5  | Recepción/inspección de materia prima (análisis físico-químico de MP)   |          |   | 60.0                            | ●   |   | ●   |   |   |  |
| 6  | Ingreso al área de almacén  |          | 50.0  | 10.0                            |   | ●   |   |   |   |  |
| 7  | Pesado y tamizaje 1   |          |   | 60.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 8  | Recepción de tamizaje 1 en bolsa de polietileno de 50 Kg  |          |   | 15.0                            |   |   |   | ●   |   |  |
| 9  | Tamizaje 2  |          |   | 60.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 10   | Enjuague de cada bolsa con 0.100 kg de croscarmelosa sódica   |          |   | 15.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 11   | Mezclar de vitaminas tamizado 2 sobre el tamizado 1 de materias primas. Cerrar la bolsa de polietileno y mezclar manualmente.   |          |   | 60.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 12   | Tamizaje 3  |          |   | 15.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 13   | Control de Calidad, la toma de muestra del granel para la determinación de la humedad de la mezcla  |          |   | 125.0                           |   |   | ●   |   |   |  |
| 14   | Colocar el granel en doble bolsa de polietileno; rotular con el formato de "Producto en Proceso"  |          |   | 20.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 15   | De no realizarse el proceso de encapsulado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL. |          |   | 10.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 16   | Realizar el montaje de la encapsuladora manual CAP 0# Semi-Auto CN-100 M  |          |   | 10.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 17   | Verificar los datos de la etiqueta de "Producto en proceso" contra la orden de producción   |          |   | 10.0                            |   |   | ●   |   |   |  |
| 18   | Encapsulado, en cada molde se encapsula 100 cápsulas siguiendo las especificaciones, el tiempo de encapsulado por molde es de 4.833 min.                                      |          |   | 420.0                           | ●   |   |   |   |   |  |
| 19   | Registro de graneles en proceso: etapa de encapsulado   |          |   | 10.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 20   | De no realizarse el proceso de lustrado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL     |          |   | 5.0                             | ●   |   |   |   |   |  |
| 21   | Lustrado de las cápsulas obtenidas. 30 minutos por bolsa de 2.3 kg de cápsula.  |          |   | 60.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 22   | Registro de graneles en proceso: etapa de lustrado.   |          |   | 10.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 23   | Las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL   |          |   | 10.0                            | ●   |   |   |   |   |  |
| 24   | Control de Calidad, la toma de muestra del granel de cápsulas fabricado para el análisis de las especificaciones indicadas  |          |   | 120.0                           |   |   | ●   |   |   |  |
| 25   | Envasar el producto fabricado aprobado.   |          |   | 435.0                           | ●   |   |   |   |   |  |
| 26   | Demora en envasado  |          |   | 10.0                            |   |   |   | ●   |   |  |
| 27   | Transporte en bandejas a almacén de productos terminados  |          |   | 15.0                            |   | ●   |   |   |   |  |
| TiempoHoras: 29.3  |   |          | m   | 5,050.0                         |   | 1,760.0   | min   |   |   |  |

Figura. 34 DAP pre test

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25.- *Número de ciclos para el tiempo estándar*

| Tabla General Electric Company para determinar número de ciclos a observar |                              |
|--|------------------------------|
| Tiempo de ciclo (min)  | Número de ciclos recomendado |
| 0.10   | 200                          |
| 0.25   | 100                          |
| 0.50   | 60                           |
| 0.75   | 40                           |
| 1.00   | 30                           |
| 2.00   | 20                           |
| 4.00 - 5.00  | 10                           |
| 5.00 - 10.00   | 15                           |
| 10.00 - 20.00  | 8                            |
| 20.00 - 40.00  | 5                            |
| MAS DE 40.00   | 3                            |

Fuente: (Arias, 1994, p.80)

Tabla 26.- *Sistema Westinghouse*

|                      |      |
|----------------------|------|
| Destreza o habilidad | 0.06 |
| Esfuerzo o empeño    | 0.05 |
| Condiciones          | 0.02 |
| Consistencia         | 0.01 |
| Subtotal             | 0.14 |
| Total valoración     | 1.14 |

Fuente: (Niebel, 2009)

Tabla 27.- *Suplementos*

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Necesidades personales   | 5%  |
| Fatiga                   | 2%  |
| Trabajar de pie          | 2%  |
| Postura anormal          | 2%  |
| Levantamiento de peso    | 0%  |
| Intensidad de luz        | 2%  |
| Condiciones atmosféricas | 0%  |
| Atención extrema         | 2%  |
| nivel de ruido           | 0%  |
| Esfuerzo mental          | 1%  |
| Monotonía                | 0%  |
| Tedio                    | 0%  |
| Total                    | 16% |

Fuente: (Niebel, 2009)

Tabla 28.- Tiempo estándar pre test

| DESCRPCIÓN DEL PROCESO  | Observación n1 | Observación n2 | Observación n3 | Tiempo promedio | Valoración | Suplementos | Tiempo estándar |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------|-------------|-----------------|
| Recepción/inspección de materia prima (análisis físico-químico de MP)   | 58.0           | 60.0           | 62.0           | 60.0            | 1.14       | 16%         | 79.3            |
| Ingreso al área de almacén  | 8.0            | 10.0           | 12.0           | 10.0            | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| Pesado y tamizaje 1   | 58.0           | 60.0           | 82.0           | 60.0            | 1.14       | 16%         | 79.3            |
| Recepción de tamizaje 1 en bolsa de polietileno de 50 Kg  | 13.0           | 15.0           | 17.0           | 15.0            | 1.14       | 16%         | 19.8            |
| <b>Tamizaje 2</b>   | 58.0           | 60.0           | 62.0           | 60.0            | 1.14       | 16%         | 79.3            |
| Enjuague de cada bolsa con 0.100 kg de croscarmelosa sódica   | 13.0           | 15.0           | 17.0           | 15.0            | 1.14       | 16%         | 19.8            |
| Mezclar de vitaminas tamizado 2 sobre el tamizado 1 de materias primas. Cerrar la bolsa de polietileno y mezclar manualmente.   | 58.0           | 60.0           | 62.0           | 60.0            | 1.14       | 16%         | 79.3            |
| <b>Tamizaje 3</b>   | 13.0           | 15.0           | 17.0           | 15.0            | 1.14       | 16%         | 19.8            |
| Control de Calidad, la toma de muestra del granel para la determinación de la humedad de la mezcla  | 123.0          | 125.0          | 127.0          | 125.0           | 1.14       | 16%         | 165.3           |
| Colocar el granel en doble bolsa de polietileno; rotular con el formato de "Producto en Proceso"  | 18.0           | 20.0           | 22.0           | 20.0            | 1.14       | 16%         | 36.4            |
| De no realizarse el proceso de encapsulado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL. | 8.0            | 10.0           | 12.0           | 10.0            | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| Realizar el montaje de la encapsuladora manual CAP 0# Semi-Auto C N-100 M   | 8.0            | 10.0           | 12.0           | 10.0            | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| Verificar los datos de la etiqueta de "Producto en proceso o" contra la orden de producción   | 8.0            | 10.0           | 12.0           | 10.0            | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| Encapsulado, en cada molde se encapsula 100 cápsulas siguiendo las especificaciones, el tiempo de encapsulado por molde es de 4.833 min.                                      | 418.0          | 420.0          | 422.0          | 420.0           | 1.14       | 16%         | 555.4           |
| Registro de graneles en proceso o: etapa de encapsulado   | 8.0            | 10.0           | 12.0           | 10.0            | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| De no realizarse el proceso de lustrado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL     | 3.0            | 5.0            | 7.0            | 5.0             | 1.14       | 16%         | 6.6             |
| Lustrado de las cápsulas obtenidas. 30 minutos por bolsa de 2.3 kg cápsula.   | 58.0           | 60.0           | 62.0           | 60.0            | 1.14       | 16%         | 79.3            |
| Registro de graneles en proceso: etapa de lustrado  | 8.0            | 10.0           | 12.0           | 10.0            | 1.14       | 16%         | 13.2            |

|  |       |       |       |       |      |     |                 |
|--|-------|-------|-------|-------|------|-----|-----------------|
| Las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL          | 8.0   | 10.0  | 12.0  | 10.0  | 1.14 | 16% | 13.2            |
| Control de Calidad, la toma de muestra del granel de cápsulas fabricado para el análisis de las especificaciones indicadas | 118.0 | 120.0 | 122.0 | 120.0 | 1.14 | 16% | 158.7           |
| Envasar el producto fabricado aprobado.  | 433.0 | 435.0 | 437.0 | 435.0 | 1.14 | 16% | 575.2           |
| Demora en envasado   | 8.0   | 10.0  | 12.0  | 10.0  | 1.14 | 16% | 13.2            |
| Transporte en bandejas a almacén de productos terminados   | 13.0  | 15.0  | 17.0  | 15.0  | 1.14 | 16% | 19.8            |
| Tiempo Horas: <b>34.5</b>  |       |       |       |       |      |     | <b>2,069.60</b> |

Fuente: Propia

El tiempo estándar para producir 289 frascos, el tiempo estándar por unidad fabricada es de (2 069 / 289) 7.16 min-estándar / frasco.

### c. Value Stream Mapping (VSM)

Muestra las operaciones o actividades realizadas en el proceso de fabricación del reconstituyente vitamínico.

|                                   |                                      |            |  |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------|--|
| <b>Operación1:</b>                | <b>Pesado y tamizaje 1</b>           |            |  |
| Máquinas:                         | Balanza analítica Ohaus, tamiz N° 16 |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 60                                   | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 10                                   | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%                                 |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1                                    | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5                                    | kg         |  |

|                                   |  |            |  |
|-----------------------------------|--|------------|--|
| <b>Operación2:</b>                | <b>Recepción de tamizaje 1</b>             |            |  |
| Equipo                            | Bolsa de polietileno de 50 kg de capacidad |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 15   | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 2  | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%                                       |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |  |

|                                   |                   |            |  |
|-----------------------------------|-------------------|------------|--|
| <b>Operación3:</b>                | <b>Tamizaje 2</b> |            |  |
| Máquinas:                         | Tamiz N° 16       |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 60                | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 10                | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%              |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1                 | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5                 | kg         |  |

|                                   |  |            |  |
|-----------------------------------|--|------------|--|
| <b>Operación4:</b>                | Durante la incorporación de la vitamina B12 y la riboflavina base, tener cuidado de no generar pérdidas, por lo que resulta necesario <b>enjuagar cada bolsa con 0.100 kg de croscarmelosa sódica</b> de los 1.415 kg respectivamente. |            |  |
| Equipo                            |  |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 15   | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 0  | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |  |

|                                   |  |            |  |
|-----------------------------------|--|------------|--|
| <b>Operación5:</b>                | Incorporar la mezcla de vitaminas tamizado 2 sobre el tamizado1 de materias primas. Cerrar la bolsa de polietileno y <b>mezclar manualmente</b> por 25 minutos |            |  |
| Equipo                            |  |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 60   | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 0  | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |  |

|                                   |  |            |  |
|-----------------------------------|--|------------|--|
| <b>Operación6:</b>                | <b>Tamizaje 3:</b>   |            |  |
| Máquinas:                         | Tamiz N° 16: Luego incorporar estearato de magnesio sobre el paso anterior y mezclar manualmente por 5 minutos |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 15   | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 10   | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |  |

|                                   |  |            |  |
|-----------------------------------|--|------------|--|
| <b>Operación7:</b>                | Solicitar al área de <b>Control de Calidad, la toma de muestra del granel para la determinación de la humedad de la mezcla</b> obtenida: Pesar 1 g de granel en un pesafiltro y llevar a estufa a 105°C x 2h . Verificar el peso hasta obtener un peso constante. (según técnica analítica de Producto terminado Nro. TEC-PT130.01). |            |  |
| Máquinas:                         | Pesafiltro, estufa   |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 125  | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 10   | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |  |

|                                   |  |            |  |
|-----------------------------------|--|------------|--|
| <b>Operación8:</b>                | Finalizado el proceso de mezclado, <b>colocar el granel en doble bolsa de polietileno; rotular con el formato de "Producto en Proceso", colocando el nombre del producto, lote y cantidad.</b> Es necesario <b>fraccionar el granel en 5 bolsas como mínimo</b> , utilizando la balanza (Cod. ). Luego anotar el peso y numeración de cada bolsa que contiene el granel fabricado. |            |  |
| Equipo                            | Balanza, 5 bolsas de polietileno, un plumón para rotular.  |            |  |
| Tiempo ciclo:                     | 20   | min        |  |
| Tiempo de cambio entre productos: | 0  | min        |  |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |  |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |  |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |  |

|                                   |  |            |     |
|-----------------------------------|--|------------|-----|
| <b>Operación9:</b>                | Una vez realizada la descarga y pesada del granel; de no realizarse el proceso de encapsulado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL. |            |     |
| Equipo                            | 5 bolsas de silica gel, envases herméticos.  |            |     |
| Tiempo ciclo:                     | 10   | min        |     |
| Tiempo de cambio entre productos: |  | 0          | min |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |     |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |     |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |     |

|                                   |  |            |     |
|-----------------------------------|--|------------|-----|
| <b>Operación10:</b>               | Realizar el montaje de la encapsuladora manual CAP 0# Semi-Auto CN-100 M |            |     |
| Equipo                            | Encapsuladora manual CAP 0# Semi-Auto CN-100 M                           |            |     |
| Tiempo ciclo:                     | 10   | min        |     |
| Tiempo de cambio entre productos: |  | 0          | min |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |     |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |     |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |     |

|                                   |  |            |     |
|-----------------------------------|--|------------|-----|
| <b>Operación11:</b>               | <b>Verificar los datos de la etiqueta de "Producto en proceso" contra la orden de producción</b> (nombre del producto, número de lote, número de o/p) y el peso de polvo a encapsular. |            |     |
| Equipo                            |  |            |     |
| Tiempo ciclo:                     | 10   | min        |     |
| Tiempo de cambio entre productos: |  | 0          | min |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |     |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |     |
| Inventario en proceso:            | 5  | kg         |     |

|                                   |  |            |     |
|-----------------------------------|--|------------|-----|
| <b>Operación12:</b>               | <b>Encapsulado</b> , en cada molde se encapsula 100 cápsulas siguiendo las especificaciones, el tiempo de encapsulado por molde es de 4.833 min. |            |     |
| Equipo                            | Encapsuladora manual CAP 0# Semi-Auto CN-100 M   |            |     |
| Tiempo ciclo:                     | 185,937,051  | min        |     |
| Tiempo de cambio entre productos: |  | 10         | min |
| Fiabilidad del equipo:            | 85%  |            |     |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |     |
| Inventario en proceso:            | 8690   | cápsulas   |     |

|                                   |  |            |     |
|-----------------------------------|--|------------|-----|
| <b>Operación13:</b>               | <b>REGISTRO DE GRANELES EN PROCESO: ETAPA DE ENCAPSULADO.</b> Finalizado el proceso de encapsulado, colocar el granel de cápsulas en doble bolsa de polietileno; rotular con el formato de "Producto en Proceso", colocando el nombre del producto, lote y cantidad. Pesarse la bolsa utilizando balanza (Cod. ) y anotar el peso del granel de cápsulas fabricado |            |     |
| Equipo                            | Franela, talco   |            |     |
| Tiempo ciclo:                     | 10   | min        |     |
| Tiempo de cambio entre productos: |  | 0          | min |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |     |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |     |
| Inventario en proceso:            | 46,057   | kg         |     |

|                     |  |     |  |
|---------------------|--|-----|--|
| <b>Operación14:</b> | Una vez realizada la descarga y pesada del granel de cápsulas; de no realizarse el proceso de lustrado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL |     |  |
| Equipo              | Silica gel   |     |  |
| Tiempo ciclo:       | 5  | min |  |

|                                   |        |            |
|-----------------------------------|--------|------------|
| Tiempo de cambio entre productos: | 0      | min        |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |
| Operadores por equipo:            | 1      | trabajador |
| Inventario en proceso:            | 46,057 | kg         |

|                                   |   |            |
|-----------------------------------|---|------------|
| <b>Operación15:</b>               | Realizar el <b>lustrado de las cápsulas obtenidas</b> con ayuda de una franela y una cantidad de talco. Luego del proceso de lustrado, verificar que las cápsulas se encuentren libre de polvo. De lo contrario continuar con el proceso de lustrado con otras franelas totalmente libres de polvo. La verificación del aspecto final de las cápsulas debe ser realizado por el supervisor de línea y/o jefe de producción. Cantidad total de talco utilizado: Kg (10 g de talco por cada bolsa de 2.3 Kg de cápsulas). 30 minutos por bolsa de 2.3 kg de cápsula |            |
| Equipo                            | Franelas  |            |
| Tiempo ciclo:                     | 60  | min        |
| Tiempo de cambio entre productos: | 0   | min        |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%  |            |
| Operadores por equipo:            | 1   | trabajador |
| Inventario en proceso:            | 46,057  | kg         |

|                                   |  |            |
|-----------------------------------|--|------------|
| <b>Operación16:</b>               | <b>REGISTRO DE GRANELES EN PROCESO: ETAPA DE LUSTRADO.</b> Finalizado el proceso de encapsulado, colocar el granel de cápsulas lustradas en doble bolsa de polietileno; rotular con el formato de "Producto en Proceso", colocando el nombre del producto, lote y cantidad. Pesar la bolsa utilizando balanza (Cod. ) y anotar el peso del granel de cápsulas lustradas. |            |
| Equipo                            | Doble bolsa de polietileno. Plumón para rotulado. Balanza  |            |
| Tiempo ciclo:                     | 10   | min        |
| Tiempo de cambio entre productos: | 0  | min        |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |
| Inventario en proceso:            | 46,057   | kg         |

|                                   |  |            |
|-----------------------------------|--|------------|
| <b>Operación17:</b>               | Una vez realizada la descarga y pesada del granel de cápsulas lustradas; de no realizarse el proceso de envasado inmediatamente, <b>las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL.</b> |            |
| Equipo                            | Bolsa de silica gel, envases herméticos.   |            |
| Tiempo ciclo:                     | 10   | min        |
| Tiempo de cambio entre productos: | 0  | min        |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |
| Inventario en proceso:            | 46,057   | kg         |

|                                   |  |            |
|-----------------------------------|--|------------|
| <b>Operación18:</b>               | Solicitar al área de <b>Control de Calidad, la toma de muestra del granel de cápsulas fabricado para el análisis de las especificaciones indicadas. Cápsula de gelatina, conteniendo un polvo de color anaranjado claro a marrón</b> |            |
| Equipo                            |  |            |
| Tiempo ciclo:                     | 120  | min        |
| Tiempo de cambio entre productos: | 0  | min        |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |
| Inventario en proceso:            | 46,057   | kg         |

|                                   |   |            |     |
|-----------------------------------|---|------------|-----|
| <b>Operación19:</b>               | Con el resultado conforme de Control de Calidad, se procede a <b>ensasar el producto fabricado aprobado.</b>  |            |     |
| Equipo                            | Paleta plástica contador de 30 cápsulas, embudo plástico, sujetador de embudo, pinza para desatascar cápsula atrapado en embudo, bandeja metálica porta frascos (56 unidades), balanza, máquina selladora, frasco de 30 cápsulas, tapa, 2 silica gel por frasco, 1 bolita de algodón por frasco. 30 segundos por frasco para llenar las 30 cápsulas, 2 segundos para ubicar frasco en bandeja porta frasco, 2 segundos para colocar 2 silica gel por frasco, 3 segundos para colocar 1 bolita de algodón por frasco. 8 segundos para pesar frasco sin tapa (peso en el rango de 32.6-34.6 g). 2 segundos volver a colocar frasco en bandeja metálica para proceder a tapar. 8 segundos para colocar tapa en frasco. 10 segundos para llevar 3 bandejas metálicas con frascos a máquina selladora. 30 segundos para encender máquina selladora calibrándola en 1.3 segundos de tiempo de sellado. 11 segundos para traer 6 frascos y colocarlos en máquina selladora. 5 segundos para sellar frasco (entre coger-sellar-soltar frasco). 14 segundos para verificar si está sellando para ello sacas la tapa presionando sobre las 2 flechas y con tu dedo tocas para verificar si el sellado es correcto luego procedes a cerrar la tapa. 11 segundos para trasladar los 6 frascos a la bandeja metálica. Así continuamos el procedimiento hasta terminar la bandeja llena. En total son 90 segundos por frasco. |            |     |
| Tiempo ciclo:                     | 19,235  | min        |     |
| Tiempo de cambio entre productos: |   | 10         | min |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%  |            |     |
| Operadores por equipo:            | 1   | trabajador |     |
| Inventario en proceso:            | 289   | frascos    |     |

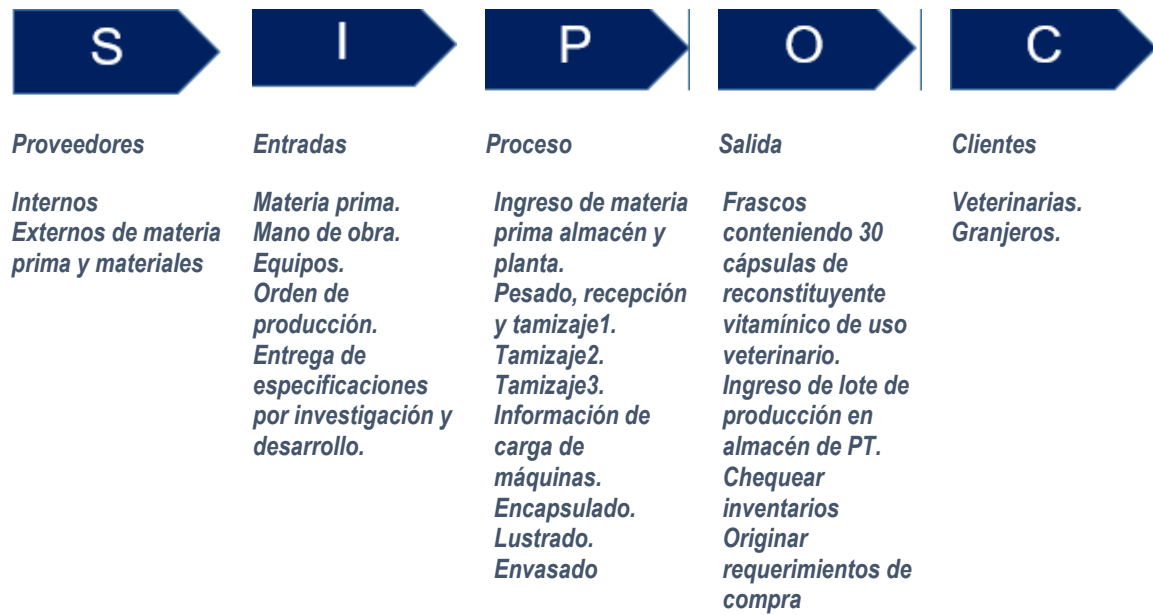
|                                   |  |            |     |
|-----------------------------------|--|------------|-----|
| <b>Operación20:</b>               | Transporte en bandejas a almacén de productos terminados |            |     |
| Equipo                            | bandejas metálicas                                       |            |     |
| Tiempo ciclo:                     | 15   | min        |     |
| Tiempo de cambio entre productos: |  | 0          | min |
| Fiabilidad del equipo:            | 100%   |            |     |
| Operadores por equipo:            | 1  | trabajador |     |
| Inventario en proceso:            | 289  | frascos    |     |

| Cálculo del tiempo takt   |        |   |                |
|---------------------------|--------|---|----------------|
| Demanda semanal =         | 2890   | frascos de reconstituyente vitamínico     |                |
| Días de trabajo semanal = | 5      | días x semana                             |                |
| Demanda diaria =          | 578    | frascos de reconstituyente vitamínico/día |                |
| Tiempo total por día =    | 8      | horas =                                   | 480 minutos    |
| Tiempo de comidas =       | 30     | minutos                                   |                |
| Tiempo disponible =       | 450    | minutos =                                 | 27000 segundos |
| Tiempo takt =             | 46,713 | segundos/reconstituyente vitamínico       |                |

Las figuras 35 y 36 muestra el diagrama SIPOC y el VSM del proceso productivo.



**SIPOC**



*Figura. 35 SIPOC*

Fuente: Elaboración propia

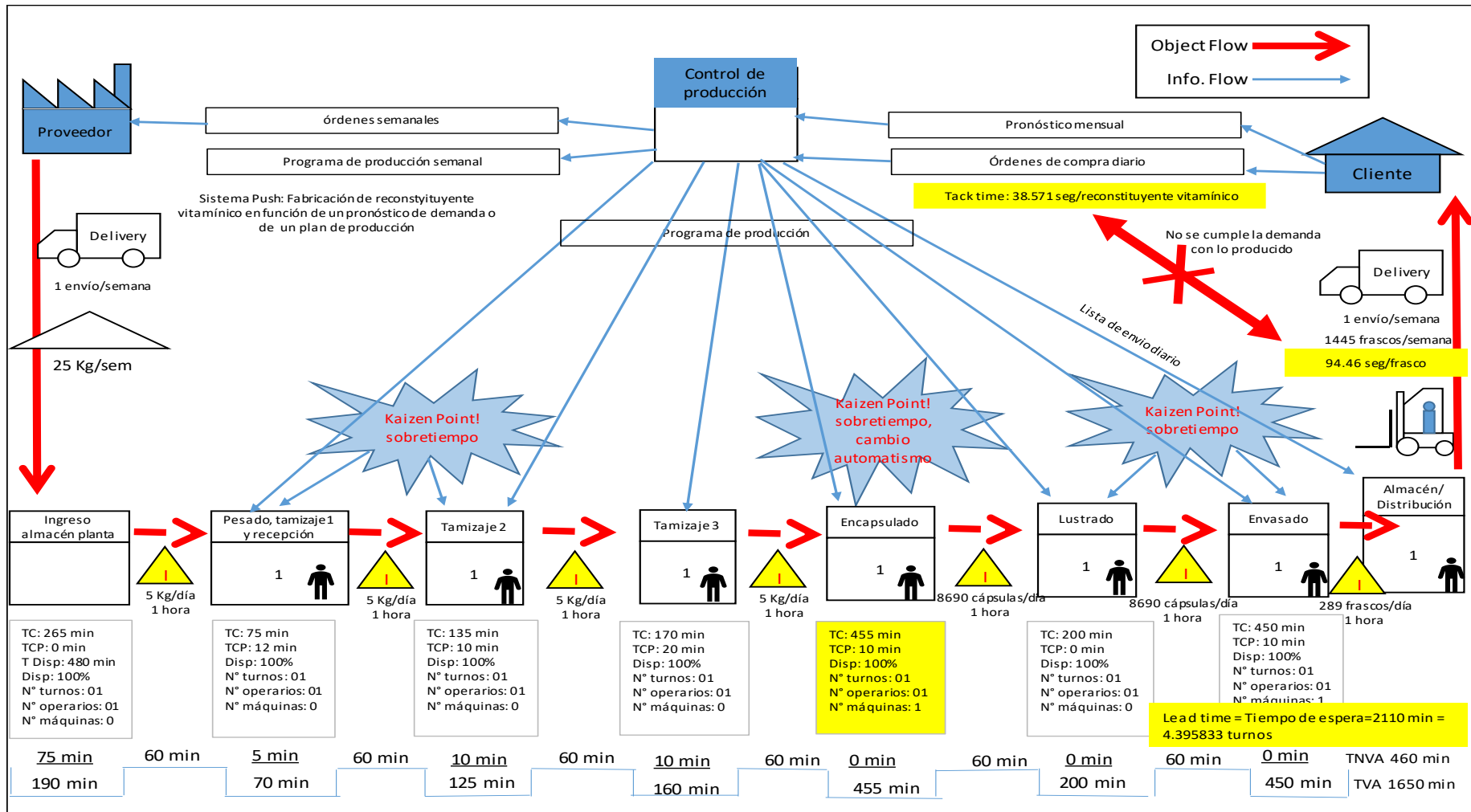


Figura. 36 VSM pre test para la elaboración de reconstituyente vitamínico

Fuente: Elaboración propia en Bizagi

Número de trabajadores en el proceso actual (pre test)

|             |              |
|-------------|--------------|
| Tamizaje 1  | 01 operario  |
| Tamizaje 2  |              |
| Tamizaje 3  |              |
| Encapsulado | 01 operario  |
| Lustrado    | 01 operario  |
| Envasado    | 01 operario  |
|             | 04 operarios |

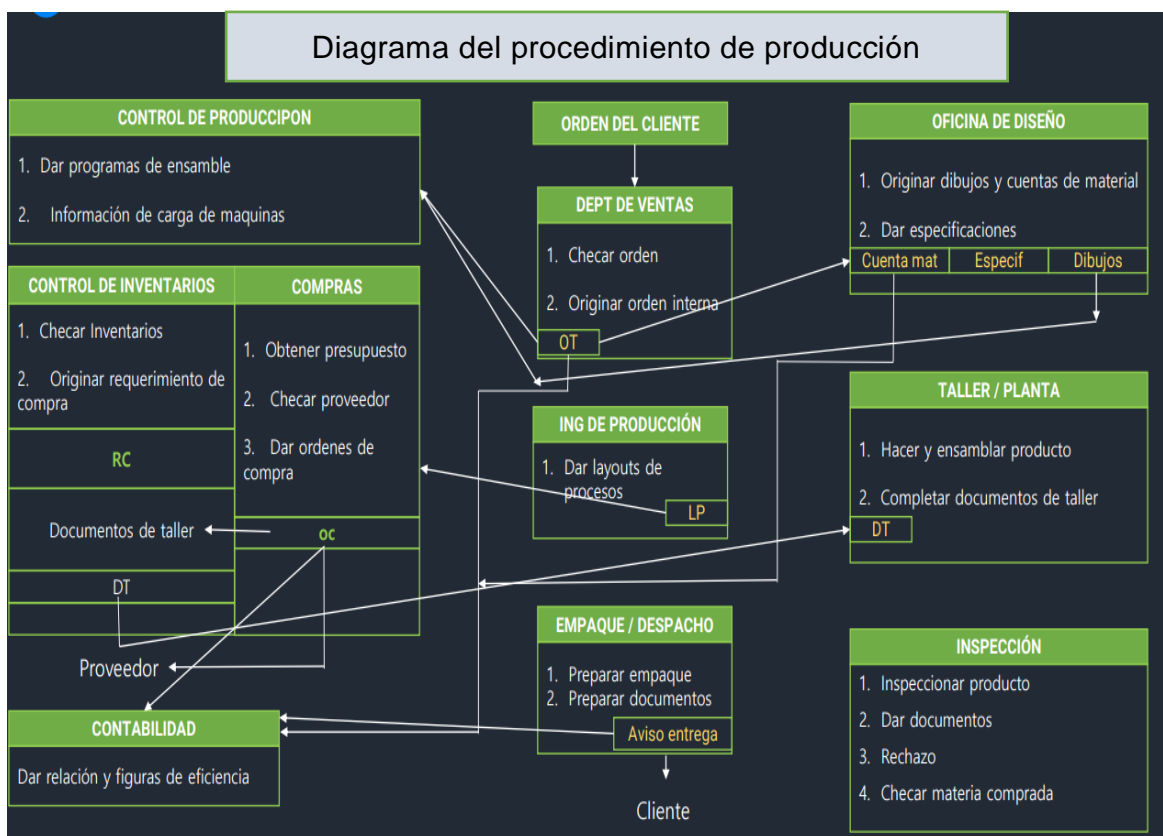


Figura. 37 Diagrama de procedimiento de producción

Fuente: Elaboración propia

**FASE: ANALIZAR**

**5s pre test**



*Figura. 38* Área desordenada

Fuente: Elaboración propia

## FILOSOFÍA DE ORDEN Y LIMPIEZA?

En la primera "S" de la filosofía de Orden y Limpieza de las 5S primero nos encargamos de seleccionar y separar los artículos necesarios de los que no lo son. Se debe decidir qué hacer con los objetos seleccionados como no necesarios.

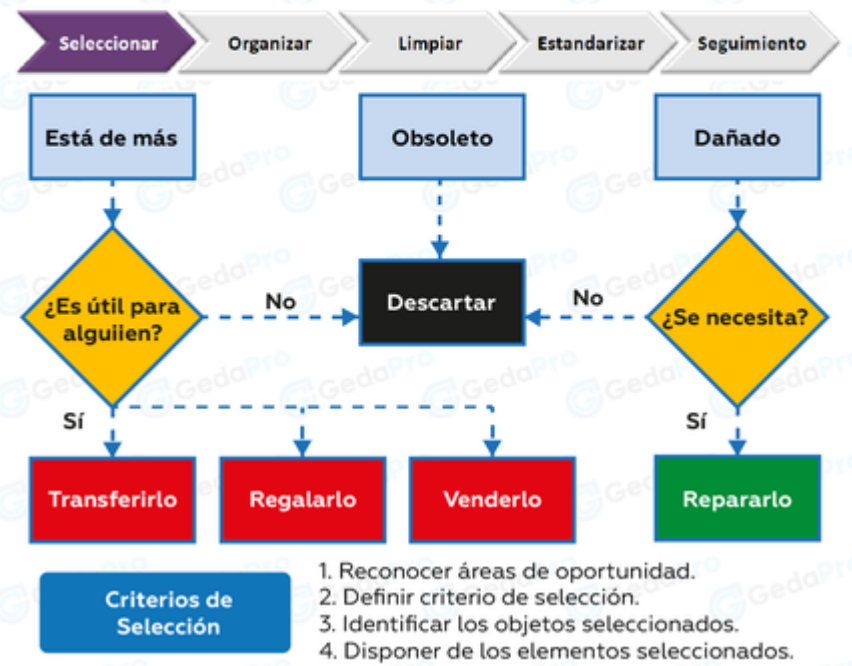


Figura. 39 Filosofía de las 5S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29.- Evaluación 5S pre test

| EVALUACION 5'S  |   | Área: Producción | Calif.    |
|---|---|------------------|-----------|
| <b>SELECCIONAR</b>  |   |                  |           |
| 1   | Los accesorios y herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso   |                  | 2         |
| 2   | Los repuestos, herramientas y demás elementos de trabajo se encuentran ordenados en el lugar asignado e identificados                       |                  | 2         |
| 3   | Existen objetos sin uso en área de trabajo  |                  | 2         |
| 4   | Pasillos libres de obstáculos dentro del área de trabajo  |                  | 2         |
| 5   | Las mesas de trabajo se encuentran despejadas y libres de objetos sin uso   |                  | 2         |
| 6   | Se cuenta con solo lo necesario para trabajar   |                  | 2         |
| 7   | La mesa del supervisor se encuentra bien ordenadas y seleccionada de sus documentos   |                  | 2         |
| 8   | Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado  |                  | 2         |
| 9   | Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente   |                  | 2         |
| 10  | El área de trabajo está libre de cajas de papeles u otros objetos   |                  | 2         |
| 11  | Se cuenta con documentos actualizados y seleccionados en los pizarrones   |                  | 2         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>22</b> |
| <b>ORDENAR</b>  |   |                  |           |
| 12  | Las áreas están debidamente identificadas   |                  | 1         |
| 13  | No hay cajas u otros objetos encima de las mesas o áreas de trabajo   |                  | 1         |
| 14  | Los contenedores de basura están en el lugar designado para éstos   |                  | 1         |
| 15  | Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)   |                  | 1         |
| 16  | Se cuenta con los elementos de aseo necesario en buen estado y ubicados en sitio asignado.  |                  | 1         |
| 17  | Los equipos de seguridad como extintores se encuentran visibles y sin obstáculos  |                  | 1         |
| 18  | El lugar de trabajo esta correctamente iluminado y las luces del área se encuentra en buen estado   |                  | 1         |
| 19  | Los Documentos se utilizan en el área se encuentran bien archivados o en carpetas asignadas e identificadas                                 |                  | 1         |
| 20  | Se encuentra identificado y etiquetado el material en el proceso y almacenado correctamente   |                  | 1         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>9</b>  |
| <b>LIMPIAR</b>  |   |                  |           |
| 21  | Los escritorios, mesas, pisos y áreas se encuentran limpios   |                  | 2         |
| 22  | Los accesorios, máquinas y herramientas de trabajo se encuentran limpios  |                  | 2         |
| 23  | Piso está libre de polvo, basura, componentes   |                  | 2         |
| 24  | Se cuenta con cestos suficientes para la basura en buen estado debidamente ubicados en el area  |                  | 2         |
| 25  | Las mesas o escritorios están libres de polvo, manchas y/o residuos de comida   |                  | 2         |
| 26  | Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida  |                  | 2         |
| 27  | Los equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso   |                  | 2         |
| 28  | Los contenedores de basura están limpios y en buen estado   |                  | 2         |
| 29  | Las paredes se encuentran limpias, correctamente pintadas   |                  | 2         |
| 30  | Las carpetas de trabajo, formatos están limpios y en buen estado  |                  | 2         |
| 31  | Los equipos de protección del personal son adecuados y se mantiene en condiciones optimas   |                  | 2         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>22</b> |
| <b>ESTANDARIZAR</b>   |   |                  |           |
| 32  | El personal del área cumple sistemáticamente con 5 "S" para mantener el orden y limpieza  |                  | 2         |
| 33  | El personal usa adecuadamente los EPP   |                  | 2         |
| 34  | Señalización preventiva referente a la seguridad en el área y el uso de guardas en las áreas de trabajo donde aplique                       |                  | 2         |
| 35  | Todo los instructivos y formatos están controlados; pueden mostrar evidencias del programa 5 "S"  |                  | 2         |
| 36  | El personal del área está capacitado y entiende el programa 5 "S"   |                  | 2         |
| 37  | Las herramientas de medición se encuentran correctamente calibrados   |                  | 2         |
| 38  | El tablero o pizarrón de información esta actualizado y contiene información relevante para 5s seguridad, medio ambiente y mejora continua. |                  | 2         |
| 39  | Existen instrucciones claras de orden y limpieza  |                  | 2         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>16</b> |
| <b>SEGUIMIENTO/DISCIPLINA</b>   |   |                  |           |
| 40  | Existe control sobre el nivel de orden y limpieza   |                  | 2         |
| 41  | Las tendencias de los resultados estadísticos son positivas   |                  | 2         |
| 42  | Se hace la limpieza de forma sistemática  |                  | 2         |
| 43  | Se cumple con los programas de mantenimiento a la infraestructura   |                  | 2         |
| 44  | Se cumple con los programas de mantenimiento preventivos a las maquinas   |                  | 2         |
| 45  | Se entrega y recibe el puesto de trabajo completamente limpio y ordenado  |                  | 2         |
| 46  | Existe reconocimiento por las mejoras   |                  | 2         |
| 47  | Existen sanciones para los que incumplen en lo establecido en el programa de 5s   |                  | 2         |
| 48  | Existe un plan de mejora  |                  | 2         |
| 49  | Existe Programa de aplicación de 5s   |                  | 2         |
| 50  | Se identifica la causa raíz de las problemáticas en las 5s  |                  | 2         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>22</b> |
| <b>Guía de calificación</b>   |   |                  |           |
| 0 = No hay implementación 1 = Un 30% de cumplimiento<br>2 = Cumple al 65%<br>3 = Un 90% de cumplimiento |   |                  |           |

Fuente: Elaboración propia

# Evaluación 5 S's

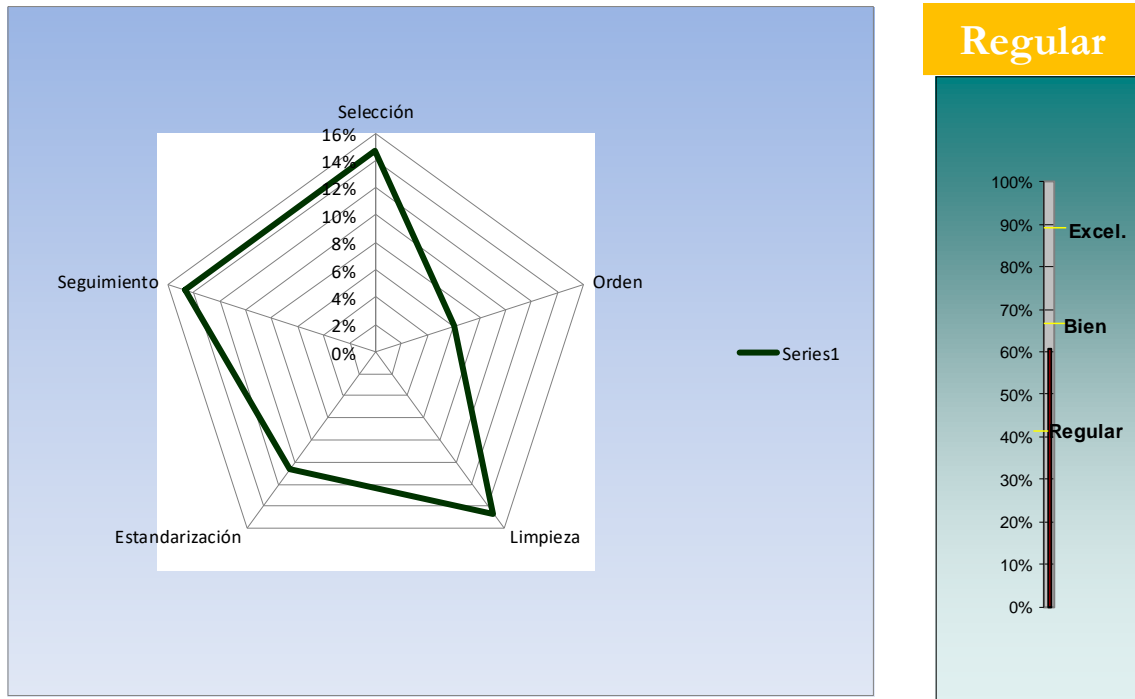
Porcentajes Puntos

|                        |            |           |
|------------------------|------------|-----------|
| <b>General</b>         | <b>61%</b> | <b>91</b> |
| <b>Selección</b>       | <b>15%</b> | <b>22</b> |
| <b>Orden</b>           | <b>6%</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Limpieza</b>        | <b>15%</b> | <b>22</b> |
| <b>Estandarización</b> | <b>11%</b> | <b>16</b> |
| <b>Seguimiento</b>     | <b>15%</b> | <b>22</b> |

Fecha lunes, 3 de Enero de 2022

Area/Departamento: Distribución

| Regular | Bien   | Excelente |
|---------|--------|-----------|
| > 50 %  | > 70 % | 90%       |



|                |
|----------------|
| <b>Auditor</b> |
|                |

|                    |
|--------------------|
| <b>Responsable</b> |
|                    |

Figura. 40 Resultado de auditoria 5S

Fuente: Elaboración propia

## Análisis modal de fallos y efectos (AMEF)

Tabla 30. AMEF Análisis AMEF – Elaboración de reconstituyentes vitamínicos

| Análisis de modo y efecto de fallas               |   |                                       |   |   |  |   |   |   |     |   |                       |   |   |   |   |     |
|---|---|---------------------------------------|---|---|--|---|---|---|-----|---|-----------------------|---|---|---|---|-----|
| Nombre de la parte o actividad ¿Qué es?           | Función de la parte ¿Qué hace?                                    | Modos de fallo ¿qué puede fallar?     | Efecto de la falla ¿Cuál es la consecuencia?  | S | Mecanismo de falla (Causa) ¿qué lo puede ocasionar?                  | O | Controles para modo de falla ¿qué controles tenemos para detectar el defecto? | D | NPR | Acciones correctivas recomendadas                             | Responsable y fecha   | Acciones implementadas y fecha de efectividad | S | O | D | NPR |
| Llenado de cápsula con reconstituyente vitamínico | Llenar las cápsulas manualmente con el reconstituyente vitamínico | Trabajador desconcentrado en su labor | Exceso/falta de peso por cápsula  | 8 | Llenado manual incorrecto de cápsulas con reconstituyente vitamínico | 4 | Dosificación exacta de reconstituyente vitamínico                             | 4 | 128 | Comprar nueva balanza electrónica calibrada                   | Juan Solis 25/01/22   | Instalación de nueva balanza electrónica      | 8 | 1 | 1 | 8   |
| Caja de empaque                                   | Contener los envases con cápsulas de reconstituyente vitamínico   | La caja se abre por el fondo          | Los envases conteniendo las cápsulas de reconstituyente vitamínico se caen y se dañan | 8 | Pegado incorrecto de la caja   | 4 | Aplicación manual de pegamento  | 4 | 128 | Aplicación automática de pago mediante dispensador            | Juan Solis 29/01/22   | Instalación de dispensador 29/01/22           | 8 | 1 | 1 | 8   |
|   |   |                                       |   |   |  |   | Inspección aleatoria para verificar el pegado                                 |   |     | Prueba de resistencia al 100% mediante dispositivo de presión | Hernán Ramos 30/01/22 | Instalación de dispositivo de prueba          |   |   |   |     |
| Sellado de envase                                 | Contener las cápsulas de reconstituyente vitamínico               | la tapa de abre                       | Las cápsulas de reconstituyente vitamínico se caen y se dañan                         | 8 | Sellado incorrecto de las tapas                                      | 4 | Inspección aleatoria para verificar el sellado de la tapa                     | 4 | 128 | Mantenimiento del equipo de sellado                           | Hernán Ramos 02/02/22 | Mantenimiento del equipo de sellado           | 8 | 1 | 1 | 8   |

Fuente: Elaboración propia



## Causa efecto

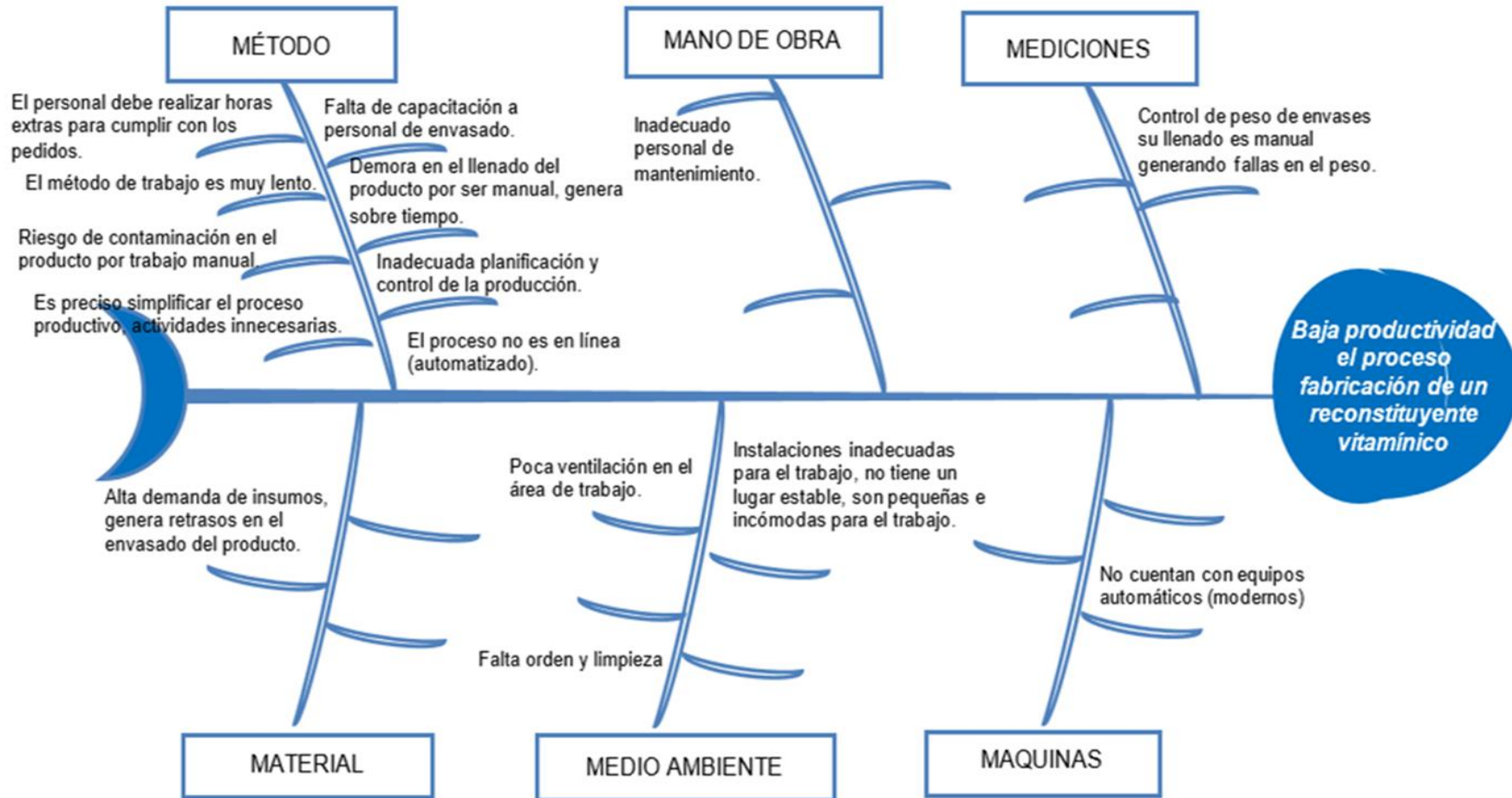


Figura. 41 Diagrama de Ishikawa para la elaboración de reconstituyente vitamínico

Fuente: Elaboración propia

## **Poka Yoke**

Socconini (2016, p. 343) menciona:

Richard Chase y Douglas Stewart han definido 04 tipos de poka yoke:

1. **Físicos:** Buscan prevenir errores en productos o procesos identificando errores o inconsistencias.
2. **Secuenciales:** El orden es importante; cambios u omisiones derivan en errores debiendo encontrarse como restringir la secuencia siguiendo un orden predeterminado.
3. **Agrupamiento:** Se utilizan kits o el método de los sobrantes. En los kits, se preparan materiales, piezas, etc. teniendo todo dispuesto de forma que al realizarse la operación no falte ninguno.
4. **Información:** Retroalimenta de forma clara, sencilla y completa de lo necesario para evitar errores.

**Poka yoke físico:** Para asegurar las características del producto o del proceso.

Tipo de error: Peso.

Adquirir una balanza electrónica calibrada.

Tipo de error: Ubicación.

Señalar el lugar preciso donde debe estar la balanza electrónica calibrada.

Tipo de error: Ubicación.

Señalar el lugar preciso donde debe estar la selladora.

Tipo de error: Cantidad de cápsulas por envase.

Contar con un molde donde ingresen 30 cápsulas para llenado a los envases.

### **Poka Yoke de información:**

Método de alerta: Informa al operador acerca de la ocurrencia de un error. Se trata de una alarma visual o auditiva a fin de que el operador restablezca el equipo.

Tipo de error: Mal sellado de tapas de envases

Instalar alarma visual o auditiva para medir la resistencia (calor) del equipo.



*Figura. 42* Balanza electrónica  
Fuente: Elaboración propia



*Figura. 43* Selladora semi automática  
Fuente: Elaboración propia

**FASE: MEJORAR**

**5s post test**



*Figura. 44* Llenado de los frascos con cápsula del producto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31.- Evaluación 5S post test

| EVALUACION 5'S  |   | Área: Producción | Calif.    |
|---|---|------------------|-----------|
| <b>SELECCIONAR</b>  |   |                  |           |
| 1   | Los accesorios y herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso   |                  | 3         |
| 2   | Los repuestos, herramientas y demás elementos de trabajo se encuentran ordenados en el lugar asignado e identificados                       |                  | 3         |
| 3   | Existen objetos sin uso en área de trabajo  |                  | 3         |
| 4   | Pasillos libres de obstáculos dentro del área de trabajo  |                  | 3         |
| 5   | Las mesas de trabajo se encuentran despejadas y libres de objetos sin uso   |                  | 3         |
| 6   | Se cuenta con solo lo necesario para trabajar   |                  | 3         |
| 7   | La mesa del supervisor se encuentra bien ordenadas y seleccionada de sus documentos   |                  | 3         |
| 8   | Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado  |                  | 3         |
| 9   | Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente   |                  | 3         |
| 10  | El área de trabajo está libre de cajas de papeles u otros objetos   |                  | 3         |
| 11  | Se cuenta con documentos actualizados y seleccionados en los pizarrones   |                  | 3         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>33</b> |
| <b>ORDENAR</b>  |   |                  |           |
| 12  | Las áreas están debidamente identificadas   |                  | 3         |
| 13  | No hay cajas u otros objetos encima de las mesas o áreas de trabajo   |                  | 3         |
| 14  | Los contenedores de basura están en el lugar designado para éstos   |                  | 3         |
| 15  | Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)   |                  | 3         |
| 16  | Se cuenta con los elementos de aseo necesario en buen estado y ubicados en sitio asignado.  |                  | 3         |
| 17  | Los equipos de seguridad como extintores se encuentran visibles y sin obstáculos  |                  | 3         |
| 18  | El lugar de trabajo esta correctamente iluminado y las luces del área se encuentra en buen estado   |                  | 3         |
| 19  | Los Documentos se utilizan en el área se encuentran bien archivados o en carpetas asignadas e identificadas                                 |                  | 3         |
| 20  | Se encuentra identificado y etiquetado el material en el proceso y almacenado correctamente   |                  | 3         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>27</b> |
| <b>LIMPIAR</b>  |   |                  |           |
| 21  | Los escritorios, mesas, pisos y áreas se encuentran limpios   |                  | 3         |
| 22  | Los accesorios, máquinas y herramientas de trabajo se encuentran limpios  |                  | 3         |
| 23  | Piso está libre de polvo, basura, componentes   |                  | 3         |
| 24  | Se cuenta con cestos suficientes para la basura en buen estado debidamente ubicados en el área  |                  | 3         |
| 25  | Las mesas o escritorios están libres de polvo, manchas y/o residuos de comida   |                  | 3         |
| 26  | Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida  |                  | 3         |
| 27  | Los equipos de limpieza están organizados y de fácil acceso   |                  | 3         |
| 28  | Los contenedores de basura están limpios y en buen estado   |                  | 3         |
| 29  | Las paredes se encuentran limpias, correctamente pintadas   |                  | 3         |
| 30  | Las carpetas de trabajo, formatos están limpios y en buen estado  |                  | 2         |
| 31  | Los equipos de protección del personal son adecuados y se mantiene en condiciones óptimas   |                  | 3         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>32</b> |
| <b>ESTANDARIZAR</b>   |   |                  |           |
| 32  | El personal del área cumple sistemáticamente con 5 "S" para mantener el orden y limpieza  |                  | 3         |
| 33  | El personal usa adecuadamente los EPP   |                  | 3         |
| 34  | Señalización preventiva referente a la seguridad en el área y el uso de guardas en las áreas de trabajo donde aplique                       |                  | 3         |
| 35  | Todo los instructivos y formatos están controlados; pueden mostrar evidencias del programa 5 "S"  |                  | 3         |
| 36  | El personal del área está capacitado y entiende el programa 5 "S"   |                  | 3         |
| 37  | Las herramientas de medición se encuentran correctamente calibrados   |                  | 2         |
| 38  | El tablero o pizarrón de información esta actualizado y contiene información relevante para 5s seguridad, medio ambiente y mejora continua. |                  | 3         |
| 39  | Existen instrucciones claras de orden y limpieza  |                  | 3         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>23</b> |
| <b>SEGUIMIENTO/DISCIPLINA</b>   |   |                  |           |
| 40  | Existe control sobre el nivel de orden y limpieza   |                  | 3         |
| 41  | Las tendencias de los resultados estadísticos son positivas   |                  | 3         |
| 42  | Se hace la limpieza de forma sistemática  |                  | 3         |
| 43  | Se cumple con los programas de mantenimiento a la infraestructura   |                  | 3         |
| 44  | Se cumple con los programas de mantenimiento preventivos a las maquinas   |                  | 3         |
| 45  | Se entrega y recibe el puesto de trabajo completamente limpio y ordenado  |                  | 3         |
| 46  | Existe reconocimiento por las mejoras   |                  | 3         |
| 47  | Existen sanciones para los que incumplen en lo establecido en el programa de 5s   |                  | 3         |
| 48  | Existe un plan de mejora  |                  | 3         |
| 49  | Existe Programa de aplicación de 5s   |                  | 3         |
| 50  | Se identifica la causa raíz de las problemáticas en las 5s  |                  | 3         |
| <b>TOTAL</b>  |   |                  | <b>33</b> |
| <b>Guía de calificación</b>   |   |                  |           |
| 0 = No hay implementación 1 = Un 30% de cumplimiento<br>2 = Cumple al 65%<br>3 = Un 90% de cumplimiento |   |                  |           |

Fuente: Elaboración propia

# Evaluación 5 S's

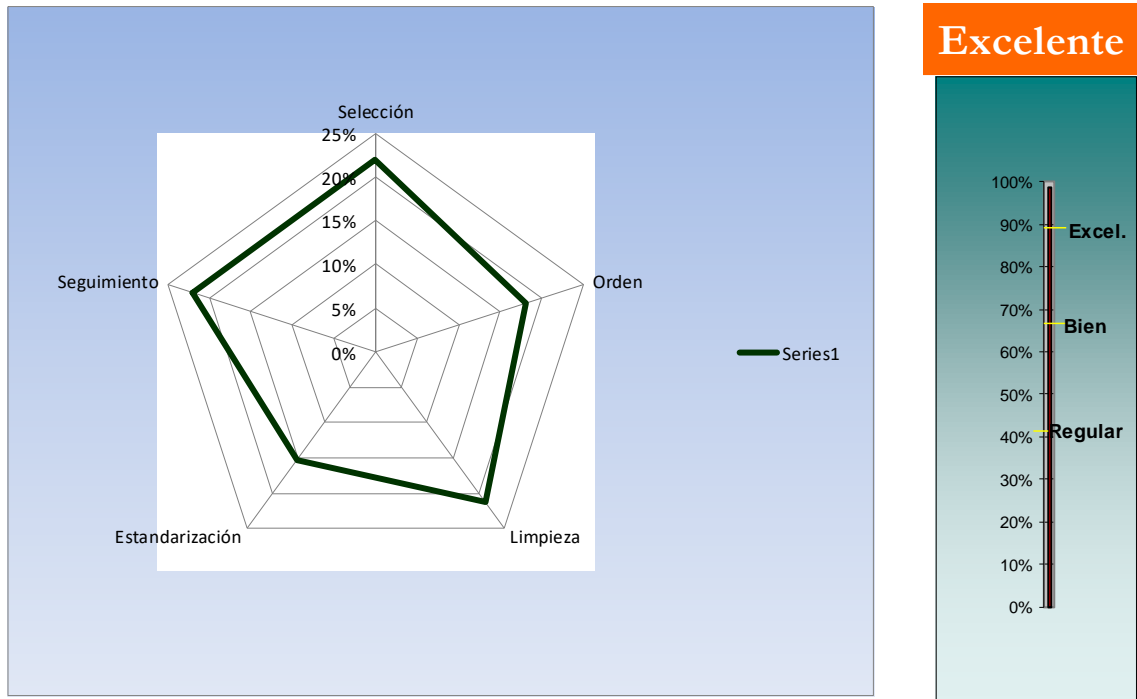
Porcentajes Puntos

|                        |            |            |
|------------------------|------------|------------|
| <b>General</b>         | <b>99%</b> | <b>148</b> |
| <b>Selección</b>       | <b>22%</b> | <b>33</b>  |
| <b>Orden</b>           | <b>18%</b> | <b>27</b>  |
| <b>Limpieza</b>        | <b>21%</b> | <b>32</b>  |
| <b>Estandarización</b> | <b>15%</b> | <b>23</b>  |
| <b>Seguimiento</b>     | <b>22%</b> | <b>33</b>  |

Fecha lunes, 3 de Enero de 2022

Area/Departamento: Distribución

| Regular | Bien   | Excelente |
|---------|--------|-----------|
| > 50 %  | > 70 % | 90%       |



|                |
|----------------|
| <b>Auditor</b> |
|                |

|                    |
|--------------------|
| <b>Responsable</b> |
|                    |

Figura. 45 Resultado de auditoria 5S

Fuente: Elaboración propia

## Gantt de actividades de mejora

### Plan de acción

Objetivo: \_\_\_\_\_

Premio: \_\_\_\_\_

Motivación: \_\_\_\_\_

Recursos: \_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Inicio: \_\_\_\_\_ Fin: \_\_\_\_\_  
0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

Actividades:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Línea de tiempo

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |  |
| 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 |  |
| 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 4 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 5 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 6 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 7 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 9 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

Diagrama Gantt de las actividades a realizar.

Tabla 32.- *Diagrama Gantt de las actividades a realizar*

| Actividades   | diciembre -21 |       |       |       | enero-22 |       |       |       |
|---|---------------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
|   | Sem 1         | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 5    | Sem 6 | Sem 7 | Sem 8 |
| Adquirir una balanza digital electrónica.                     |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Adquirir una selladora eléctrica.                             |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en Kaizen.                              |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en 5S.                                  |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en layout.                              |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en balance de línea.                    |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en VSM.                                 |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en el uso de la carta militar estándar. |               |       |       |       |          |       |       |       |

Fuente: Elaboración propia.




Figura. 46 Capacitaciones a cargo de la supervisora

Fuente: Elaboración propia



## Presupuestos

1. Presupuesto de las siete capacitaciones a realizar: Incluiría un refrigerio pequeño para 8 asistentes por capacitación con un aproximado de S/400 por capacitación.
2. Presupuesto compra balanza digital electrónica
3. Presupuesto compra selladora eléctrica



**TECCIOS**  
Equipos de laboratorio y sistemas de pesaje

R.U.C.: 20123711875  
COTIZACION  
2021 - 362

CLIENTE : Laboratorios Blomont S.A.  
 RUC : 20100278708  
 DIRECCIÓN : Av Industrial 184 Lima  
 REF.CLIENTE :  
 Estimado(a) Edison Vera Vásquez:  
 Agradecemos su gentil requerimiento y procedemos a cotizar, sujeto a confirmación final y/o venta previa, los siguientes artículos:

FECHA : 22 de abril de 2021  
 ATENCIÓN : Edison Vera Vásquez  
 TELEFONO : 2062700  
 E-MAIL : evera@blomont.com.pe

| It | Cant | Modelo     | Descripción   | Marca | P.Unit   | %  | P.UnitDeso | Valor    |
|----|------|------------|---|-------|----------|----|------------|----------|
| 1  | 1.00 | OHNV4201   | Balanza portátil NAVIGATOR, 4200 x 0.1 g.   | OHAUS | 388.00   | 10 | 349.20     | 349.20   |
| 2  | 1.00 | OHSJX8201E | Balanza Portátil para Joyería SCOUT SUX, 6200 x 0.1 g, con gancho integrado para pesar por debajo | OHAUS | 572.00   | 10 | 514.80     | 514.80   |
| 3  | 1.00 | OHAX8201E  | Balanza de Precisión ADVENTURER, 8200 x 0.1 g, con calibración externa.                           | OHAUS | 1,566.00 | 10 | 1,409.40   | 1,409.40 |

**CONDICIONES DE VENTA:**

TIEMPO DE ENTREGA : Inmediata salvo previa venta.

FORMA DE PAGO : Factura 30 días

VALIDEZ DE LA OFERTA : 07 DÍAS.

GARANTIA : 01 año libre de defectos de fábrica. Servicio Técnico Certificado. Amplio Stock de Repuestos.

ENTREGA : Entrega a la dirección indicada por el cliente en Lima Metropolitana a partir de USD 300.

OTROS : Montos inferiores a USD 300, el cliente depositará en cuenta.

**CUENTAS BANCO CONTINENTAL :**  
 Cta. Cte. Nuevos Soles : 0011-357-0100001650-19  
 CCI S/. 011-357-000100001650-19

Cta. Cte. Dólares Americanos : 0011-357-0100001634-13  
 CCI US\$ 011-357-000100001634-13

**SUBTOTAL : USD 2,273.40**

**IGV 18% : USD 409.21**

---

**TOTAL : USD 2,682.61**

**OBSERVACIONES :**

Esperamos que la presente oferta sea de su interés y estamos a disposición para cualquier aclaración o consulta al respecto.  
 Saludos cordiales,  
 Angel Liaja  
 Telefono : 6767076 ( Anexo 107 )  
 Celulares : 940314939 ; 991505593  
 aliaja@teccios.com

Figura. 47 Cotización de la balanza ohaus

Fuente: Elaboración propia





**Adventurer®**  
Analytical and Precision Balances



*It's about the journey — and the destination: your lab.*

BALANZA DIGITAL



Figura. 49 Selladora y Balanza analítica

Fuente: Elaboración propia

# DOP post test



| DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS (DOP)   |  |                                 |                  |                                     |                   |                          |        |                          |   |   |
|---|--|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|--------|--------------------------|---|---|
| Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____  |  |                                 | Operar.          | <input checked="" type="checkbox"/> | Mater.            | <input type="checkbox"/> | Maqui. | <input type="checkbox"/> |   |   |
| PROCESO:  |  | RESUMEN:                        |                  |                                     |                   |                          |        |                          |   |   |
| <b>Fecha:</b> 12/10/2021<br><b>El estudio inicia:</b> Con la recepción de la materia prima<br><b>Método:</b> Actual: __X__ Propuesto: _____<br><b>Producto:</b> Reconstituyente vitamínico<br><b>Nombre del operario:</b> Medina Bocanegra, Betsabé<br><b>Elaborado por:</b> Medina Bocanegra, Betsabé<br><b>Tamaño del Lote:</b> 100 frascos |  | SÍMBOLO                         | ACTIVIDAD        | Act.                                |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | ●                               | Operación        | 14                                  |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | →                               | Transporte       | 3                                   |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | ■                               | Inspección       | 4                                   |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | D                               | Espera           | 4                                   |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | ▼                               | Almacenaje       | 1                                   |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | Total de Actividades realizadas |                  | 24                                  |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | Distancia total en metros       |                  | 5.100                               |                   |                          |        |                          |   |   |
|   |  | Tiempo min/hombre               |                  | 1.760                               |                   |                          |        |                          |   |   |
| NUMERO  | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO                                    | Cantidad                        | Distancia metros | Tiempo minutos                      | SÍMBOLOS PROCESOS |                          |        |                          |   |   |
|   |  |                                 |                  |                                     | ●                 | →                        | ■      | D                        | ▼ |   |
| 1   | Demora en las entregas (en planta proveedor)               |                                 |                  | 60,0                                |                   |                          |        |                          | ● |   |
| 2   | Acopio de materia prima                                    |                                 |                  | 30,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 3   | Traslado de materia prima acopiada a planta                |                                 | 5000,0           | 30,0                                |                   | ●                        |        |                          |   |   |
| 4   | Demora por falla mecánica de movilidad durante traslado    |                                 |                  | 60,0                                |                   |                          |        |                          | ● |   |
| 5   | Recepción/inspección de materia prima                      |                                 |                  | 60,0                                | ●                 |                          |        | ●                        |   |   |
| 6   | Ingreso al área de almacén                                 |                                 | 50,0             | 10,0                                |                   | ●                        |        |                          |   |   |
| 7   | Análisis fisicoquímicos de MP                              |                                 |                  | 15,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 8   | Esterilización de máquinas y utensilios                    |                                 |                  | 60,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 9   | Pesado   |                                 |                  | 30,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 10  | Demora en pesado (manual)                                  |                                 |                  | 15,0                                |                   |                          |        |                          | ● |   |
| 11  | Pesado y tamizaje 1  |                                 |                  | 10,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 12  | Tamizaje 2   |                                 |                  | 10,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 13  | Mezcla de materias primas                                  |                                 |                  | 10,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 14  | Muestreo análisis de granel control de calidad             |                                 |                  | 30,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 15  | Inspección análisis de granel control de calidad           |                                 |                  | 100,0                               |                   |                          |        | ●                        |   |   |
| 16  | Encapsulado  |                                 |                  | 420,0                               | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 17  | Inspección y analisis en el encapsulado control de calidad |                                 |                  | 80,0                                |                   |                          |        | ●                        |   |   |
| 18  | Lustrado   |                                 |                  | 120,0                               | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 19  | Envasado   |                                 |                  | 435,0                               | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 20  | Demora en envasado   |                                 |                  | 30,0                                |                   |                          |        |                          | ● |   |
| 21  | Recepción en bandeja para llevar a cuarentena              |                                 |                  | 20,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 22  | Transporte a cuarentena                                    |                                 | 30,0             | 15,0                                |                   | ●                        |        |                          |   |   |
| 23  | Acondicionado  |                                 |                  | 80,0                                | ●                 |                          |        |                          |   |   |
| 24  | Transporte a almacén de PT                                 |                                 | 20,0             | 30,0                                |                   |                          |        | ●                        |   |   |
| 25  | Almacén PT   |                                 |                  |                                     |                   |                          |        |                          |   | ● |
| TiempoHoras: 29,3   |  |                                 | m 5.100,0        | 1.760,0                             | min               |                          |        |                          |   |   |

Observaciones:

Figura. 50 DOP post test

Fuente: Elaboración propia

## DAP post test

| DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS (DAP)   |   |   |                  |                                 |                   |                                 |   |   |  |
|--|---|---|------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|---|---|--|
| Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____   |   | Operar. <input checked="" type="checkbox"/> |                  | Mater. <input type="checkbox"/> |                   | Maqui. <input type="checkbox"/> |   |   |  |
| PROCESO:   |   | RESUMEN:                                    |                  |                                 |                   |                                 |   |   |  |
| <b>Fecha: 12/03/2022</b><br><b>El estudio Inicia: Con la recepción de la materia prima</b><br><b>Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/></b><br><b>Producto: Reconstituyente vitamínico</b><br><b>Nombre del operario: Medina Bocanegra, Betsabé</b><br><b>Elaborado por: Medina Bocanegra, Betsabé</b><br><b>Tamaño del Lote: 100 frascos</b> |   | SÍMBOLO                                     | ACTIVIDAD        | Act.                            |                   |                                 |   |   |  |
|  |   |   | Operación        | 17                              |                   |                                 |   |   |  |
|  |   |   | Transporte       | 3                               |                   |                                 |   |   |  |
|  |   |   | Inspección       | 4                               |                   |                                 |   |   |  |
|  |   |   | Espera           | 3                               |                   |                                 |   |   |  |
|  |   |   | Almacenaje       | 0                               |                   |                                 |   |   |  |
|  |   | Total de Actividades realizadas             |                  | 27                              |                   |                                 |   |   |  |
|  |   | Distancia total en metros                   |                  | 5,050                           |                   |                                 |   |   |  |
|  |   | Tiempo min/hombre                           |                  | 1,586                           |                   |                                 |   |   |  |
| NÚMERO   | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Cantidad                                    | Distancia metros | Tiempo minutos                  | SÍMBOLOS PROCESOS |                                 |   |   |  |
|  |   |   |                  |                                 |                   |                                 |   |   |  |
| 1  | Demora en las entregas (en planta proveedor)  |   |                  | 45.0                            |                   |                                 |   |   |  |
| 2  | Acopio de materia prima   |   |                  | 60.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 3  | Traslado de materia prima acopiada a planta   |   | 5000.0           | 60.0                            |                   | ●                               |   |   |  |
| 4  | Demora por falla mecánica de movilidad durante traslado   |   |                  | 30.0                            |                   |                                 |   | ● |  |
| 5  | Recepción/inspección de materia prima (análisis físico-químico de MP)   |   |                  | 30.0                            | ●                 |                                 | ● |   |  |
| 6  | Ingreso al área de almacén  |   | 50.0             | 8.0                             |                   | ●                               |   |   |  |
| 7  | Pesado y tamizaje 1   |   |                  | 30.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 8  | Recepción de tamizaje 1 en bolsa de polietileno de 50 Kg  |   |                  | 10.0                            |                   |                                 |   | ● |  |
| 9  | Tamizaje 2  |   |                  | 30.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 10   | Enjuague de cada bolsa con 0.100 kg de croscarmelosa sódica   |   |                  | 10.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 11   | Mezclar de vitaminas tamizado 2 sobre el tamizado 1 de materias primas. Cerrar la bolsa de polietileno y mezclar manualmente.   |   |                  | 30.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 12   | Tamizaje 3  |   |                  | 10.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 13   | Control de Calidad, la toma de muestra del granel para la determinación de la humedad de la mezcla  |   |                  | 125.0                           |                   |                                 | ● |   |  |
| 14   | Colocar el granel en doble bolsa de polietileno; rotular con el formato de "Producto en Proceso"  |   |                  | 10.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 15   | De no realizarse el proceso de encapsulado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL. |   |                  | 8.0                             | ●                 |                                 |   |   |  |
| 16   | Realizar el montaje de la encapsuladora manual CAP 0# Semi-Auto CN-100 M  |   |                  | 8.0                             | ●                 |                                 |   |   |  |
| 17   | Verificar los datos de la etiqueta de "Producto en proceso" contra la orden de producción   |   |                  | 8.0                             |                   |                                 | ● |   |  |
| 18   | Encapsulado, en cada molde se encapsula 100 cápsulas siguiendo las especificaciones, el tiempo de encapsulado por molde es de 4.833 min.                                      |   |                  | 420.0                           | ●                 |                                 |   |   |  |
| 19   | Registro de graneles en proceso: etapa de encapsulado   |   |                  | 8.0                             | ●                 |                                 |   |   |  |
| 20   | De no realizarse el proceso de lustrado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL     |   |                  | 5.0                             | ●                 |                                 |   |   |  |
| 21   | Lustrado de las cápsulas obtenidas. 30 minutos por bolsa de 2.3 kg de cápsula.  |   |                  | 60.0                            | ●                 |                                 |   |   |  |
| 22   | Registro de graneles en proceso: etapa de lustrado.   |   |                  | 8.0                             | ●                 |                                 |   |   |  |
| 23   | Las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL   |   |                  | 8.0                             | ●                 |                                 |   |   |  |
| 24   | Control de Calidad, la toma de muestra del granel de cápsulas fabricado para el análisis de las especificaciones indicadas  |   |                  | 120.0                           |                   |                                 | ● |   |  |
| 25   | Envasar el producto fabricado aprobado.   |   |                  | 435.0                           | ●                 |                                 |   |   |  |
| 27   | Transporte en bandejas a almacén de productos terminados  |   |                  | 10.0                            |                   | ●                               |   |   |  |
| TiempoHoras: 26.4  |   | m 5,050.0                                   |                  | 1,586.0 min                     |                   |                                 |   |   |  |
| Observaciones:   |   |   |                  |                                 |                   |                                 |   |   |  |

Figura. 51 DAP post test

Fuente: Elaboración propia

## Estudio del trabajo post test

| Número | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO   | Observación 1 | Observación 2 | Observación 3 | Tiempo promedio (minutos) | Valoración | Suplementos | Tiempo estándar |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 1      | Recepción/inspección de materia prima (análisis físico-químico de MP)   | 28.0          | 30.0          | 32.0          | 30.0                      | 1.14       | 16%         | 39.7            |
| 2      | Ingreso al área de almacén  | 6.0           | 8.0           | 10.0          | 8.0                       | 1.14       | 16%         | 10.6            |
| 3      | Pesado y tamizaje 1   | 28.0          | 30.0          | 32.0          | 30.0                      | 1.14       | 16%         | 39.7            |
| 4      | Recepción de tamizaje 1 en bolsa de polietileno de 50 Kg  | 8.0           | 10.0          | 12.0          | 10.0                      | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| 5      | Tamizaje 2  | 28.0          | 30.0          | 32.0          | 30.0                      | 1.14       | 16%         | 39.7            |
| 6      | Enjuague de cada bolsa con 0.100 kg de croscarmelosa sódica   | 8.0           | 10.0          | 12.0          | 10.0                      | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| 7      | Mezclar de vitaminas tamizado 2 sobre el tamizado 1 de materias primas. Cerrar la bolsa de polietileno y mezclar manualmente.   | 28.0          | 30.0          | 32.0          | 30.0                      | 1.14       | 16%         | 39.7            |
| 8      | Tamizaje 3  | 8.0           | 10.0          | 12.0          | 10.0                      | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| 9      | Control de Calidad, la toma de muestra del granel para la determinación de la humedad de la mezcla  | 123.0         | 125.0         | 127.0         | 125.0                     | 1.14       | 16%         | 165.3           |
| 10     | Colocar el granel en doble bolsa de polietileno; rotular con el formato de "Producto en Proceso"  | 8.0           | 10.0          | 12.0          | 10.0                      | 1.14       | 16%         | 13.2            |
| 11     | De no realizarse el proceso de encapsulado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL. | 6.0           | 8.0           | 10.0          | 8.0                       | 1.14       | 16%         | 10.6            |
| 12     | Realizar el montaje de la encapsuladora manual CAP 0# Semi-Auto CN-100 M  | 6.0           | 8.0           | 10.0          | 8.0                       | 1.14       | 16%         | 10.6            |
| 13     | Verificar los datos de la etiqueta de "Producto en proceso" contra la orden de producción   | 6.0           | 8.0           | 10.0          | 8.0                       | 1.14       | 16%         | 10.6            |
| 14     | Encapsulado, en cada molde se encapsula 100 cápsulas siguiendo las especificaciones, el tiempo de encapsulado por molde es de 4.833 min.                                      | 418.0         | 420.0         | 422.0         | 420.0                     | 1.14       | 16%         | 555.4           |
| 15     | Registro de graneles en proceso: etapa de encapsulado   | 6.0           | 8.0           | 10.0          | 8.0                       | 1.14       | 16%         | 10.6            |
| 16     | De no realizarse el proceso de lustrado inmediatamente, las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL     | 3.0           | 5.0           | 7.0           | 5.0                       | 1.14       | 16%         | 6.6             |
| 17     | Lustrado de las cápsulas obtenidas. 30 minutos por bolsa de 2.3 kg de cápsula.  | 58.0          | 60.0          | 62.0          | 60.0                      | 1.14       | 16%         | 79.3            |
| 18     | Registro de graneles en proceso: etapa de lustrado.   | 6.0           | 8.0           | 10.0          | 8.0                       | 1.14       | 16%         | 10.6            |
| 19     | Las bolsas obtenidas deben ser colocadas en envases herméticos, en los cuales deben colocarse BOLSA DE SILICA GEL   | 8.0           | 10.0          | 12.0          | 8.0                       | 1.14       | 16%         | 10.6            |
| 20     | Control de Calidad, la toma de muestra del granel de cápsulas fabricado para el análisis de las especificaciones indicadas  | 118.0         | 120.0         | 122.0         | 120.0                     | 1.14       | 16%         | 158.7           |
| 21     | Envasar el producto fabricado aprobado.   | 433.0         | 435.0         | 437.0         | 435.0                     | 1.14       | 16%         | 575.2           |
| 23     | Transporte en bandejas a almacén de productos terminados  | 8.0           | 10.0          | 12.0          | 10.0                      | 1.14       | 16%         | 13.2            |
|        | TiempoHoras: <b>30.7</b>  |               |               |               |                           |            |             | <b>1,839.5</b>  |

Observaciones:

Figura. 52 Estudio del trabajo post test

Fuente: Elaboración propia

El tiempos estándar para la unidad fabricada de una producción de 289 frascos es:  
(1839.5/289) 6.3650 min-estándar / frasco.



Figura. 53 Etapas del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

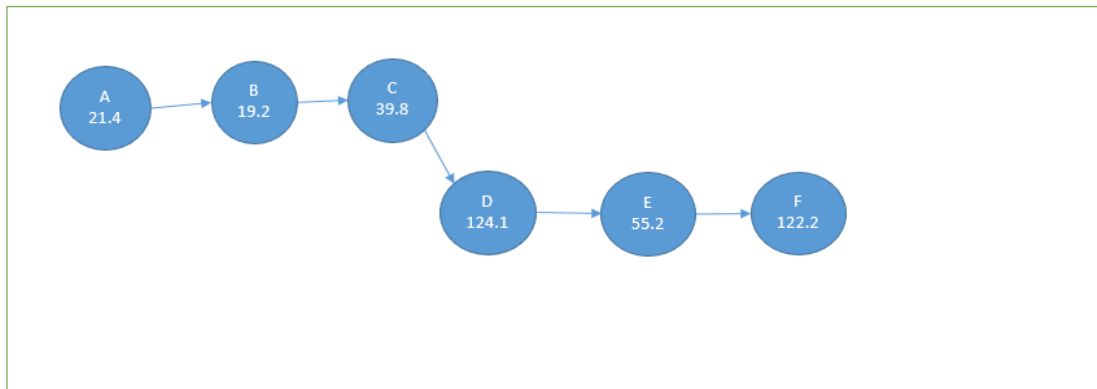
## VSM post test

### Cálculo del número de trabajadores y estaciones de trabajo

| LINEA 1     |                         |             |                  |
|-------------|-------------------------|-------------|------------------|
| LETRA CLAVE | ACTIVIDAD O DESCRIPCION | PRECEDENCIA | TIEMPO(Segundos) |
| A           | Tamizaje1               | -           | 214              |
| B           | Tamizaje2               | A           | 192              |
| C           | Tamizaje3               | B           | 398              |
| D           | Encapsulado             | B           | 1,241            |
| E           | Lustrado                | D           | 552              |
| F           | Envasado                | E           | 1,222            |
| Total       |                         |             | 3,819            |

| Cálculo del tiempo takt   |               |   |          |          |          |
|---------------------------|---------------|---|----------|----------|----------|
| Demanda semanal =         | 3500          | frascos de reconstituyente vitamínico     |          |          |          |
| Días de trabajo semanal = | 5             | días x semana                             |          |          |          |
| Demanda diaria =          | 700           | frascos de reconstituyente vitamínico/día |          |          |          |
| Tiempo total por día =    | 8             | horas =                                   | 480      | minutos  |          |
| Tiempo de comidas =       | 30            | minutos                                   |          |          |          |
| Tiempo disponible =       | 450           | minutos =                                 | 27000    | segundos |          |
| Tiempo tack =             | 3,857,142,857 | segundos/reconstituyente vitamínico       |          |          |          |
| Conversión                |               |   |          |          |          |
| 1                         | hora          | 60  | minutos  | 3600     | segundos |
| 8                         | horas         | 28800                                     | segundos |          |          |

### Paso 1: Diagrama de precedencia



### Paso 2: Calcular el tiempo ciclo

|                     |               |                 |
|---------------------|---------------|-----------------|
|                     |               | unidades        |
| Tiempo de Apertura  | 28800         | segundos        |
| Demanda del Cliente | 700           | unidades        |
| tiempo ciclo        | 4,114,285,714 | segundos/unidad |

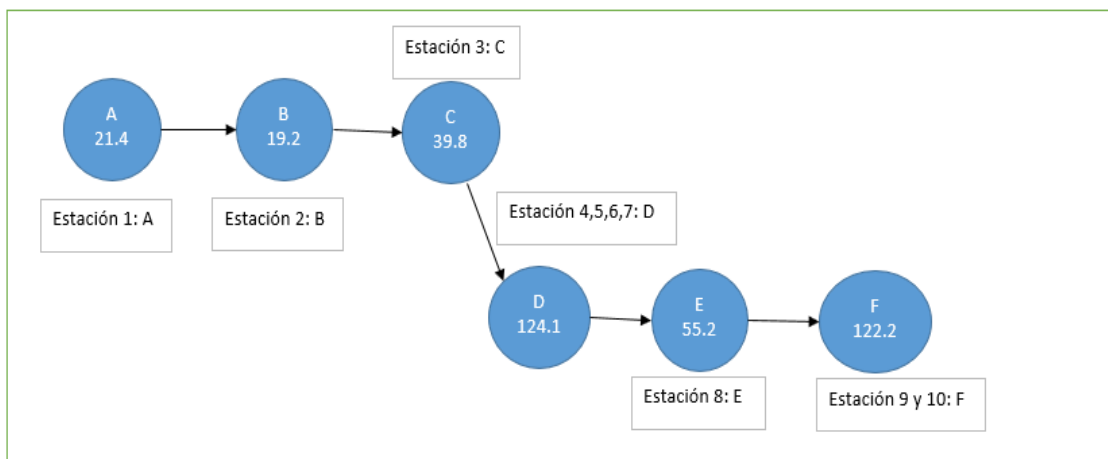


**Paso3: Calcular el número de estaciones de trabajo**

|                              |               |                 |
|------------------------------|---------------|-----------------|
|                              |               | unidades        |
| $\sum$ [(Tiempos de Tareas)] | 3,819,031,142 | segundos        |
| Tiempo Ciclo                 | 4,114,285,714 | segundos/unidad |
| K (Número de Estaciones)     | 10            |                 |

$$K = \frac{\sum \text{Tiempos de Tarea}}{\text{Tiempo de Ciclo}}$$

**Paso 4: Trazar las Estaciones en el diagrama de precedencia**



**Paso 5: Tabla de tiempos en el número estaciones**

| TABLA DE TIEMPOS EN EL NÚMERO ESTACIONES |       |            |                              |                 |                 |
|--|-------|------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
| Número de Estación                       | Tarea | Tiempo(ti) | Tiempo Remanente no Asignado | Tiempo Ciclo(s) | Tarea Remanente |
| 1  | A     | 21         | 1,971,725,161                | 41.14285714     | B,C,D,E,        |
| 2  | B     | 19         | 05                           | 41.14285714     | C,D,E           |
| 3  | C     | 40         | 13                           | 41.14285714     | D,E             |
| 4 (4)                                    | D (4) | 31         | 40.46070193                  | 41.14285714     | E               |
|  | E     | 28         | 129                          | 41.14285714     | -               |
| 5 (3)                                    | F (3) | 41         | 13                           | 41.14285714     | -               |

### Paso 6: Cálculo de la eficiencia de la línea

|                     | valor         | unidades |
|---------------------|---------------|----------|
| Eficiencia de línea | 92.82%        | %        |
| $\sum_{(i=1)} t_i$  | 3,819,031,142 | segundos |
| K                   | 10            |          |
| C                   | 4,114,285,714 | segundos |

$$\text{Eficiencia de la Línea} = \frac{\sum T_i}{K C} * 100$$

### Paso 7: Cálculo del retraso de la línea

|                  | valor       | unidades |
|------------------|-------------|----------|
| Retraso de línea | 7.18%       | %        |
| TM               | 29.52545724 | segundos |
| K                | 10          |          |
| C                | 41.14285714 | segundos |

$$\text{Retraso de la Línea} = \frac{TM}{K C} * 100$$

### Criterios de líneas de producción

- Una línea de clase mundial es del 100%; sin embargo, a medida que baja el porcentaje se hace más deficiente la línea de producción. Un valor mínimo para que la línea sea adecuada es un 80% de eficiencia
- Idealmente un retraso del balance del 0% es uno de clase mundial, pero a medida que el porcentaje se incrementa se hace más deficiente la línea de producción. Un valor mínimo del 20% de retraso de balanceo es el adecuado para que la línea sea adecuada

Cálculo del número de operadores

|  | Variable    | unidades          |
|--|-------------|-------------------|
| Total de unidades a producir                   | 700         | unidades          |
| TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN DE LA LÍNEA EN TURNO | 28800       | segundos          |
| Índice de productividad                        | 0.024305556 | unidades/segundos |

|                                 | Variable    | unidades |
|---------------------------------|-------------|----------|
| Tiempo Estándar Global de Línea | 400.9982699 | segundos |
| $\sum_{(i=1)} t_i$              | 381.9031142 | segundos |
| Suplemento por necesidades      | 5%          |          |

|                                 |             |                              |
|---------------------------------|-------------|------------------------------|
| Número de Operadores            | 11.0000     |                              |
| Índice de Productividad         | 0.024305556 | unidades/segundos            |
| Tiempo Estándar Global de Línea | 400.9982699 | segundos                     |
| Eficiencia de Línea             | 0.83        | Se asume una eficiencia real |

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS}}{\text{TIEMPO DE OPERACION DE LA LINEA EN TURNO}}$$

$$\text{Tiempo Estándar Global de Línea} = \sum \text{SUMA DE TOTAL DE ESTACIONES} * (1 + 5\%)$$

$$\text{NÚMERO DE OPERADORES} = \frac{IP * TECLINEA}{EFICIENCIA LINEA}$$

IP: Índice de productividad  
TECLÍNEA: Tiempo estándar global de línea

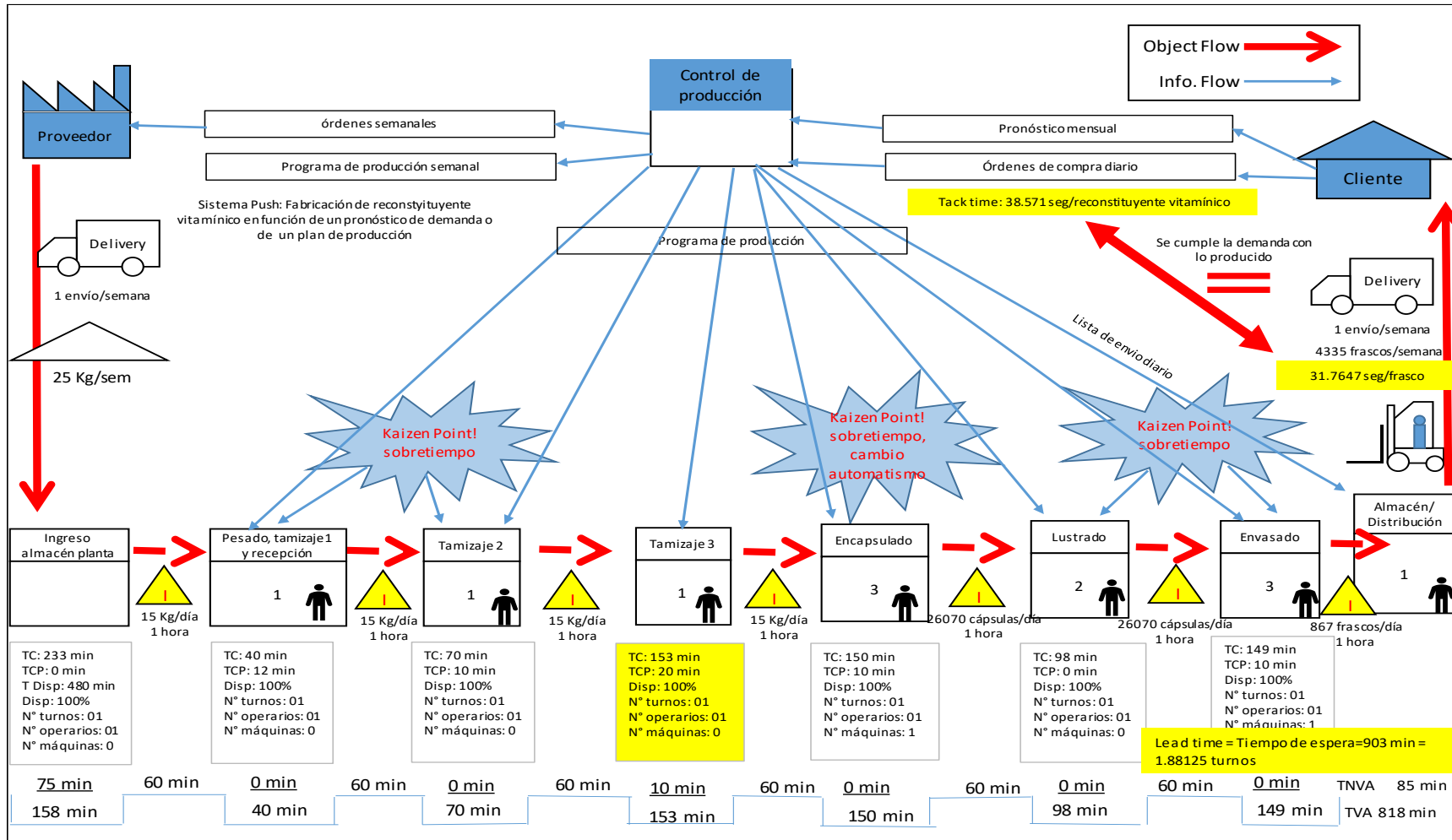


Figura. 54 VSM post test para la elaboración de reconstituyente vitamínico

Fuente: Elaboración propia en Bizagi



*Figura. 55* Etapas del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

## Proceso de encapsulado de granel de polvos en el área de fabricación

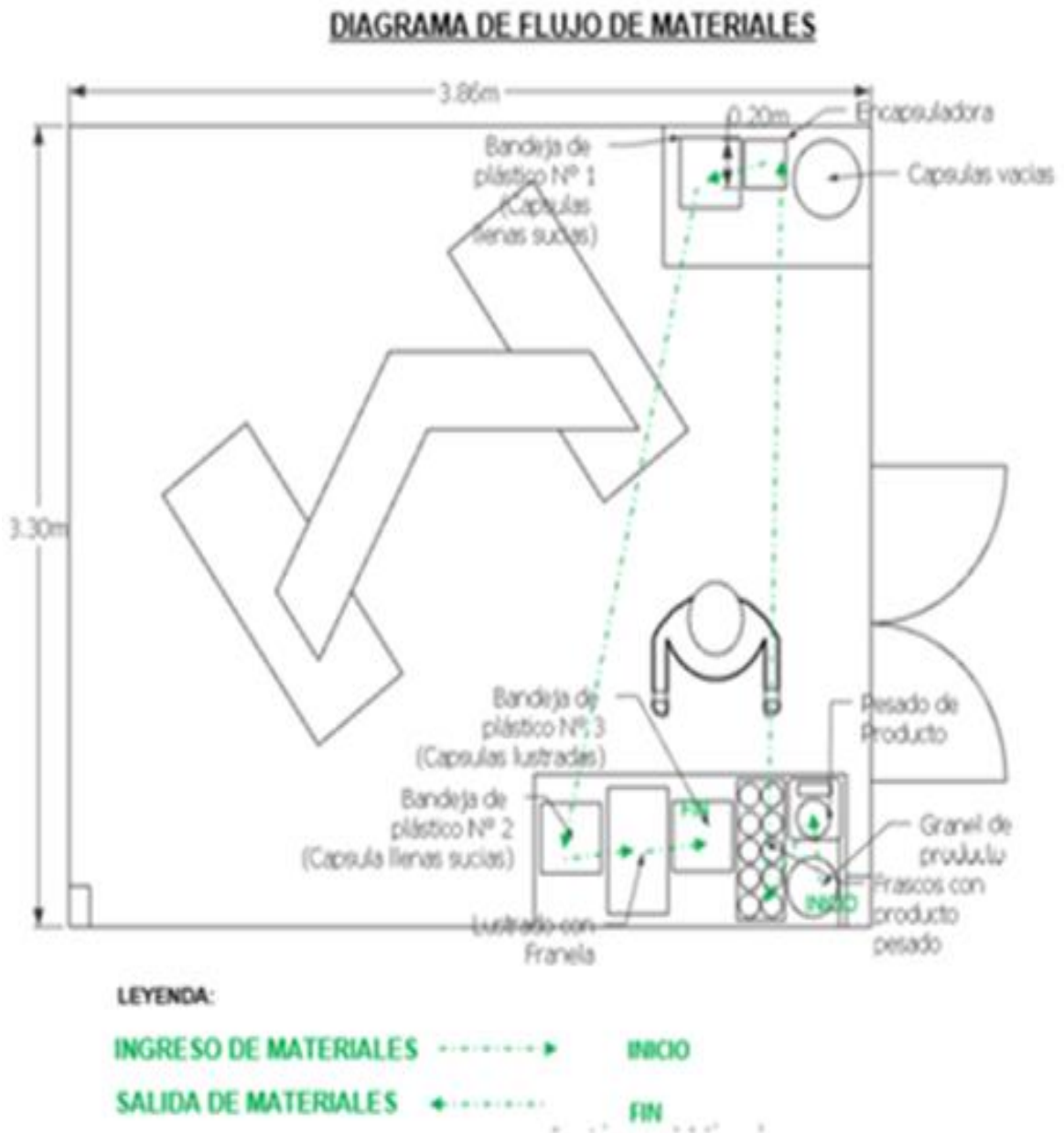


Figura. 56 Diagrama de flujo del personal en fabricación de granel

Fuente: Elaboración propia



Figura. 57 Ingreso al laboratorio veterinario, planta producción

Fuente: Elaboración propia

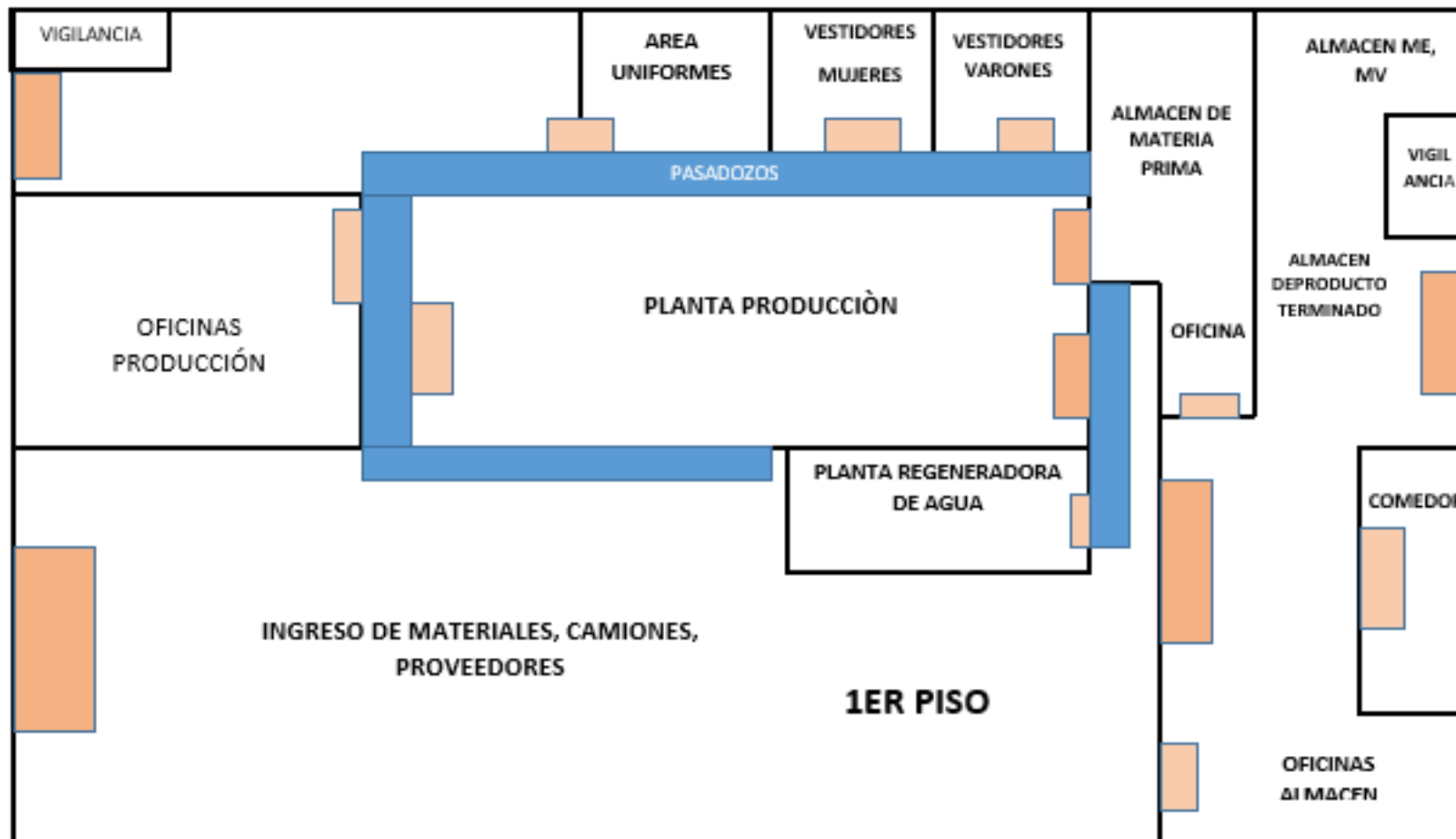


Figura. 58 Layout primer piso post test

Fuente: Elaboración propia



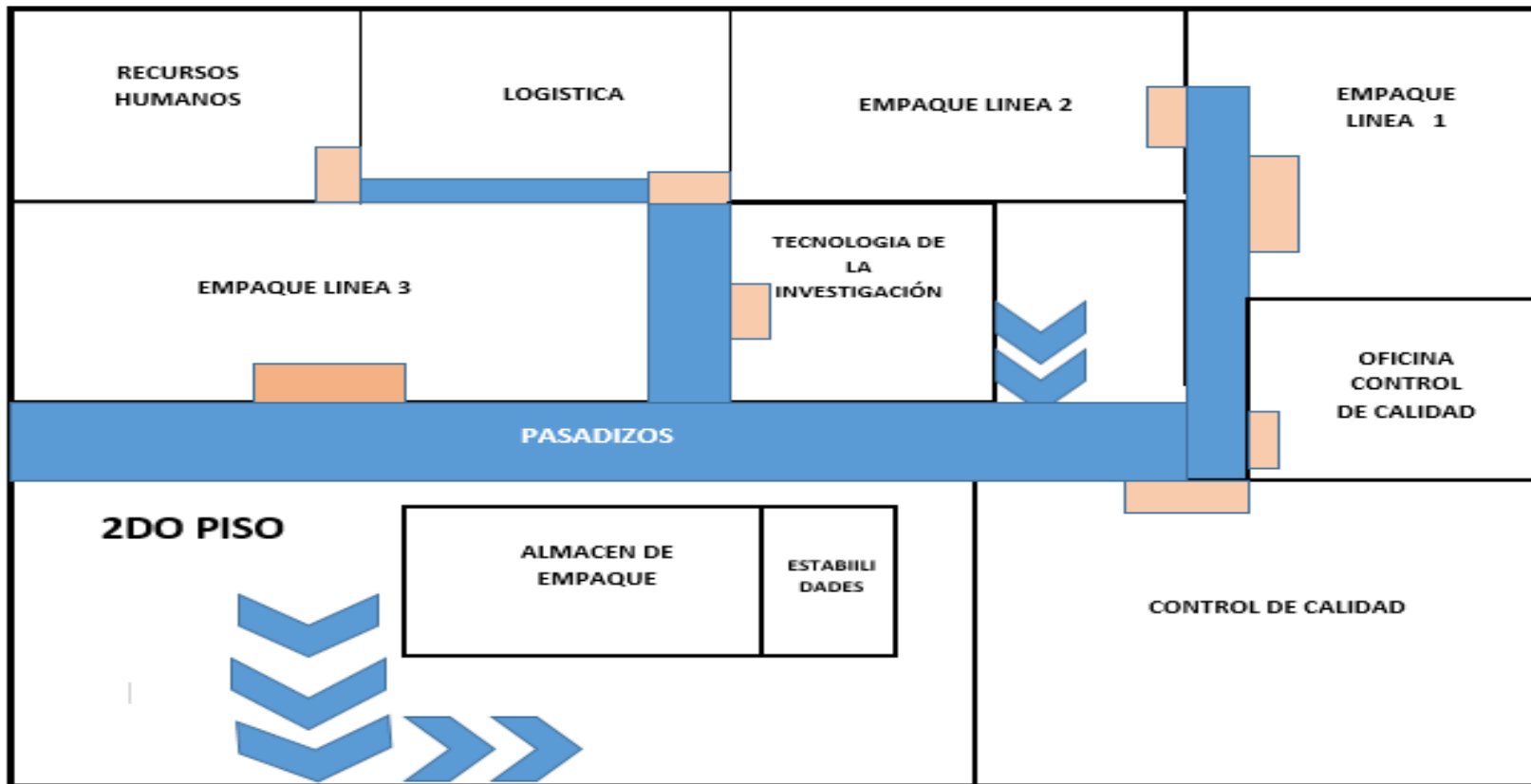


Figura. 59 Layout segundo piso post test

Fuente: Elaboración propia



Figura. 60 Layout tracer piso post test

Fuente: Elaboración propia

## Empaquetado líneas 1,2 y3

### SALA EMPAQUE - LINEAS 1 Y 3

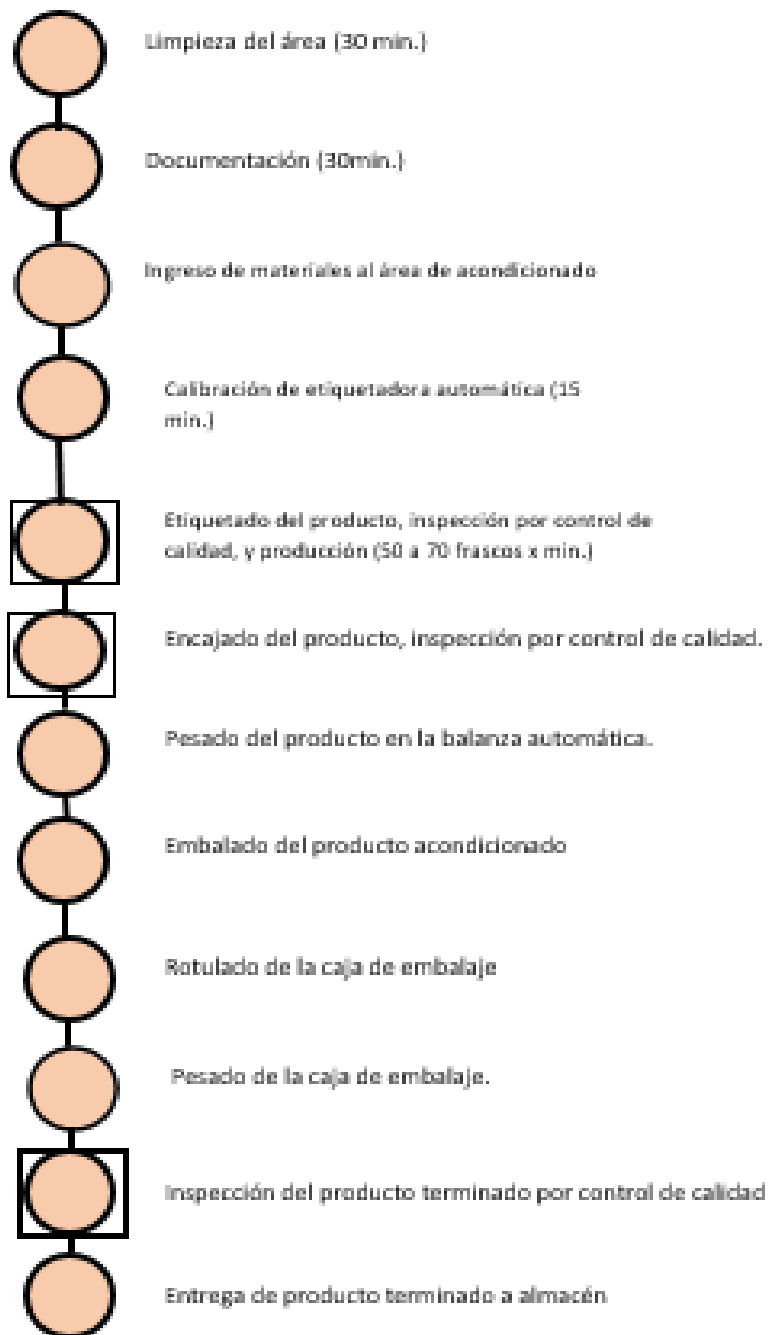


Figura. 61 DOP Línea 1 y 3

Fuente: Propia

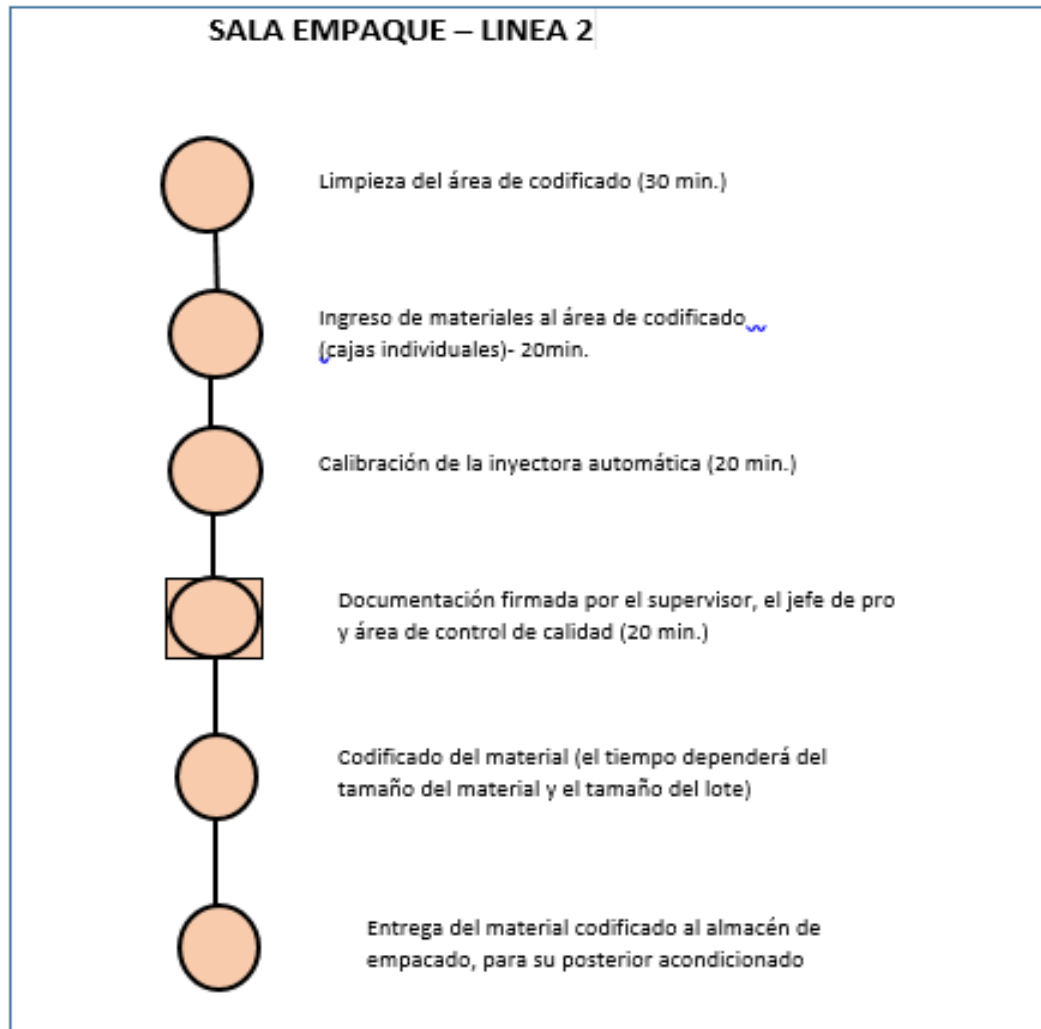


Figura. 62 DOP Línea 3

Fuente: Propia

## Diseño de experimentos

### VARIABLES INDEPENDIENTES EN EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

1. Tiempo de contacto de sellado.
2. Diámetro de superficie de sellado.

### VARIABLE DEPENDIENTE EN EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

3 niveles de fluctuación de las variables independientes: Alto – medio - bajo.

**Tabla 33.- Modelo de superficie de respuestas planteado**

| OrdenEst | OrdenCorrida | TipoPt | Bloques | Tiempo sellado | Diámetro | Eficiencia de sellado |
|----------|--------------|--------|---------|----------------|----------|-----------------------|
| 5        | 1            | 0      | 1       | 3              | 5        | 99                    |
| 6        | 2            | 0      | 1       | 3              | 5        | 98                    |
| 3        | 3            | 1      | 1       | 1              | 9        | 20                    |
| 1        | 4            | 1      | 1       | 1              | 1        | 10                    |
| 2        | 5            | 1      | 1       | 5              | 1        | 50                    |
| 7        | 6            | 0      | 1       | 3              | 5        | 99                    |
| 4        | 7            | 1      | 1       | 5              | 9        | 60                    |
| 12       | 8            | 0      | 2       | 3              | 5        | 97                    |
| 13       | 9            | 0      | 2       | 3              | 5        | 98                    |
| 14       | 10           | 0      | 2       | 3              | 5        | 99                    |
| 10       | 11           | -1     | 2       | 3              | 1        | 60                    |
| 11       | 12           | -1     | 2       | 3              | 9        | 70                    |
| 9        | 13           | -1     | 2       | 5              | 5        | 60                    |
| 8        | 14           | -1     | 2       | 1              | 5        | 30                    |

Fuente: Propia en minitab18

**Tabla 34.- Análisis de varianza modelo superficie de respuesta**

Análisis de Varianza

| Fuente                        | GL | SC Ajust . | MC Ajust . | Valor F | Valor p |
|-------------------------------|----|------------|------------|---------|---------|
| Modelo                        | 6  | 12948.7    | 2158.12    | 72.98   | 0.000   |
| Bloques                       | 1  | 214        | 213.97     | 7.24    | 0.031   |
| Lineal                        | 2  | 2166.7     | 1083.33    | 36.63   | 0.000   |
| Tiempo sellado                | 1  | 2016.7     | 2016.67    | 68.19   | 0.000   |
| Diámetro                      | 1  | 150        | 150        | 5.07    | 0.059   |
| Cuadrado                      | 2  | 10347.5    | 5173.73    | 174.95  | 0.000   |
| Tiempo sellado*Tiempo sellado | 1  | 5296       | 5296.01    | 179.08  | 0.000   |
| Diámetro*Diámetro             | 1  | 1579.6     | 1579.65    | 53.42   | 0.000   |
| Interacción de 2 factores     | 1  | 0.0        | 0.00       | 0.00    | 1.000   |
| Tiempo sellado*Diámetro       | 1  | 0.0        | 0.00       | 0.00    | 1.000   |
| Error                         | 7  | 207        | 29.57      |         |         |
| Falta de ajuste               | 3  | 204.3      | 68.11      | 102.17  | 0.000   |
| Error puro                    | 4  | 2.7        | 0.67       |         |         |
| Total                         | 13 | 13155.7    |            |         |         |

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

**Tabla 35.- Resumen del modelo**

| S       | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|---------|---------|--------------------|----------------|
| 5.43809 | 98.43%  | 97.08%             | 89.75%         |

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La eficiencia del sellado se explica en un 98.43% por las variables tiempo de sellado y diámetro de la selladora.

**Tabla 36.- Coeficientes codificados y ecuación de regresión**

**Coeficientes codificados**

| Término                       | Coef   | EE del coef | Valor T | Valor p | FIV  |
|-------------------------------|--------|-------------|---------|---------|------|
| Constante                     | 97.06  | 2.16        | 45.02   | 0.000   |      |
| Bloques                       |        |             |         |         |      |
| 1                             | 4.16   | 1.55        | 2.69    | 0.031   | 1.13 |
| Tiempo sellado                | 18.33  | 2.22        | 8.26    | 0.000   | 1.00 |
| Diámetro                      | 5.00   | 2.22        | 2.25    | 0.059   | 1.00 |
| Tiempo sellado*Tiempo sellado | -44.07 | 3.29        | -13.38  | 0.000   | 1.26 |
| Diámetro*Diámetro             | -24.07 | 3.29        | -7.31   | 0.000   | 1.26 |
| Tiempo sellado*Diámetro       | -0.00  | 2.72        | -0.00   | 1.000   | 1.00 |

**Ecuación de regresión en unidades no codificadas**

Eficiencia = -73.45 + 75.27 Tiempo sellado + 16.29 Diámetro  
 -11.017 Tiempo sellado\*Tiempo sellado - 1.504 Diámetro\*Diámetro  
 -0.000 Tiempo sellado\*Diámetro

Ecuación promediada sobre los bloques

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

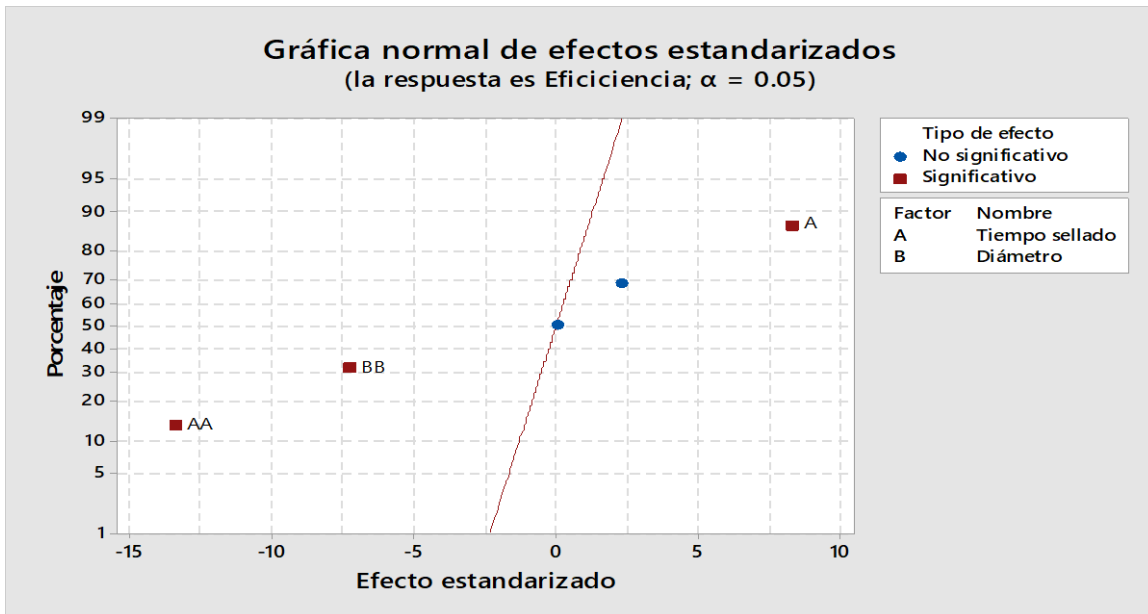


Figura. 63 Gráfica normal de efectos estandarizados

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

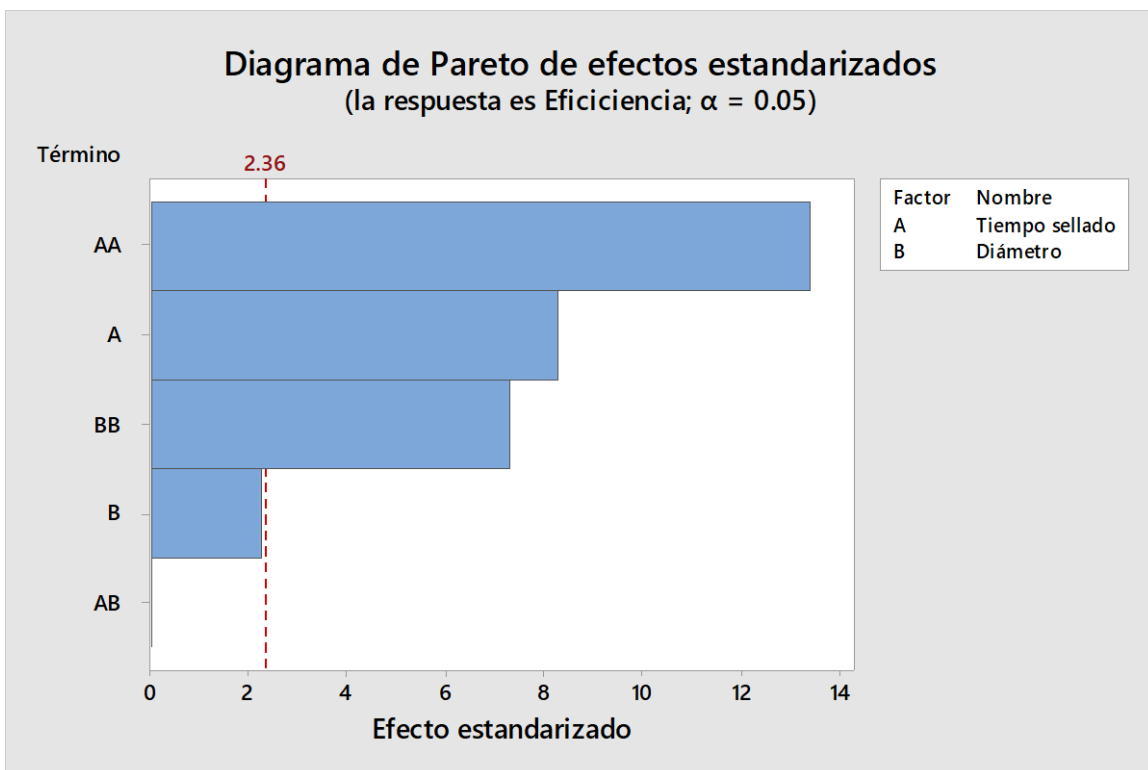


Figura. 64 Diagrama de Pareto de efectos estandarizados

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De la figura 64 tenemos que las 2 variables son significativas en el modelo de superficie de respuesta pues ambas o sus combinaciones superan la línea roja.

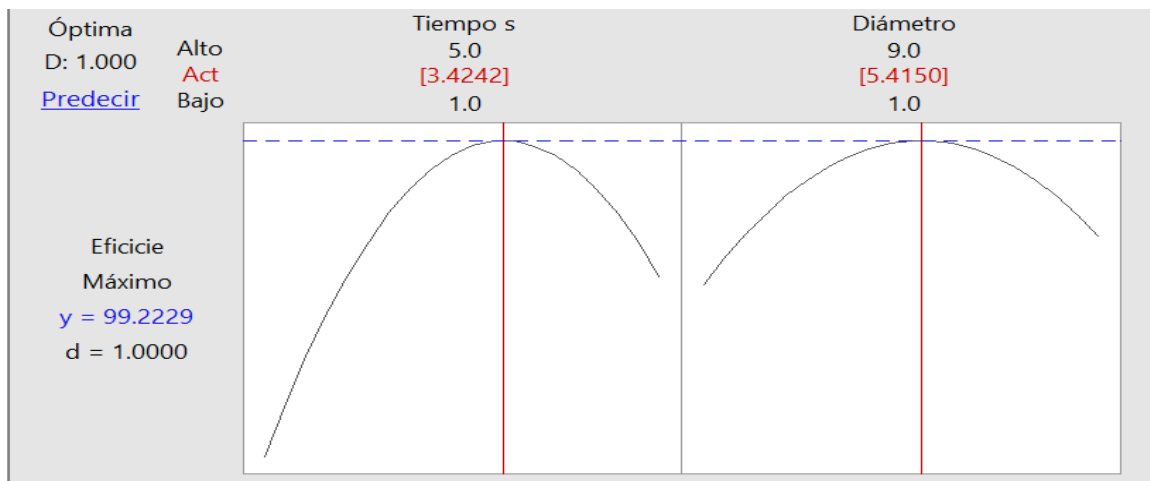


Figura. 65 Respuesta óptima del modelo de superficie de respuesta

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La figura 65 muestra que la eficiencia es máxima con el 99.2229% de sellado en los puntos de respuesta Tiempo 3.4242 segundos y diámetro 5.4150 cm.

### Análisis de regresión (pronósticos de ventas y de producción)

Tabla 37.- Demanda histórica últimos 3 años (en miles)

| Mes | Demanda | Mes | Demanda | Mes | Demanda |
|-----|---------|-----|---------|-----|---------|
| 1   | 11      | 13  | 142     | 25  | 163     |
| 2   | 113     | 14  | 138     | 26  | 15      |
| 3   | 109     | 15  | 123     | 27  | 145     |
| 4   | 10      | 16  | 123     | 28  | 15      |
| 5   | 105     | 17  | 115     | 29  | 134     |
| 6   | 95      | 18  | 11      | 30  | 133     |
| 7   | 95      | 19  | 115     | 31  | 133     |
| 8   | 87      | 20  | 104     | 32  | 13      |
| 9   | 11      | 21  | 112     | 33  | 134     |
| 10  | 122     | 22  | 147     | 34  | 149     |
| 11  | 123     | 23  | 153     | 35  | 173     |
| 12  | 14      | 24  | 162     | 36  | 178     |

Fuente: Propia



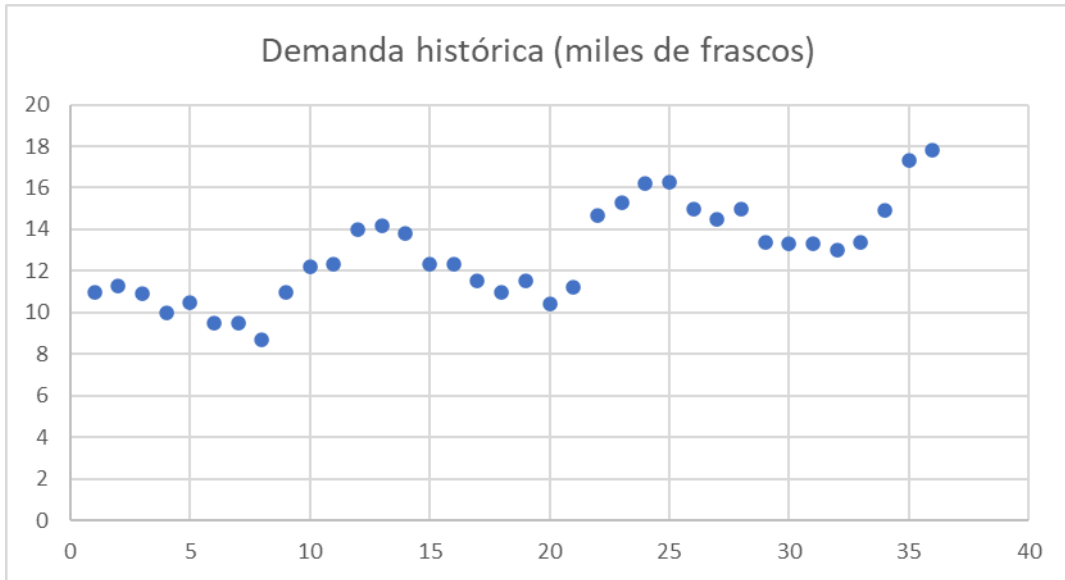


Figura. 66 Demanda histórica (en miles de frascos) con tendencia estacional ascendente

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38.- Pronóstico de 12 meses usando el modelo con tendencia estacional ascendente (en miles)**

|    | 1  | 2  | 3           | 4     | 5              | 6                         |
|----|----|----|-------------|-------|----------------|---------------------------|
| i  | t  | bt | bt+a        | $l_i$ | $l_i(\dot{x})$ | $X_t = bt + l_i(\dot{x})$ |
|    |    |    | línea recta |       |                | pronóstico                |
| 1  | 25 | 4  | 14          | 119   | 12             | 16                        |
| 2  | 26 | 4  | 14          | 112   | 11             | 15                        |
| 3  | 27 | 4  | 14          | 103   | 10             | 14                        |
| 4  | 28 | 4  | 14          | 100   | 10             | 14                        |
| 5  | 29 | 5  | 15          | 092   | 9              | 14                        |
| 6  | 30 | 5  | 15          | 085   | 8              | 13                        |
| 7  | 31 | 5  | 15          | 085   | 8              | 13                        |
| 8  | 32 | 5  | 15          | 076   | 8              | 13                        |
| 9  | 33 | 5  | 15          | 086   | 9              | 14                        |
| 10 | 34 | 5  | 15          | 105   | 10             | 16                        |
| 11 | 35 | 6  | 15          | 114   | 11             | 17                        |
| 12 | 36 | 6  | 16          | 123   | 12             | 18                        |
|    |    |    |             |       |                | 177                       |

Fuente: Propia

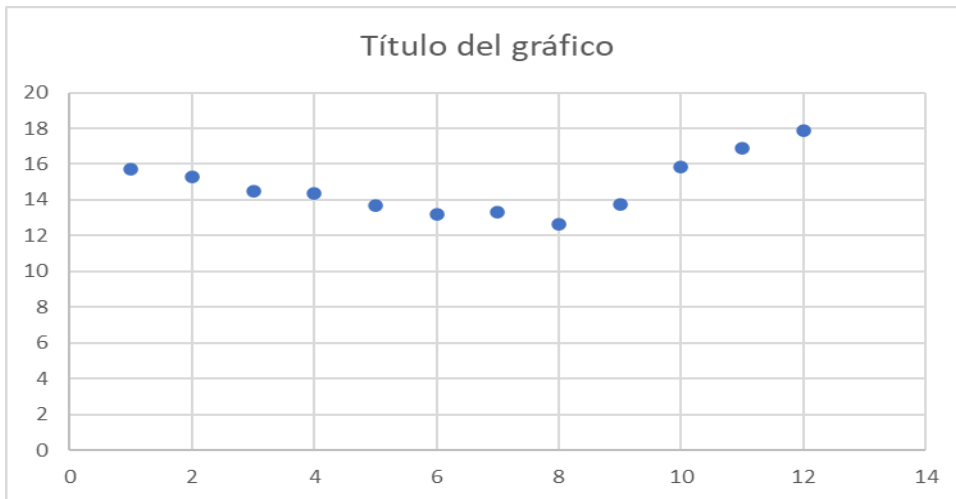


Figura. 67 Pronóstico doce meses (en miles de frascos)

Fuente: Elaboración propia

### FASE: CONTROLAR

Es controlar el avance del cumplimiento de los objetivos planteados con la herramienta del diagrama de Gantt.

Tabla 39.- Avance del programa de trabajo

| Actividades  | diciembre -21 |       |       |       | enero-22 |       |       |       |
|--|---------------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
|  | Sem 1         | Sem 2 | Sem 3 | Sem 4 | Sem 5    | Sem 6 | Sem 7 | Sem 8 |
| Adquirir una balanza electrónica.                            |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  | 100%          |       |       |       |          |       |       |       |
| Adquirir una selladora eléctrica                             |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  | 100%          |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en Kaizen                              |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  | 100%          |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en 5S                                  |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  | 100%          |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en layout                              |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  | 100%          |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en tiempo estándar                     |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  | 100%          |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en balance de línea                    |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  | 100%          |       |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en VSM                                 |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  |               | 100%  |       |       |          |       |       |       |
| Capacitar al personal en el uso de la carta militar estándar |               |       |       |       |          |       |       |       |
| Ejecutado  |               | 100%  |       |       |          |       |       |       |

Fuente: Elaboración propia

Se hizo el seguimiento y control de la variable de respuesta de la variable dependiente, el nivel de servicio, que se mide para comprobar la hipótesis, Se evaluó con el nuevo estándar tomando las acciones correctivas si se observa que no hay mejoras.

## Control de pronóstico

### MAPE

El error porcentual absoluto medio (MAPE) se calcula como el promedio de las diferencias absolutas encontradas entre los valores pronosticados y los reales, y se expresa como porcentaje de los valores reales. Es decir, los n periodos y los valores reales corresponden a la misma cantidad de periodos y se calcula como:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100|Real_i - Pronóstico_i|/Real_i}{n}$$

El MAPE expresa el error como un porcentaje de los errores reales, sin que esté distorsionado por un solo valor muy grande. El MAPE es quizá la medida más fácil de interpretar. Así, un MAPE del 6% es un enunciado claro que no depende de aspectos como la magnitud de los datos de entrada.

Tabla 40.- MAPE

| Mes | Pronóstico | Real  | Error absoluto | MAPE   |
|-----|------------|-------|----------------|--------|
| 1   | 1,574      | 2,000 | 21.28%         | 21.28% |
| 2   | 1,528      | 1,528 | 0.00%          | 10.64% |
| 3   | 1,448      | 1,600 | 9.52%          | 10.27% |
| 4   | 1,434      | 1,650 | 13.07%         | 10.97% |
| 5   | 1,371      |       |                |        |
| 6   | 1,318      |       |                |        |
| 7   | 1,334      |       |                |        |
| 8   | 1,261      |       |                |        |
| 9   | 1,378      |       |                |        |
| 10  | 1,584      |       |                |        |
| 11  | 1,688      |       |                |        |
| 12  | 1,791      |       |                |        |

Fuente: Elaboración propia

El MAPE acumulado al mes de abril fue de 10.97% de error de pronóstico. Respecto a los valores reales que es un buen pronóstico e indica que el modelo de pronóstico cíclico empleado funciona.

## Control de inventario

### Plantilla Modelo cantidad económica de pedido (EOQ) - EOQ Model Template - DL-METIONINA ORAL (RACEMETIONINA)

| Item                              | Datos       | Detalle             | Interpretación  |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|---|
| Demanda (D)                       | 2816        | Kilogramos anuales  |   |
| Costo de ordenar (S)              | 37          | por orden           |   |
| Costo de mantener (H)             | 300         | anual por kilogramo |   |
| Número de días de trabajo         | 258         | por año             |   |
| Costo ©                           | 16          | por kilogramo       |   |
| Cantidad óptima de pedido Q*      | 26.35433365 | Kilogramos          | Se deben pedir 26.35 kilogramos por orden   |
| Número esperado de ordenes (N)    | 106.8418932 | órdenes             | Se realizan 106.84 órdenes de pedido al año   |
| Tiempo esperado entre órdenes (L) | 2.414783119 | días                | El tiempo entre órdenes es de 2.41 días   |
| Punto de reorden ©                | 26.35433365 | kilogramos          | Cuando el nivel de inventario esté en 26.35 kilogramos, se debe colocar una nueva orden |
| Costo total (CT)                  | 52958.25049 | anual               | El costo total anual de inventario es de \$52958.25                                     |
| Costo de ordenar                  | 3953.150047 | anual total         | El costo anual de ordenar es de \$3953.15   |
| Costo de mantener                 | 3953.150047 | anual total         | El costo anual de mantener es de \$3953.15  |

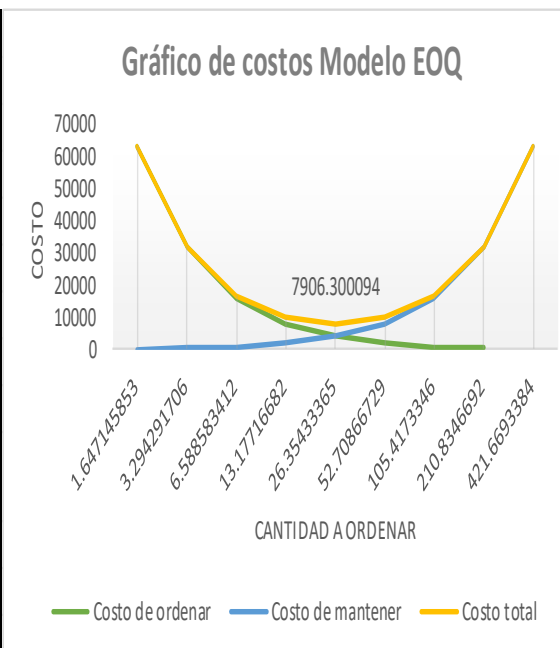


Figura. 68 Modelo EOQ para el insumo DL-Metionina oral - Racemetionina

Fuente: elaboración propia

## Stock de Seguridad

**Tabla 41.- Stock de seguridad**

|                                | Los Olivos | SJL       | SJM       | Totales |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------|---------|
| Demanda promedio (frascos/día) | 286        | 131       | 154       | 571     |
| Demanda anual                  | 885,455    | 4,073,093 | 4,781,457 | 177091  |
| Lote de envío (q)              | 1524       | 1156      | 1199      |         |

Situación propuesta: cadena centralizada

Ubicación centralizada

|                        |               |         |
|------------------------|---------------|---------|
| Demanda anual          | 177091        | Frascos |
| Lote de abastecimiento | 1,657,505,261 | Frascos |

| Cálculo del stock de seguridad | S(i) | S(i)^2 |
|--------------------------------|------|--------|
| Los Olivos                     | 295  | 87025  |
| SJL                            | 243  | 59049  |
| SJM                            | 226  | 51076  |
| Totales                        |      | 197150 |

| (i,j)                   | R(i,j) | s(i)    | s(j) | R(i,j)*s(i)*s(j) |
|-------------------------|--------|---------|------|------------------|
| (1.2)                   | 03     | 55      | 23   | 3,795            |
| (1.3)                   | -02    | 55      | 46   | -506             |
| (2.3)                   | -015   | 23      | 46   | -1,587           |
| Total                   |        |         |      | -2,852           |
| Stock de Seguridad (SS) | 1453   | Frascos |      |                  |

Fuente: Propia

## Control de producción

Tabla 42.- Plan de necesidades de producción

### Plan de Necesidades de Producción (PNP)

|                                     | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo  | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total  |
|-------------------------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|--------|
| Previsión de demanda a medie        | 15744 | 15277   | 14477 | 14344 | 13710 | 13177 | 13344 | 12610  | 13777     | 15844   | 16877     | 17910     | 177091 |
| Pedidos comprometidos               | 20000 | 17500   | 16000 | 16500 | 14000 |       | 20000 |        |           |         |           |           |        |
| - Ajuste de inventario (disponible) | -5075 |         |       |       |       |       |       |        |           |         |           |           |        |
| Plan de Necesidades de Producción   | 14925 | 17500   | 16000 | 16500 | 14000 | 13177 | 20000 | 12610  | 13777     | 15844   | 16877     | 17910     | 189120 |

Fuente: Propia

Planilla necesaria siguiendo una estrategia de nivelación

$N^{\circ} \text{ trab. Necesarios}_i$

$$= \frac{\sum PNP_i \times \text{hora estándar por unidad}}{\text{hora estándar por trabajador y jornada laboral} \times \sum n^{\circ} \text{ días productivos}}$$

$$|f_i = |f_{(i-1)} + \text{Prod. Reg}_i + \text{Prod. Extra}_i + \text{Subconti} - PNP_i$$

$$N^{\circ} \text{ trabajadores necesarios} = \frac{20062}{2064} = 9.720053239 \text{ trabajadores}$$

$$= 9 \text{ trabajadores}$$

Tabla 43.- Plan de necesidades de producción

|   |      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |
|---|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Días productivos                        |      | 21            | 19            | 22            | 21            | 22            | 22            | 21            | 23            | 22            | 21            | 22            | 22            | 258            |
| Plan de Necesidades de Producción (PNP) |      | 14925         | 17500         | 16000         | 16500         | 14000         | 13177         | 20000         | 12610         | 13777         | 15844         | 16877         | 17910         | 189120         |
| N'de trabajadores                       |      | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             |                |
| Plantilla real (n')                     | 5    | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             | 9             |                |
| Variación en plantilla                  |      | 4             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |                |
| Horas disponibles en                    |      | 14175         | 12825         | 1485          | 14175         | 1485          | 1485          | 14175         | 15525         | 1485          | 14175         | 1485          | 1485          | 17415          |
| Producción en jornada                   |      | 15352         | 13890         | 16084         | 15352         | 16084         | 16084         | 15352         | 16815         | 16084         | 15352         | 16084         | 16084         | 188617         |
| Horas regulares trabajadas              |      | 14175         | 12825         | 1485          | 14175         | 1485          | 1485          | 14175         | 1552.S        | 1485          | 1417.S        | 1485          | 1485          | 4185           |
| Horas regulares ociosas                 |      | 0             |               | 0             |               |               |               |               |               |               |               |               |               | o              |
| Faltante de producción                  |      | 427           | 3610          | 84            | 1148          | 2084          | 2907          | 4648          | 4205          | 2307          | 492           | 793           | 1826          |                |
| Producción en jornada                   |      | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0              |
| Horas extraordinarias                   |      | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0              |
| Producción subcontratada                |      | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0              |
| Inventario Final                        | 5045 | 5472          | 1862          | 1946          | 798           | 2882          | 5789          | 1141          | 5346          | 7653          | 7161          | 6368          | 4542          |                |
| Costes                                  |      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |
| Coste de contratación y                 |      | S/. 2,400.00  | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 0.00      | S/. 2,400.00   |
| Coste de las horas regulares            |      | S/. 42,525.00 | S/. 38,475.00 | S/. 44,550.00 | S/. 42,525.00 | S/. 44,550.00 | S/. 44,550.00 | S/. 42,525.00 | S/. 46,575.00 | S/. 44,550.00 | S/. 42,525.00 | S/. 44,550.00 | S/. 44,550.00 | S/. 125,550.00 |
| Coste de las horas regulares            |      |               |               | S/. 0.00      |               |               |               |               |               |               |               |               |               | S/. 0.00       |
| Coste de las horas                      |      | S/. 0.00      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | S/. 0.00       |
| Coste de la producción                  |      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | S/. 0.00       |
| Coste de posesión y ruptura             |      | S/. 10,944.00 | S/. 3,724.00  | S/. 3,892.00  | S/. 1,596.00  | S/. 5,764.00  | S/. 11,578.00 | S/. 2,282.00  | S/. 10,692.00 | S/. 15,306.00 | S/. 14,322.00 | S/. 12,736.00 | S/. 9,084.00  | S/. 18,560.00  |
| Coste total incremental                 |      | S/. 55,869.00 | S/. 42,199.00 | S/. 48,442.00 | S/. 44,121.00 | S/. 50,314.00 | S/. 56,128.00 | S/. 44,807.00 | S/. 57,267.00 | S/. 59,856.00 | S/. 56,847.00 | S/. 57,286.00 | S/. 53,634.00 | S/. 626,770.00 |

Fuente: Propia



### **Evaluación de la repetibilidad y la reproducibilidad (GR&R o RR) post test**

Se renovó equipo y herramientas para el llenado manual de cápsulas dada su antigüedad y desgaste. Para Escalante (2013, p.105-p106) el método de repetibilidad y reproducibilidad (RR) se les conoce como medias y rangos o método largo.

Pasos para el estudio:

1. Calibrar el instrumento, si esto es parte del procedimiento normal de medición.
2. Seleccionar  $p=3$  operarios que midan por  $r=3$  veces las mismas  $n=10$  piezas ( $n>5$ , numeradas), en orden aleatorio. Se desea que  $np>15$  para calcular  $k_1$  como  $1/d_2$ , y en general para tener más observaciones.
3. Seleccionar las piezas que cubran todo el rango de variación de la especificación, incluyendo algunas fuera de ella.
4. Llenar el formato de RR o usar algún software.

Tabla 4445.- Datos Repetibilidad y reproducibilidad post test

| Cápsula | Operario | Medición | Orden |
|---------|----------|----------|-------|
| 1       | 1        | 331      | 1     |
| 2       | 1        | 328      | 1     |
| 3       | 1        | 330      | 1     |
| 4       | 1        | 332      | 1     |
| 5       | 1        | 331      | 1     |
| 6       | 1        | 326      | 1     |
| 7       | 1        | 325      | 1     |
| 1       | 1        | 332      | 2     |
| 2       | 1        | 334      | 2     |
| 3       | 1        | 326      | 2     |
| 4       | 1        | 329      | 2     |
| 5       | 1        | 332      | 2     |
| 6       | 1        | 335      | 2     |
| 7       | 1        | 328      | 2     |
|         |          |          |       |
| 2       | 1        | 328      | 3     |
|         |          |          |       |
| 4       | 1        | 327      | 3     |
| 5       | 1        | 326      | 3     |
| 6       | 1        | 332      | 3     |
| 7       | 1        | 327      | 3     |
| 1       | 2        | 327      | 1     |
| 2       | 2        | 333      | 1     |
| 3       | 2        | 330      | 1     |
| 4       | 2        | 327      | 1     |
| 5       | 2        | 329      | 1     |
| 6       | 2        | 331      | 1     |
| 7       | 2        | 328      | 1     |
| 1       | 2        | 332      | 2     |
| 2       | 2        | 327      | 2     |
| 3       | 2        | 329      | 2     |
| 4       | 2        | 331      | 2     |
| 5       | 2        | 334      | 2     |
| 6       | 2        | 332      | 2     |
| 7       | 2        | 328      | 2     |
| 1       | 2        | 333      | 3     |
| 2       | 2        | 327      | 3     |
| 3       | 2        | 327      | 3     |
| 4       | 2        | 333      | 3     |
| 5       | 2        | 326      | 3     |
| 6       | 2        | 333      | 3     |
| 7       | 2        | 329      | 3     |
| 1       | 3        | 333      | 1     |
| 2       | 3        | 333      | 1     |
| 3       | 3        | 335      | 1     |
| 4       | 3        | 325      | 1     |
| 5       | 3        | 334      | 1     |
| 6       | 3        | 332      | 1     |
| 7       | 3        | 331      | 1     |
| 1       | 3        | 331      | 2     |
| 2       | 3        | 333      | 2     |
| 3       | 3        | 327      | 2     |
| 4       | 3        | 328      | 2     |
| 5       | 3        | 335      | 2     |
| 6       | 3        | 329      | 2     |
| 7       | 3        | 329      | 2     |
| 1       | 3        | 325      | 3     |
| 2       | 3        | 335      | 3     |
| 3       | 3        | 331      | 3     |
| 4       | 3        | 325      | 3     |
| 5       | 3        | 335      | 3     |
| 6       | 3        | 332      | 3     |
| 7       | 3        | 329      | 3     |

Fuente: Elaboración propia

Para el estudio de repetibilidad y reproducibilidad se seleccionó  $p=3$  operadores y una balanza para medir el peso de  $n=7$  cápsulas ( $n=7>5$  y  $np=21>15$ ), cuya especificación es de 640 a 660 mg. Dichas cápsulas fueron medidas aleatoriamente  $r=3$  veces por cada operador.

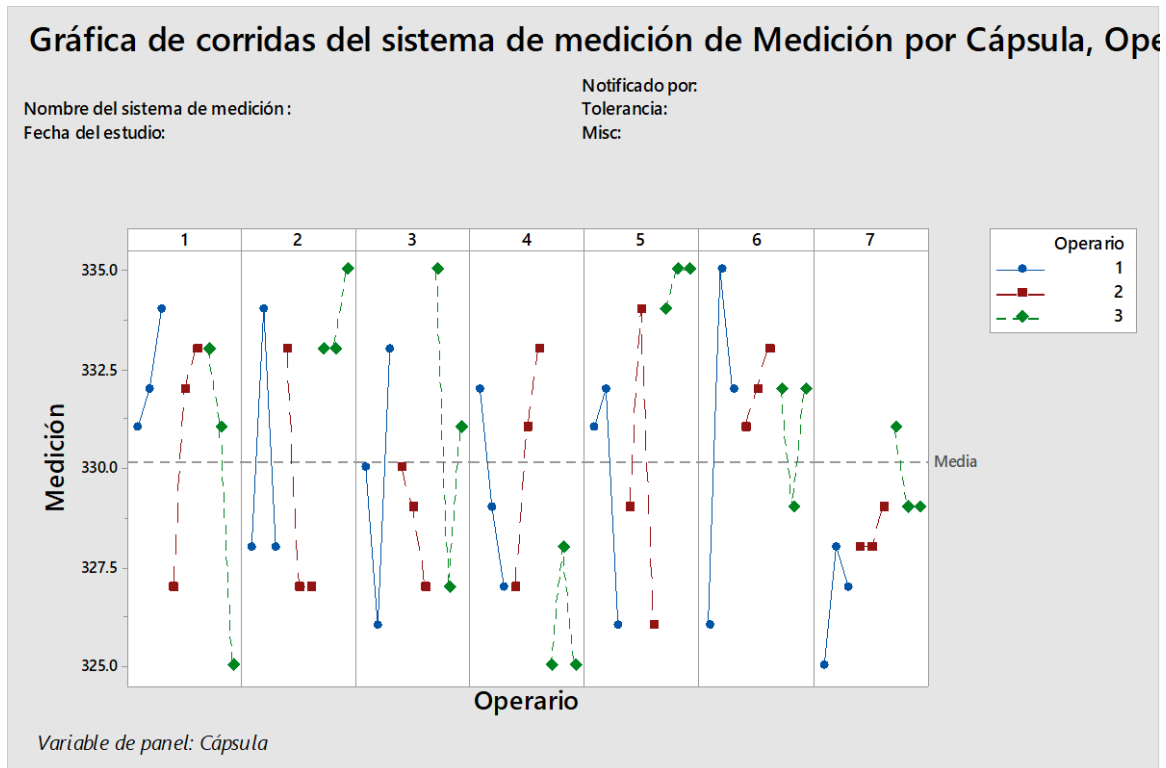


Figura. 69 Gráfica de corridas del sistema de medición por cápsula post test

Fuente: SPSS

En la figura 69 se observa que no existe diferencia entre las cápsulas, el análisis de todas las cápsulas da resultados por encima y debajo de la media. El operario 1 tiende a medir con mayor variabilidad que los otros dos y sus resultados tienden a estar por debajo de los otros operarios.

## Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medición

Nombre del sistema de medición :  
Fecha del estudio:

Notificado por:  
Tolerancia:  
Misc:

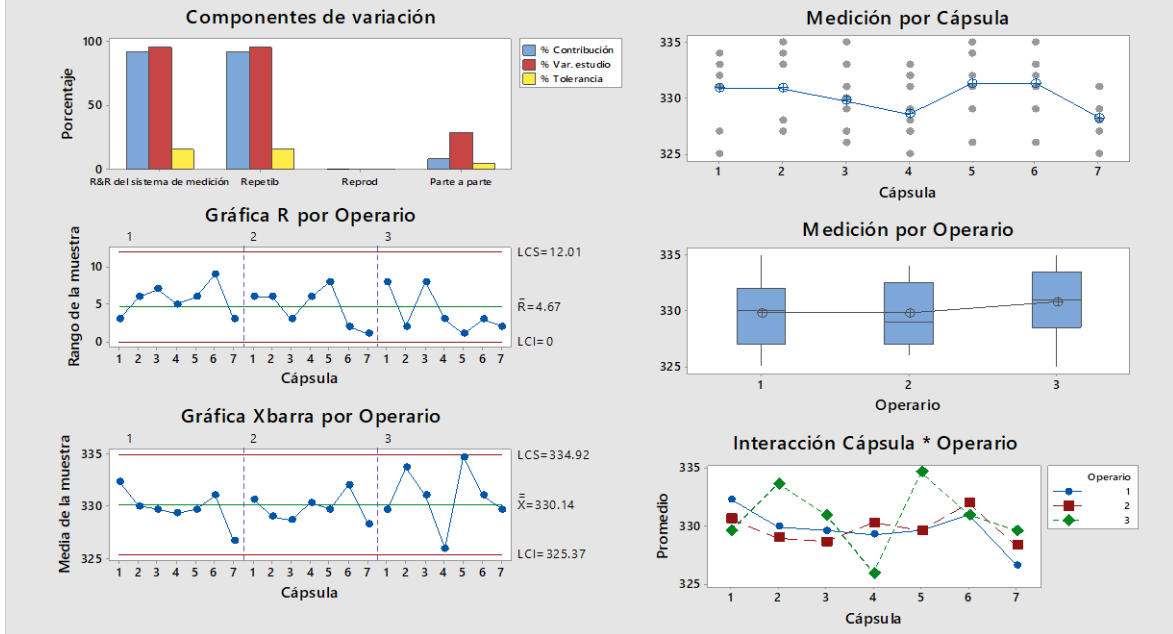


Figura. 70 Informe R&R del sistema de medición post test

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La figura 70 muestra la gráfica de medias y los rangos de las mediciones de los operadores. Las medias de la mayoría de los rangos deben estar dentro de los límites de control como indicador de la capacidad del instrumento de medición para detectar la variación. Como parte del análisis inicial, los operarios 2 y 3 tienden a medir por debajo de la media.

Tabla 46547.- Evaluación del sistema de medición post test

### Evaluación del sistema de medición

| Fuente            | Desb. Est. (DE) | Var. Estudio (6 x DE) | % Var. estudio (% VE) | % Tolerancia (VE/Toler) |
|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| Gage R&R total    | 2.91583         | 17.4950               | 95.76                 | 16.50                   |
| Repetibilidad     | 2.91583         | 17.4950               | 95.76                 | 16.50                   |
| Reproductibilidad | 0.00000         | 0.0000                | 0.00                  | 0.00                    |
| Operario          | 0.00000         | 0.0000                | 0.00                  | 0.00                    |
| Parte a parte     | 0.87761         | 5.2657                | 28.82                 | 4.97                    |
| Variación total   | 3.04504         | 18.2702               | 100.00                | 17.24                   |

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De la tabla 45 la anchura de variabilidad (99.7 se trabaja con  $6\sigma$ ) del sistema es 16.50 % mayor a la anchura de la tolerancia y como es menor que 20%. El problema no está ni en el equipo de medición y en los operadores, todo está bajo control con las siguientes especificaciones.

Especificación Inferior (EI )= 575.87 mg

Especificación Superior (ES )= 681.87 mg

### **Cartas de control de variables para capacidad de proceso Cp y Pp**

Cp: Capacidad de proceso corto plazo.

Pp: Capacidad de proceso largo plazo.

En el análisis pre test, la desviación estándar calculada es  $LCS = \text{promedio} + 3\sigma$

$$665.13 = 644 + 3\sigma$$

$$\sigma = 7.043$$

$$LC \text{ proceso} = 644 \pm 3(7.043)$$

$$LCS = 665.129 \text{ mg}$$

$$LCI = 622.86 \text{ mg}$$

Los cuales se encuentran dentro de las especificaciones:

Especificación Inferior (EI )= 575.87 mg

Especificación Superior (ES )= 681.87 mg

*Tabla 48.- Control de peso cápsulas post test en muestras de 5 por 20 días para calcular capacidad de proceso Cp y Pp*

| N°        | Peso cápsula llena (mg) |        |        |        |        |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|           | X1                      | X2     | X3     | X4     | X5     |
| Sem 1, D1 | 63,900                  | 64,400 | 65,400 | 65,300 | 64,600 |
| Sem 1, D2 | 64,700                  | 64,000 | 63,800 | 63,700 | 65,000 |
| Sem 1, D3 | 64,700                  | 65,300 | 65,400 | 63,400 | 64,600 |
| Sem 1, D4 | 64,100                  | 64,900 | 64,900 | 63,400 | 63,400 |
| Sem 1, D5 | 64,400                  | 65,100 | 64,300 | 64,700 | 65,000 |
| Sem 2, D1 | 65,200                  | 64,500 | 65,100 | 63,400 | 64,200 |

|           |        |        |        |        |        |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sem 2, D2 | 65,100 | 63,700 | 64,500 | 64,000 | 63,400 |
| Sem 2, D3 | 64,300 | 63,500 | 64,200 | 63,900 | 64,200 |
| Sem 2, D4 | 63,800 | 64,300 | 64,800 | 64,000 | 63,500 |
| Sem 2, D5 | 64,100 | 64,400 | 64,600 | 65,200 | 63,900 |
| Sem 3, D1 | 65,100 | 63,600 | 63,400 | 64,700 | 63,600 |
| Sem 3, D2 | 64,200 | 65,400 | 63,900 | 63,500 | 64,100 |
| Sem 3, D3 | 65,200 | 65,100 | 65,400 | 63,500 | 65,400 |
| Sem 3, D4 | 65,000 | 64,800 | 64,200 | 64,500 | 63,800 |
| Sem 3, D5 | 63,900 | 65,300 | 64,700 | 63,700 | 63,400 |
| Sem 4, D1 | 64,200 | 65,100 | 64,600 | 63,500 | 64,800 |
| Sem 4, D2 | 63,400 | 64,600 | 64,900 | 64,600 | 64,200 |
| Sem 4, D3 | 64,000 | 64,700 | 64,700 | 65,300 | 64,500 |
| Sem 4, D4 | 65,300 | 64,600 | 63,400 | 63,600 | 64,800 |
| Sem 4, D5 | 65,200 | 64,900 | 63,400 | 64,400 | 63,400 |

Fuente: Elaboración propia

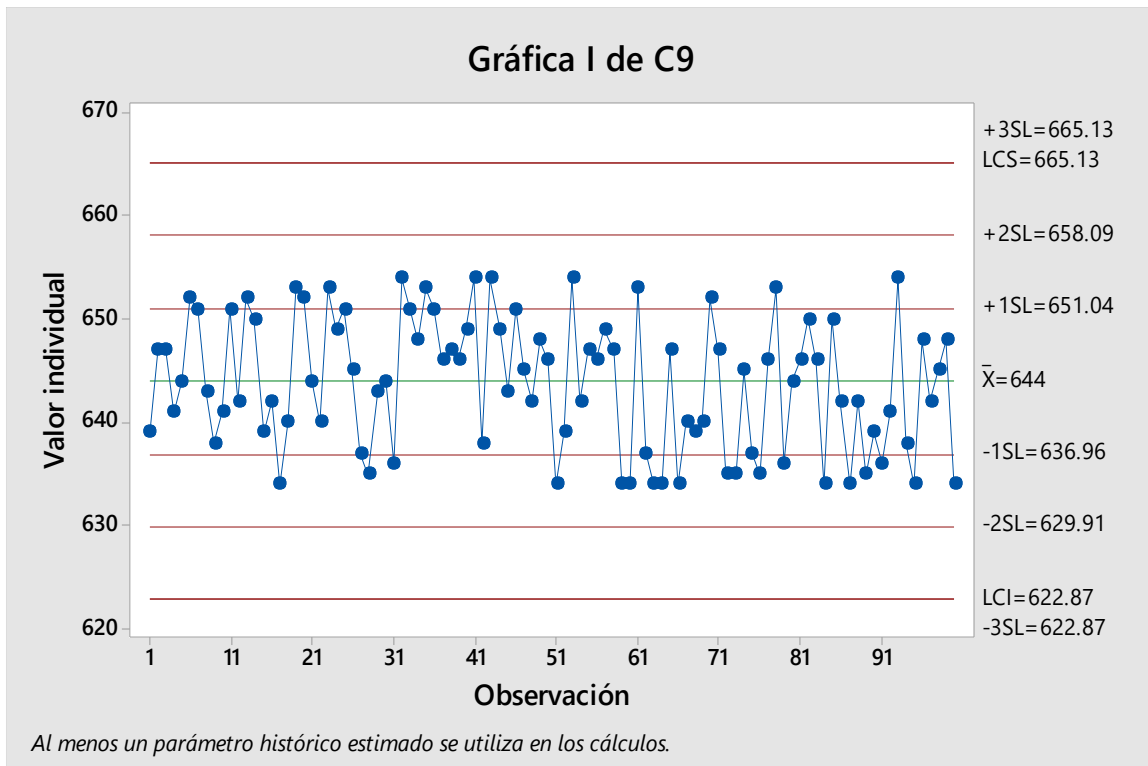


Figura. 71 Gráfica de control post test en muestras de 5 por 20 días con  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  y  $3\sigma$

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

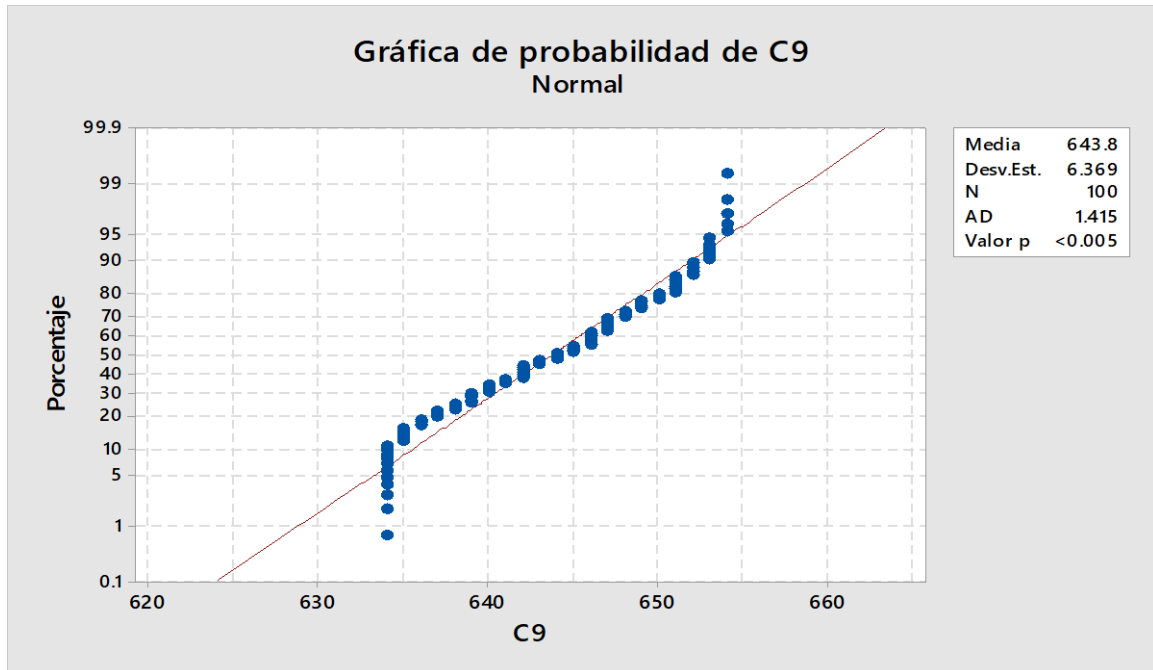


Figura. 72 Prueba de normalidad post test del conjunto de datos

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La figura 72 indica que el conjunto de datos es no paramétrico.

Cálculo de la capacidad de proceso Cp y Pp

Primero se identifica en el conjunto de datos el tipo de distribución normal o no normal.

### Prueba de bondad del ajuste

| Distribución                 | AD     | P      | LRT P |
|------------------------------|--------|--------|-------|
| Normal                       | 2.596  | <0.005 |       |
| Transformación Box-Cox       | 2.606  | <0.005 |       |
| Lognormal                    | 2.611  | <0.005 |       |
| Lognormal de 3 parámetros    | 2.685  | *      | 0.906 |
| Exponencial                  | 44.087 | <0.003 |       |
| Exponencial de 2 parámetros  | 4.071  | <0.010 | 0.000 |
| Weibull                      | 2.494  | <0.010 |       |
| Weibull de 3 parámetros      | 2.943  | <0.005 | 0.000 |
| Valor extremo más pequeño    | 2.507  | <0.010 |       |
| Valor extremo por máximos    | 2.945  | <0.010 |       |
| Gamma                        | 2.657  | <0.005 |       |
| Gamma de 3 parámetros        | 3.027  | *      | 0.047 |
| Logística                    | 2.618  | <0.005 |       |
| Loglogística                 | 2.633  | <0.005 |       |
| Loglogística de 3 parámetros | 2.618  | *      | 0.984 |
| Transformación de Johnson    | 0.383  | 0.390  |       |

Figura. 73 Prueba de bondad del ajuste de los procesos Cp y Pp

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De la figura 73 nos fijamos en prueba de bondad del ajuste, observamos  $p > 0.05$ , en este caso solo cumple: Lognormal, loglogística de 3 parámetros.

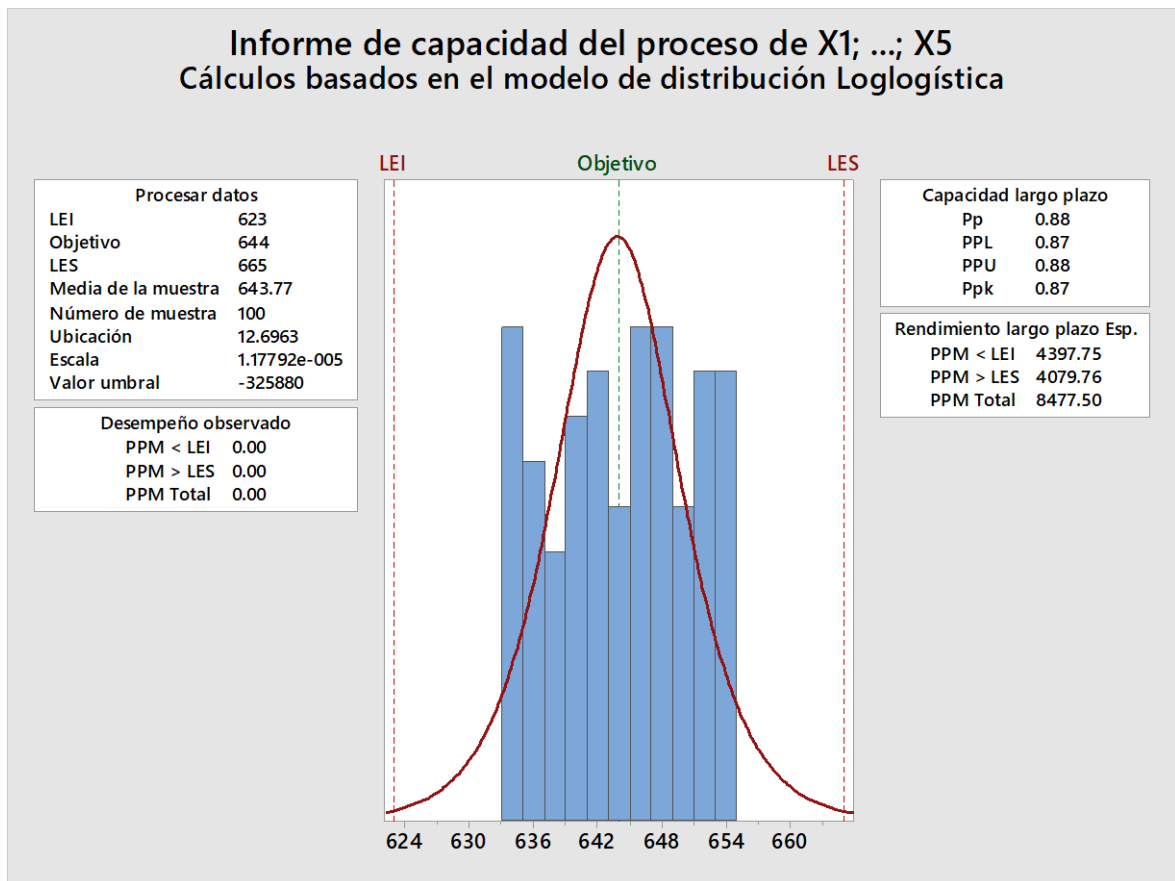


Figura. 74 Capacidad de proceso post test con distribución no normal loglogística de 3 parámetros

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

De la figura 74 la capacidad de proceso a largo plazo (Pp) es 0.88 con un rendimiento a largo plazo esperado de 4397.75 unidades no conformes por millón de producidas.



## Informe de capacidad del proceso de X1; ...; X5 Cálculos basados en el modelo de distribución Loglogística

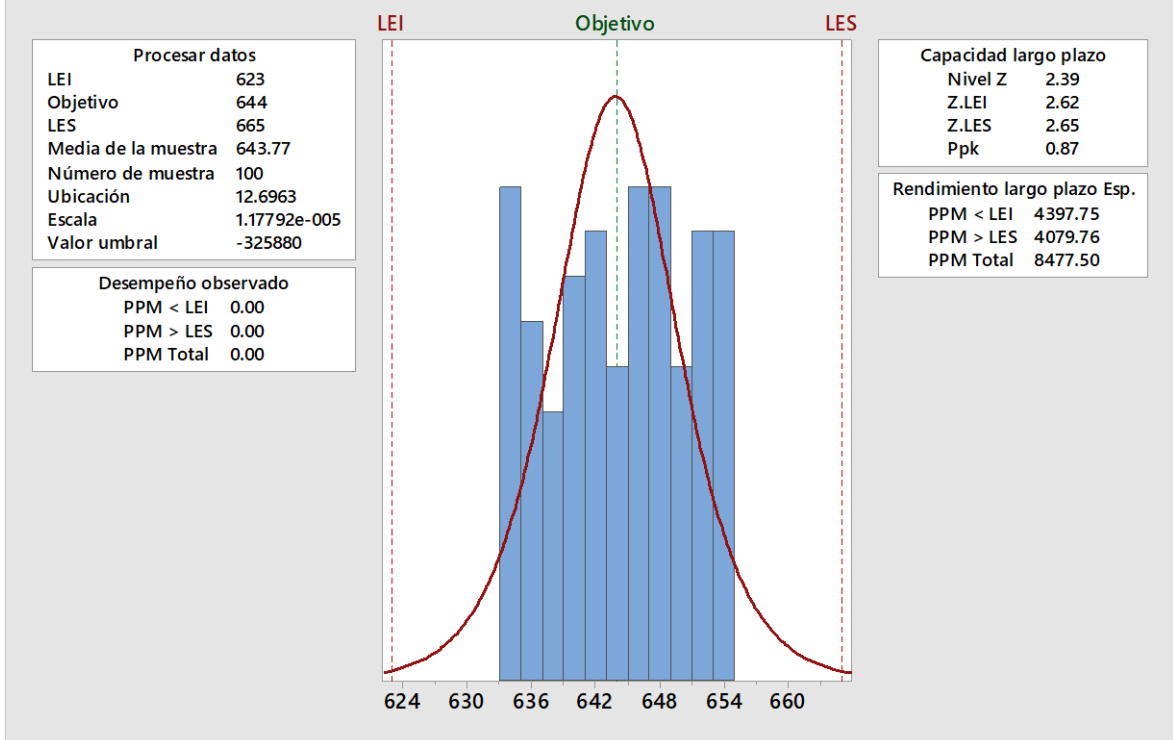


Figura. 75 Nivel sigma o nivel Z post test con la capacidad de proceso con distribución no normal loglogística de 3 parámetros

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

La figura 75 muestra el análisis del nivel sigma o nivel Z generado en la capacidad de proceso con distribución no normal loglogística de 3 parámetros. En este caso la capacidad de proceso a largo plazo tiene un nivel sigma o nivel Z de 2.39 con un total de productos disconformes esperados de 4 397.75 esto se comprueba en las siguientes tablas:

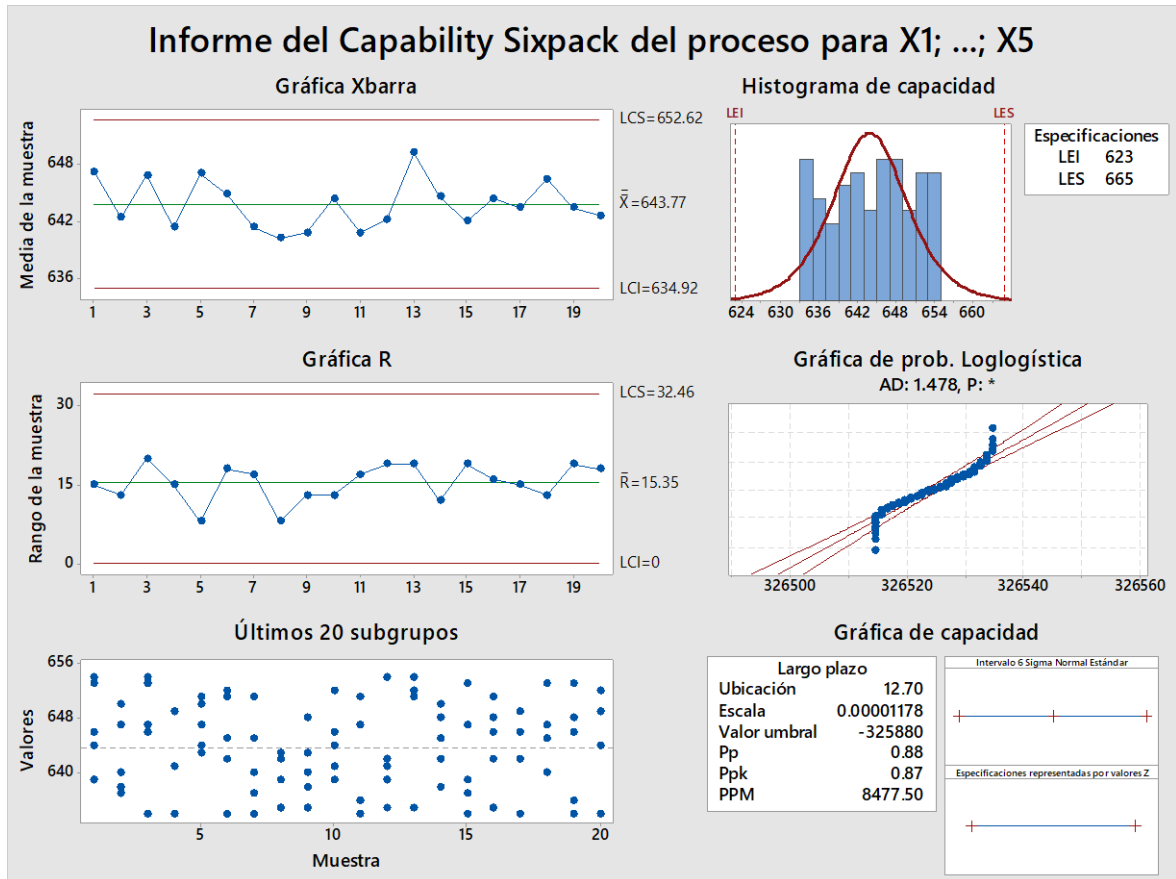


Figura. 76 Análisis Sixpack Pp post test

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

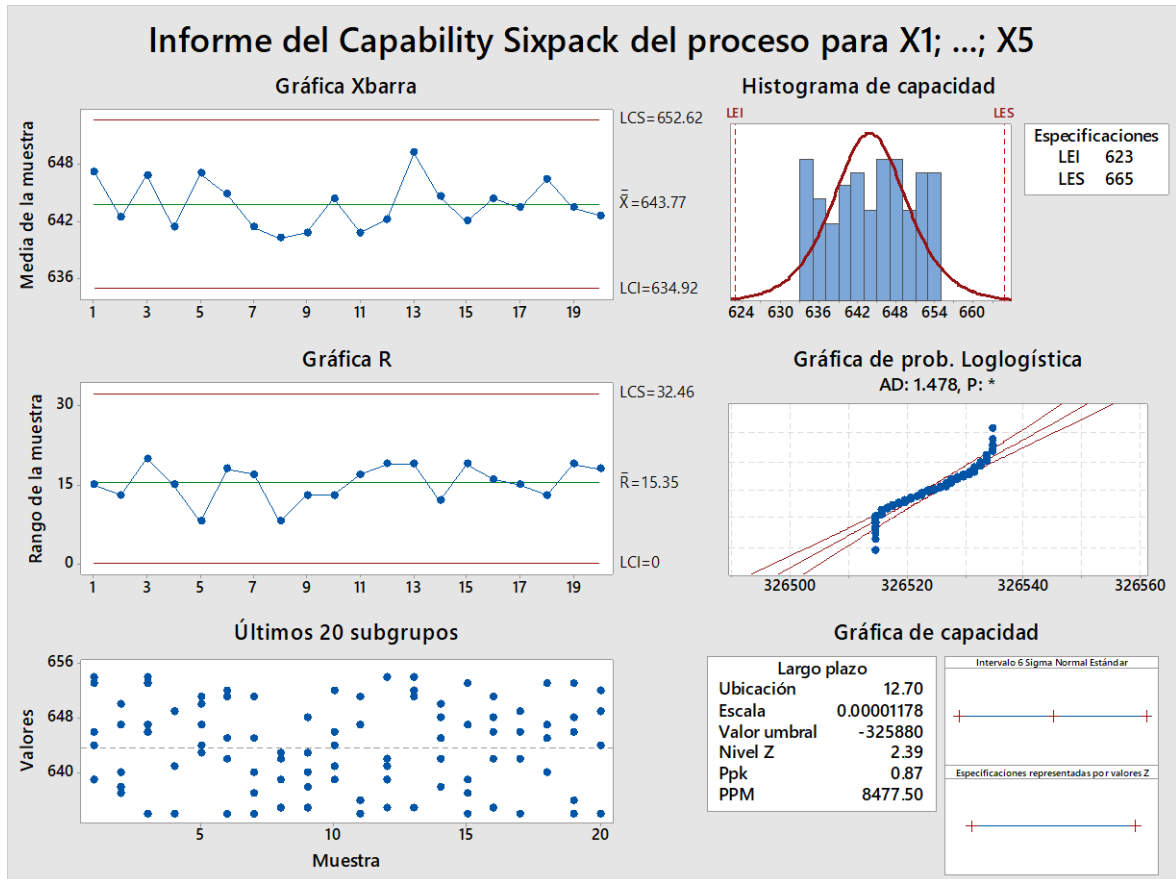


Figura. 77 Análisis Sixpack Nivel sigma o Nivel Z post test

Fuente: Elaboración propia en Minitab 18

## Cartas de control de atributos

### Análisis de atributos

Si se contabiliza productos defectuosos se trabaja con la gráfica:

P: Se trabaja en proporción de buenos para decir que el proceso está dentro de control.

NP: Se trabaja en cantidad de buenos (20, 30,100, etcétera) para decir que el proceso está dentro de control.

Cálculo de los límites de control (LC) de P

Tabla 49.- Análisis de paquetes defectuosos mes 3 post test

| <b>N</b> | <b>Paquetes</b> | <b>Defectuoso</b> |
|----------|-----------------|-------------------|
| 1        | 583             | 8                 |
| 2        | 588             | 10                |
| 3        | 581             | 9                 |
| 4        | 602             | 8                 |
| 5        | 596             | 8                 |
| 6        | 581             | 7                 |
| 7        | 594             | 7                 |
| 8        | 603             | 6                 |
| 9        | 583             | 10                |
| 10       | 582             | 4                 |
| 11       | 581             | 8                 |
| 12       | 594             | 3                 |
| 13       | 604             | 3                 |
| 14       | 582             | 2                 |
| 15       | 591             | 4                 |
| 16       | 585             | 3                 |
| 17       | 607             | 3                 |
| 18       | 607             | 4                 |
| 19       | 589             | 8                 |
| 20       | 601             | 3                 |
| 21       | 586             | 3                 |
| 22       | 582             | 2                 |
| 23       | 602             | 5                 |
| 24       | 580             | 9                 |
| 25       | 599             | 2                 |
| 26       | 599             | 6                 |
| 27       | 596             | 4                 |
| 28       | 605             | 9                 |
| 29       | 595             | 7                 |
| 30       | 590             | 7                 |
| 31       | 610             | 9                 |
| 32       | 583             | 9                 |
| 33       | 585             | 10                |
| 34       | 582             | 2                 |
| 35       | 588             | 7                 |
| 36       | 596             | 8                 |
| 37       | 590             | 2                 |
| 38       | 587             | 5                 |
| 39       | 588             | 3                 |
| 40       | 606             | 8                 |

Fuente: Elaboración propia

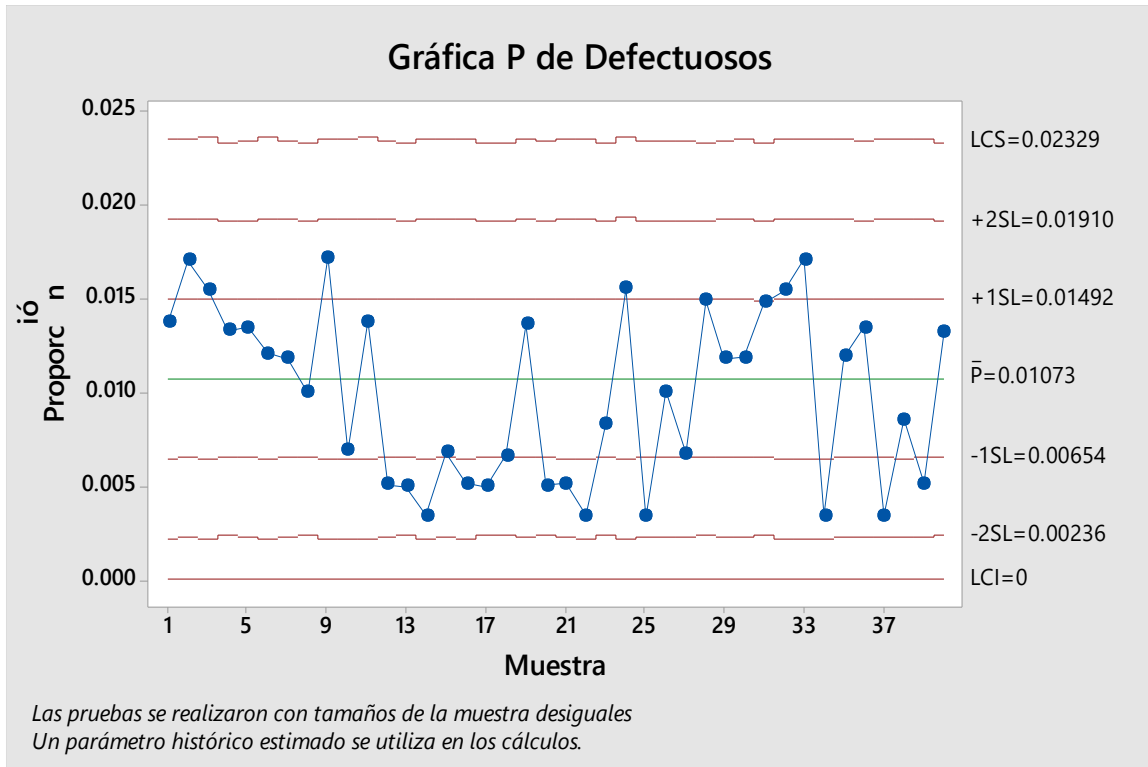


Figura. 78 Gráfica P de defectuosos post test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 78 se observa que todos los puntos están bajo control. La gráfica de LC es rugosa porque la cantidad de total de llamadas no es constante.

Capacidad de proceso por atributos

La Binomial: Es para elementos defectuosos, productos defectuosos (P y NP), la distribución no se determina ya se sabe que es una distribución binomial.

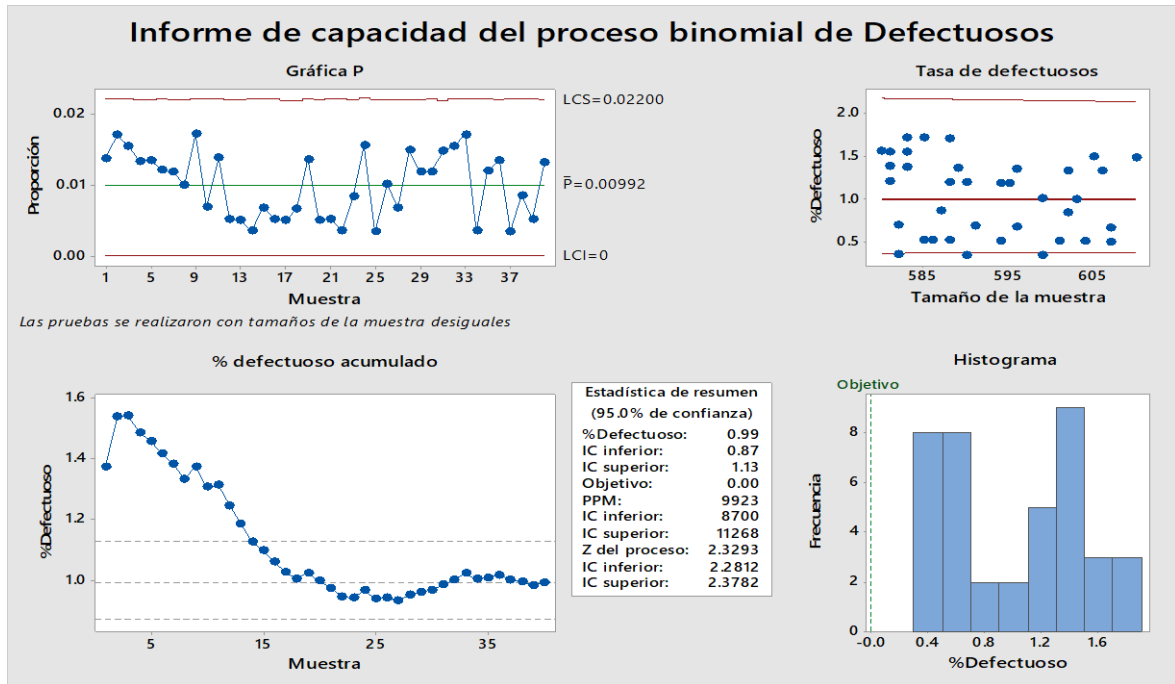


Figura. 79 Análisis de capacidad para productos defectuosos post test

Fuente: Elaboración propia en Minitab

El Nivel Z del proceso es 2.3293 también llamado nivel sigma. De la gráfica 79 de porcentaje defectuosos observamos como los productos defectuosos disminuyen y luego se mantienen en el tiempo. Un nivel sigma de 2.3293 indica 9 923 ppm (partes por millón) de rechazos con un porcentaje de defectuosos de 0.99%.

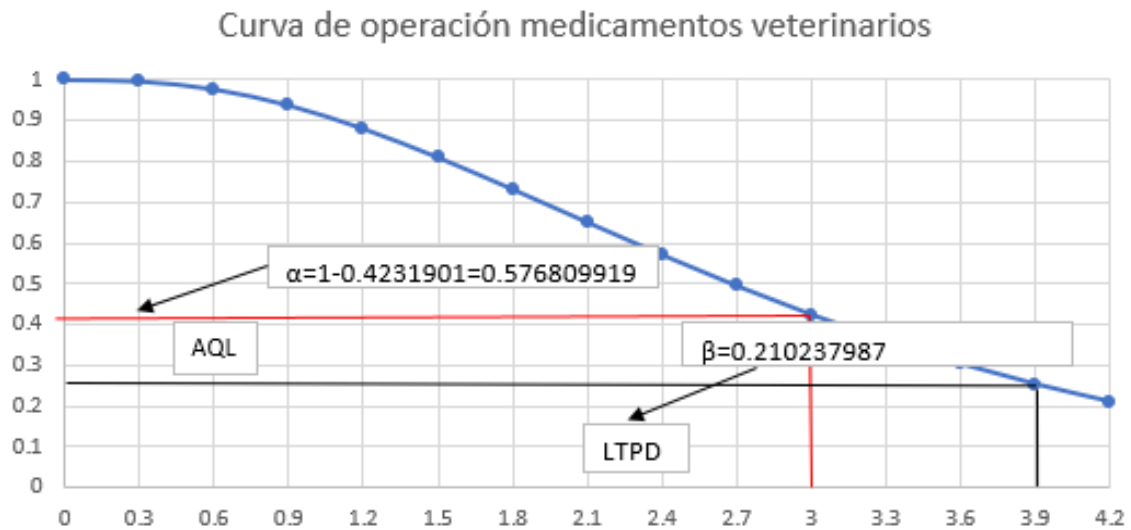
### Curva de operación del proceso

La empresa veterinaria ubicada en Ate, Lima Perú, requiere de un plan de muestreo para aceptar los lotes o rechazar los lotes de los medicamentos producidos si durante un día de producción se fabrican un lote 700 medicamentos pero gerencia da órdenes que el producto se asegure bien la calidad y no haya daño al producto porque es producto que requiere de mucho cuidado ya que es de consumo humano antes de que se salgan los embarques a los destinos correspondientes, para eso los supervisores realizan una curva de operación para hacer sus análisis del muestreo y asegurar el producto sea aceptable, el tamaño de muestra propuesto por gerencia es de 30 piezas( n) y solo se aceptara el embarque cuando halla (c)2 piezas malas o menos y si hay más de 3 piezas se rechazará el embarque , realizando su muestreo aleatorio y reportando a la gerencia por lo sucedido, con un porcentaje defectivo propuesto por los supervisores y gerencia del 3% y AQL de

1 y un LTPD de 4 piezas defectuosas .

| p    | p%  | n p | pa         |
|------|-----|-----|------------|
| 0    | 0%  | 0   | 1          |
| 0.01 | 1%  | 0.3 | 0.99640051 |
| 0.02 | 2%  | 0.6 | 0.97688471 |
| 0.03 | 3%  | 0.9 | 0.93714307 |
| 0.04 | 4%  | 1.2 | 0.8794871  |
| 0.05 | 5%  | 1.5 | 0.80884683 |
| 0.06 | 6%  | 1.8 | 0.73062109 |
| 0.07 | 7%  | 2.1 | 0.64963135 |
| 0.08 | 8%  | 2.4 | 0.56970875 |
| 0.09 | 9%  | 2.7 | 0.49362449 |
| 0.10 | 10% | 3.0 | 0.42319008 |
| 0.11 | 11% | 3.3 | 0.35942647 |
| 0.12 | 12% | 3.6 | 0.30274684 |
| 0.13 | 13% | 3.9 | 0.2531251  |
| 0.14 | 14% | 4.2 | 0.21023799 |

| n p | pa         |
|-----|------------|
| 0   | 1          |
| 0.3 | 0.99640051 |
| 0.6 | 0.97688471 |
| 0.9 | 0.93714307 |
| 1.2 | 0.8794871  |
| 1.5 | 0.80884683 |
| 1.8 | 0.73062109 |
| 2.1 | 0.64963135 |
| 2.4 | 0.56970875 |
| 2.7 | 0.49362449 |
| 3.0 | 0.42319008 |
| 3.3 | 0.35942647 |
| 3.6 | 0.30274684 |
| 3.9 | 0.2531251  |
| 4.2 | 0.21023799 |



*Figura. 800* Curva de operación de medicamentos veterinarios

Fuente: Propia

|                       |             |   |     |                  |
|-----------------------|-------------|---|-----|------------------|
| Riesgo del Fabricante | 0.576800919 | a | 58% | ACEPTAR EL LOTE  |
| Riesgo del Consumidor | 0.210237987 | B | 21% | RECHAZAR EL LOTE |

### Kanban

1 Paso: Determinar la demanda de producción ya se anual, mensual o semanal.

| Año 2018   | Demanda(piezas) |
|------------|-----------------|
| Enero      | 16000           |
| Febrero    | 15000           |
| Marzo      | 14000           |
| Abril      | 14000           |
| Mayo       | 14000           |
| Junio      | 13000           |
| Julio      | 13000           |
| Agosto     | 13000           |
| Septiembre | 14000           |
| Octubre    | 16000           |
| Noviembre  | 17000           |
| Diciembre  | 18000           |



2 Paso: Calcular el promedio mensual

| Año 2018   | Demanda(piezas)(x) |
|------------|--------------------|
| Enero      | 16000              |
| Febrero    | 15000              |
| Marzo      | 14000              |
| Abril      | 14000              |
| Mayo       | 14000              |
| Junio      | 13000              |
| Julio      | 13000              |
| Agosto     | 13000              |
| Septiembre | 14000              |
| Octubre    | 16000              |
| Noviembre  | 17000              |
| Diciembre  | 18000              |

3 Paso: Calcular el promedio semanal y demanda de piezas semanal

|   |     |    |         |
|---|-----|----|---------|
| 1 | año | 52 | semanas |
| 1 | año | 12 | meses   |

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Promedio semanal               | 3403.846154 |
| Demanda por piezas por semanas | 3403.846154 |

4 Paso: Determinar el tiempo de entrega (Te)

|    |   |        |
|----|---|--------|
| TE | 1 | Semana |
|----|---|--------|

5 Paso: Determinar el número de ubicaciones

|             |   |
|-------------|---|
| Ubicaciones | 1 |
|-------------|---|

6 Paso: Determinar la variación de la demanda (%VD)

| Año 2018 | Demanda (piezas)(x) | x-D  | x-D <sup>2</sup> |
|----------|---------------------|------|------------------|
| Enero    | 16000               | 1250 | 1562500          |
| Febrero  | 15000               | 250  | 62500            |
| Marzo    | 14000               | -750 | 562500           |
| Abril    | 14000               | -750 | 562500           |
| Mayo     | 14000               | -750 | 562500           |

|  |              |       |          |
|--|--------------|-------|----------|
| Junio                                    | 13000        | -1750 | 3062500  |
| Julio                                    | 13000        | -1750 | 3062500  |
| Agosto                                   | 13000        | -1750 | 3062500  |
| Septiembre                               | 14000        | -750  | 562500   |
| Octubre                                  | 16000        | 1250  | 1562500  |
| Noviembre                                | 17000        | 2250  | 5062500  |
| Diciembre                                | 18000        | 3250  | 10562500 |
| promedio mensual(D)                      | 14750        |       |          |
| Varianza de (promedio x-D <sup>2</sup> ) | 2520833 .333 |       |          |
| Desviación estándar                      | 1,587.71324  |       |          |
| %VD                                      | 1.107641576  |       |          |

### 7 Paso: Calcular el número de piezas por Kanban

|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| Piezas por kanban (ITR) | 16337.71324 |
|-------------------------|-------------|

### 8 Paso: Calcular el número de contenedores

|                          |             |          |
|--------------------------|-------------|----------|
| Capacidad del Contenedor | 3000        | unidades |
| Número de contenedores   | 5.445904413 |          |

### 9 Paso : Calcular el número de tarjetas Kanban

|                              |             |          |
|------------------------------|-------------|----------|
| Demanda del Plazo de Entrega | 16337.71324 |          |
| Stock de Seguridad           | 200         | unidades |
| Demanda del Plazo de Entrega | 16337.71324 | unidades |
| Número de Tarjetas Kanban    | 5.51257108  |          |

### Tabla Militar estándar

En la figura 81 se observa el procedimiento de la tabla militar estándar que actualmente se viene aplicando.

Laboratorios Biotext S.A.  
CONTROL DE CALIDAD

NTP ISO 28  
28 de

TABLA I. Letras código del tamaño de muestra (Véase el apartado 10.1 y 10.2)

| Tamaño de Lote | Niveles de Inspección Especial |     |     |     | Niveles de Inspección General |    |     |
|----------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------|----|-----|
|                | S-1                            | S-2 | S-3 | S-4 | I                             | II | III |
| 2a             | A                              | A   | A   | A   | A                             | A  | B   |
| 3a             | A                              | A   | A   | A   | A                             | B  | C   |
| 5a             | A                              | A   | B   | B   | B                             | C  | D   |
| 10a            | A                              | B   | B   | C   | C                             | D  | E   |
| 20a            | B                              | B   | C   | C   | C                             | E  | F   |
| 30a            | B                              | B   | C   | D   | D                             | F  | G   |
| 50a            | B                              | C   | C   | E   | E                             | G  | H   |
| 100a           | B                              | C   | D   | F   | F                             | H  | I   |
| 200a           | C                              | C   | D   | G   | G                             | I  | J   |

Figura. 81 Uso de la tabla militar estándar en el laboratorio

Fuente: Propia

## Six sigma

### Errores en productos terminado

Mal sellado de tapa

Peso del frasco

Etiqueta: Sin mancha, texto borroso, correcto lotizado etiquetas mal adheridas al frasco, lotizado superpuesto al texto

## DPMO

|      | Valor        | unidades                  |
|------|--------------|---------------------------|
| D    | 20           | Defectos                  |
| U    | 700          | Unidades                  |
| O    | 3            | Oportunidades de defectos |
| DPMO | 9,523.809524 |                           |

## FORMULA

$$DPMO = \frac{1000000 * D}{U * O}$$

Según las condiciones actuales del proceso, se pueden encontrar 9523.80 defectos por cada millón de frascos de reconstituyente producidos.

## YIELD

|     | Valor       | unidades                  |
|-----|-------------|---------------------------|
| D   | 20          | Defectos                  |
| U   | 2700        | Unidades                  |
| O   | 3           | Oportunidades de defectos |
| DPO | 0.002469136 |                           |

## FORMULA

$$DPO = \frac{D}{U * O}$$

|       | Valor       | unidades |
|-------|-------------|----------|
| Yield | 99.75308642 | %        |

## FORMULA

$$\text{yield} = (1 - \text{DPO}) * 100$$

Encontrar los Extremos del Proceso Sigma

| % Yield | Proceso Sigma |
|---------|---------------|
| 99.745  | 4.3           |
| 99.814  | 4.4           |

Interpolación

|          | X           | Y             |
|----------|-------------|---------------|
| inferior | % Yield     | Proceso Sigma |
|          | 99.745      | 4.3           |
| superior | 99.814      | 4.4           |
|          | 99.75308642 | 4.311719449   |

| X  | Y  |
|----|----|
| X0 | Y0 |
| X1 | Y1 |
| X  | YX |

## FORMULA PARA INTERPOLAR EN EXCEL

$$y_x = y_0 + \frac{X - X_0}{X_1 - X_0} (y_1 - y_0)$$

CALCULAR EL NIVEL DE CALIDAD SIGMA

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| Nivel Sigma | Nivel de Calidad % |
| 4           | 99.379             |
| 5           | 99.9767            |

Interpolacion

|          |             |                    |
|----------|-------------|--------------------|
| inferior | Nivel Sigma | Nivel de Calidad % |
| superior | 4           | 99.379             |
|          | 5           | 99.9767            |
|          | 4.311719449 | 99.56531471        |

|    |    |
|----|----|
| X  | Y  |
| X0 | Y0 |
| X1 | Y1 |
| X  | YX |

**Abridged Process Sigma Conversion Table**

| Long-Term Yield | Process Sigma | Defects Per 1,000,000 | Defects Per 100,000 | Defects Per 10,000 | Defects Per 1,000 | Defects Per 100 |
|-----------------|---------------|-----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| 99.99966%       | 6.0           | 3.4                   | 0.34                | 0.034              | 0.0034            | 0.00034         |
| 99.99952%       | 5.9           | 5                     | 0.5                 | 0.05               | 0.005             | 0.0005          |
| 99.99922%       | 5.8           | 8                     | 0.8                 | 0.08               | 0.008             | 0.0008          |
| 99.99892%       | 5.7           | 10                    | 1                   | 0.1                | 0.01              | 0.001           |
| 99.99850%       | 5.6           | 20                    | 2                   | 0.2                | 0.02              | 0.002           |
| 99.99770%       | 5.5           | 30                    | 3                   | 0.3                | 0.03              | 0.003           |
| 99.99660%       | 5.4           | 40                    | 4                   | 0.4                | 0.04              | 0.004           |
| 99.99520%       | 5.3           | 70                    | 7                   | 0.7                | 0.07              | 0.007           |
| 99.99300%       | 5.2           | 100                   | 10                  | 1.0                | 0.1               | 0.01            |
| 99.98900%       | 5.1           | 150                   | 15                  | 1.5                | 0.15              | 0.015           |
| 99.98300%       | 5.0           | 230                   | 23                  | 2.3                | 0.23              | 0.023           |
| 99.97700%       | 4.9           | 330                   | 33                  | 3.3                | 0.33              | 0.033           |
| 99.95200%       | 4.8           | 450                   | 45                  | 4.5                | 0.45              | 0.045           |
| 99.93020%       | 4.7           | 650                   | 65                  | 6.5                | 0.65              | 0.065           |
| 99.90400%       | 4.6           | 950                   | 95                  | 9.5                | 0.95              | 0.095           |
| 99.88450%       | 4.5           | 1,350                 | 135                 | 13.5               | 1.35              | 0.135           |
| 99.81400%       | 4.4           | 1,860                 | 186                 | 18.6               | 1.86              | 0.186           |
| 99.74500%       | 4.3           | 2,550                 | 255                 | 25.5               | 2.55              | 0.255           |
| 99.65400%       | 4.2           | 3,460                 | 346                 | 34.6               | 3.46              | 0.346           |
| 99.53400%       | 4.1           | 4,660                 | 466                 | 46.6               | 4.66              | 0.466           |
| 99.41700%       | 4.0           | 6,210                 | 621                 | 62.1               | 6.21              | 0.621           |
| 99.18100%       | 3.9           | 8,190                 | 819                 | 81.9               | 8.19              | 0.819           |
| 98.9300%        | 3.8           | 10,700                | 1,070               | 107                | 10.7              | 1.07            |
| 98.6100%        | 3.7           | 13,900                | 1,390               | 139                | 13.9              | 1.39            |
| 98.22200%       | 3.6           | 17,800                | 1,780               | 178                | 17.8              | 1.78            |
| 97.7300%        | 3.5           | 22,700                | 2,270               | 227                | 22.7              | 2.27            |
| 97.1300%        | 3.4           | 28,700                | 2,870               | 287                | 28.7              | 2.87            |
| 96.4100%        | 3.3           | 35,900                | 3,590               | 359                | 35.9              | 3.59            |
| 95.5400%        | 3.2           | 44,600                | 4,460               | 446                | 44.6              | 4.46            |
| 94.5200%        | 3.1           | 54,800                | 5,480               | 548                | 54.8              | 5.48            |
| 93.3200%        | 3.0           | 66,800                | 6,680               | 668                | 66.8              | 6.68            |
| 91.9200%        | 2.9           | 80,800                | 8,080               | 808                | 80.8              | 8.08            |
| 90.3200%        | 2.8           | 96,800                | 9,680               | 968                | 96.8              | 9.68            |
| 88.5000%        | 2.7           | 115,000               | 11,500              | 1,150              | 115               | 11.5            |
| 86.5000%        | 2.6           | 135,000               | 13,500              | 1,350              | 135               | 13.5            |
| 84.2000%        | 2.5           | 158,000               | 15,800              | 1,580              | 158               | 15.8            |
| 81.6000%        | 2.4           | 184,000               | 18,400              | 1,840              | 184               | 18.4            |
| 78.8000%        | 2.3           | 212,000               | 21,200              | 2,120              | 212               | 21.2            |
| 75.8000%        | 2.2           | 242,000               | 24,200              | 2,420              | 242               | 24.2            |
| 72.6000%        | 2.1           | 274,000               | 27,400              | 2,740              | 274               | 27.4            |
| 69.2000%        | 2.0           | 308,000               | 30,800              | 3,080              | 308               | 30.8            |
| 65.6000%        | 1.9           | 344,000               | 34,400              | 3,440              | 344               | 34.4            |
| 61.8000%        | 1.8           | 382,000               | 38,200              | 3,820              | 382               | 38.2            |
| 58.0000%        | 1.7           | 420,000               | 42,000              | 4,200              | 420               | 42              |
| 54.0000%        | 1.6           | 460,000               | 46,000              | 4,600              | 460               | 46              |
| 50.0000%        | 1.5           | 500,000               | 50,000              | 5,000              | 500               | 50              |
| 46.0000%        | 1.4           | 540,000               | 54,000              | 5,400              | 540               | 54              |
| 42.0000%        | 1.3           | 570,000               | 57,000              | 5,700              | 570               | 57              |
| 38.0000%        | 1.2           | 610,000               | 61,000              | 6,100              | 610               | 61              |
| 34.0000%        | 1.1           | 650,000               | 65,000              | 6,500              | 650               | 65              |
| 30.0000%        | 1.0           | 690,000               | 69,000              | 6,900              | 690               | 69              |
| 26.0000%        | 0.9           | 720,000               | 72,000              | 7,200              | 720               | 72              |
| 22.0000%        | 0.8           | 750,000               | 75,000              | 7,500              | 750               | 75              |
| 18.0000%        | 0.7           | 780,000               | 78,000              | 7,800              | 780               | 78              |
| 14.0000%        | 0.6           | 810,000               | 81,000              | 8,100              | 810               | 81              |
| 10.0000%        | 0.5           | 840,000               | 84,000              | 8,400              | 840               | 84              |
| 6.0000%         | 0.4           | 860,000               | 86,000              | 8,600              | 860               | 86              |
| 2.0000%         | 0.3           | 880,000               | 88,000              | 8,800              | 880               | 88              |
| 0.0000%         | 0.2           | 900,000               | 90,000              | 9,000              | 900               | 90              |
| 0.0000%         | 0.1           | 920,000               | 92,000              | 9,200              | 920               | 92              |

Figura. 82 Tabla nivel sigma – yield

Fuente: Dale y Besterfield (2018)

Tabla 50.- Tabla DPMO-Nivel de calidad

| Nivel $\sigma$ | DPMO    | Nivel de calidad (%) |
|----------------|---------|----------------------|
| 1              | 690.000 | 30.2328              |
| 2              | 308.537 | 69.1230              |
| 3              | 66.807  | 93.3319              |
| 4              | 6.210   | 99.3790              |
| 5              | 233     | 99.9767              |
| 6              | 3.4     | 99.99966             |

Fuente: Dale y Besterfield (2018)

El nivel de calidad del producto es de 99.56% es de aceptación buena y para llegar al nivel 6 sigma se debe trabajar más para obtener una máxima calidad por ejemplo reduciendo las veces en que se encuentran los defectos por oportunidad como por ejemplo gestión de proveedores de envases, etiquetas, cajas, láminas de aluminio para sellado de tapas, cápsulas vacías, etcétera.

#### **Análisis económico financiero: Incluye flujo de caja de la mejora del proceso.**

Tabla 51.- *Incremento mensual ventas proyectadas*

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Precio de venta x frasco (30 cápsulas)</b>   | S/. 70.00    |
| <b>Ganancia neta x kilogramo (descontando materiales, embalajes) una ganancia del 20% sobre el valor de venta</b> | S/. 14.00    |
| <b>Venta promedio mensual (frascos)</b>   | 14.75718     |
| <b>% de incremento de venta</b>   | 2.50%        |
| <b>Venta adicional después de la implementación de la gestión almacenamiento en kg/mes</b>                        | 369          |
| <b>Incremento mensual ventas proyectadas</b>  | S/. 5,166.00 |

Fuente: Propia

Tabla 52.- Flujo de caja de la investigación

|  |        | Mes 0             | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7     | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10   | Mes 11 | Mes 12 |
|--|--------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|----------|--------|--------|
| <b>Incremento ventas proyectadas</b>             |        |                   | 2583  | 2583  | 2583  | 2583  | 2583  | 2583  | 2583      | 2583  | 2583  | 2583     | 2583   | 2583   |
| <b>Ahorros en rechazos de producto terminado</b> |        |                   | 21258 | 21258 | 21258 | 21258 | 21258 | 21258 | 21258     | 21258 | 21258 | 21258    | 21258  | 21258  |
| <b>Ahorros horas extras personal</b>             |        |                   | 800   | 800   | 800   | 800   | 800   | 800   | 800       | 800   | 800   | 800      | 800    | 800    |
| <b>Costos Post</b>                               |        |                   |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Mano de obra (05 operarios)                      |        |                   | 15000 | 15000 | 15000 | 15000 | 15000 | 15000 | 15000.000 | 15000 | 15000 | 15000    | 15000  | 15000  |
| Mantenimiento de equipos                         | TC=3.8 |                   |       |       |       |       | 3.000 |       |           |       |       | 3000.000 |        |        |
| <b>Beneficio</b>                                 |        |                   | 9641  | 9641  | 9641  | 9641  | 9641  | 9641  | 9641      | 9641  | 9641  | 9641     | 9641   | 9641   |
| <b>Inversiones Tangibles</b>                     |        |                   |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Separatas  |        | -300.00           |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Volantes y publicidad                            |        | -600.00           |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Reposición de equipo encapsulado manual (4)      |        | -13,120.00        |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Reposición selladora (4)                         |        | -4,000.00         |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Reposición balanza electrónica (4)               |        | -22,632.00        |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| <b>Inversiones Intangibles</b>                   |        |                   |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
|  |        |                   |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Horas - Hombre personal asistente ( Pre)         |        | -2,500.00         |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Horas - Hombre personal capacitador ( Pre)       |        | -4,000.00         |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Horas - Hombre personal (Pos)                    |        | -4,000.00         |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Elaboración formatos                             |        | -200.00           |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| Programa 5"s"                                    |        | -2,000.00         |       |       |       |       |       |       |           |       |       |          |        |        |
| <b>TOTALES NETOS</b>                             |        | <b>-53,352.00</b> | 9641  | 9641  | 9641  | 9641  | 9641  | 9641  | 9641      | 9641  | 9641  | 9641     | 9641   | 9641   |

|            |       |                              |
|------------|-------|------------------------------|
| <b>TEA</b> | 3%    | Ahorro plazo fijo            |
| <b>TEM</b> | 0.25% | $TEM = (1 + TEA)^{1/12} - 1$ |

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Cálculo del VAN                     | 54,621.24 |
| Cálculo de la TIR                   | 14%       |
| Cálculo del ratio Beneficio / Costo | 2.0238    |

Fuente: Elaboración Propia



En un periodo de análisis de 12 meses, para reducir el riesgo de la evaluación ya que un periodo mayor a 12 meses el riesgo se incrementa, el valor actual neto económico (VANE) es S/ 54621.24, la tasa interna de retorno económica (TIRE) 14%, es la tasa que se obtiene en la implementación de la metodología six sigma con la que el empresario va a comparar con una tasa de ahorro plazo fijo de una entidad financiera del mercado peruano la tasa promedio plazo fijo es una TEA de 4% , el empresario opinará que sin correr ningún tipo de riesgo depositando su dinero en una entidad financiera y luego de transcurrir un año recibirá el interés correspondiente al capital depositado con la TEA de 4%, el ratio beneficio/costo es 2.0238 lo que indica que por cada S/ 1.00 invertido en la metodología six sigma el empresario estará generando un beneficio de S/ 2.0238.

### **Cálculo de productividad, eficiencia y eficacia pre test y post test**

## Cálculo de la eficiencia, eficacia y productividad pre test

Tabla 53.- Productividad, eficiencia y eficacia pre test parte 1

| Análisis pre test |                            |              |            |                     |                 |                          |              |                                       |                          |                   |        |
|-------------------|----------------------------|--------------|------------|---------------------|-----------------|--------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------|
| Día               | Eficiencia                 |              |            | Eficacia            |                 |                          |              | Productividad                         |                          |                   |        |
|                   | Tiempo útil min (estándar) | Tiempo total | Eficiencia | Unidades producidas | Tiempo útil min | Eficacia (unidades/ min) | Eficacia (%) | Unidades producidas/tiempo total(min) | Estándar (unidades/ min) | Productividad (%) |        |
| Semana 1          | 1                          | 455.00       | 491.00     | 92.67%              | 276             | 455                      | 0.61         | 95.50%                                | 0.5621                   | 0.63516484        | 88.50% |
|                   | 2                          | 455.00       | 502.00     | 90.64%              | 271             | 455                      | 0.60         | 93.77%                                | 0.5398                   | 0.63516484        | 84.99% |
|                   | 3                          | 455.00       | 534.00     | 85.21%              | 284             | 455                      | 0.62         | 98.27%                                | 0.5318                   | 0.63516484        | 83.73% |
|                   | 4                          | 455.00       | 483.00     | 94.20%              | 284             | 455                      | 0.62         | 98.27%                                | 0.588                    | 0.63516484        | 92.57% |
|                   | 5                          | 455.00       | 500.00     | 91.00%              | 262             | 455                      | 0.58         | 90.66%                                | 0.524                    | 0.63516484        | 82.50% |
|                   |                            | Promedio     |            | 90.74%              |                 |                          | 0.61         | 95.29%                                | 0.5492                   |                   | 86.46% |
| Semana 2          | 6                          | 455.00       | 529.00     | 86.01%              | 287             | 455                      | 0.63         | 99.31%                                | 0.5425                   | 0.63516484        | 85.42% |
|                   | 7                          | 455.00       | 528.00     | 86.17%              | 284             | 455                      | 0.62         | 98.27%                                | 0.5379                   | 0.63516484        | 84.68% |
|                   | 8                          | 455.00       | 510.00     | 89.22%              | 260             | 455                      | 0.57         | 89.97%                                | 0.5098                   | 0.63516484        | 80.26% |
|                   | 9                          | 455.00       | 526.00     | 86.50%              | 281             | 455                      | 0.62         | 97.23%                                | 0.5342                   | 0.63516484        | 84.11% |
|                   | 10                         | 455.00       | 540.00     | 84.26%              | 263             | 455                      | 0.58         | 91.00%                                | 0.487                    | 0.63516484        | 76.68% |
|                   |                            | Promedio     |            | 86.43%              |                 |                          | 0.60         | 95.16%                                | 0.5223                   |                   | 82.23% |
| Semana 3          | 11                         | 455.00       | 506.00     | 89.92%              | 275             | 455                      | 0.60         | 95.16%                                | 0.5435                   | 0.63516484        | 85.56% |
|                   | 12                         | 455.00       | 539.00     | 84.42%              | 284             | 455                      | 0.62         | 98.27%                                | 0.5269                   | 0.63516484        | 82.96% |
|                   | 13                         | 455.00       | 481.00     | 94.59%              | 268             | 455                      | 0.59         | 92.73%                                | 0.5572                   | 0.63516484        | 87.72% |
|                   | 14                         | 455.00       | 515.00     | 88.35%              | 285             | 455                      | 0.63         | 98.62%                                | 0.5534                   | 0.63516484        | 87.13% |
|                   | 15                         | 455.00       | 489.00     | 93.05%              | 268             | 455                      | 0.59         | 92.73%                                | 0.5481                   | 0.63516484        | 86.29% |
|                   |                            | Promedio     |            | 90.07%              |                 |                          | 0.61         | 95.50%                                | 0.5458                   |                   | 85.93% |
| Semana 4          | 16                         | 455.00       | 525.00     | 86.67%              | 265             | 455                      | 0.58         | 91.70%                                | 0.5048                   | 0.63516484        | 79.47% |
|                   | 17                         | 455.00       | 519.00     | 87.67%              | 263             | 455                      | 0.58         | 91.00%                                | 0.5067                   | 0.63516484        | 79.78% |
|                   | 18                         | 455.00       | 503.00     | 90.46%              | 278             | 455                      | 0.61         | 96.19%                                | 0.5527                   | 0.63516484        | 87.01% |
|                   | 19                         | 455.00       | 533.00     | 85.37%              | 279             | 455                      | 0.61         | 96.54%                                | 0.5235                   | 0.63516484        | 82.41% |
|                   | 20                         | 455.00       | 503.00     | 90.46%              | 267             | 455                      | 0.59         | 92.39%                                | 0.5308                   | 0.63516484        | 83.57% |
|                   |                            | Promedio     |            | 88.12%              |                 |                          | 0.59         | 93.56%                                | 0.5237                   |                   | 82.45% |
| Semana 5          | 21                         | 455.00       | 536.00     | 84.89%              | 281             | 455                      | 0.62         | 97.23%                                | 0.5243                   | 0.63516484        | 82.54% |
|                   | 22                         | 455.00       | 494.00     | 92.11%              | 283             | 455                      | 0.62         | 97.92%                                | 0.5729                   | 0.63516484        | 90.19% |
|                   | 23                         | 455.00       | 490.00     | 92.86%              | 269             | 455                      | 0.59         | 93.08%                                | 0.549                    | 0.63516484        | 86.43% |
|                   | 24                         | 455.00       | 523.00     | 87.00%              | 282             | 455                      | 0.62         | 97.58%                                | 0.5392                   | 0.63516484        | 84.89% |
|                   | 25                         | 455.00       | 530.00     | 85.85%              | 273             | 455                      | 0.60         | 94.46%                                | 0.5151                   | 0.63516484        | 81.10% |
|                   |                            | Promedio     |            | 88.54%              |                 |                          | 0.61         | 96.06%                                | 0.5401                   |                   | 85.03% |
| Semana 6          | 26                         | 455.00       | 539.00     | 84.42%              | 286             | 455                      | 0.63         | 98.96%                                | 0.5306                   | 0.63516484        | 83.54% |
|                   | 27                         | 455.00       | 526.00     | 86.50%              | 272             | 455                      | 0.60         | 94.12%                                | 0.5171                   | 0.63516484        | 81.41% |
|                   | 28                         | 455.00       | 488.00     | 93.24%              | 270             | 455                      | 0.59         | 93.43%                                | 0.5533                   | 0.63516484        | 87.11% |
|                   | 29                         | 455.00       | 488.00     | 93.24%              | 264             | 455                      | 0.58         | 91.35%                                | 0.541                    | 0.63516484        | 85.17% |
|                   | 30                         | 455.00       | 515.00     | 88.35%              | 263             | 455                      | 0.58         | 91.00%                                | 0.5107                   | 0.63516484        | 80.40% |
|                   |                            | Promedio     |            | 89.15%              |                 |                          | 0.60         | 93.77%                                | 0.5305                   |                   | 83.53% |

Fuente: Propia

Tabla 54.- Productividad, eficiencia y eficacia pre test parte 2

|           |                            | Análisis pre test |            |                     |                 |                          |              |                                       |                          |                   |        |  |
|-----------|----------------------------|-------------------|------------|---------------------|-----------------|--------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------|--|
|           |                            | Eficiencia        |            |                     | Eficacia        |                          |              |                                       | Productividad            |                   |        |  |
| Día       | Tiempo útil min (estándar) | Tiempo total      | Eficiencia | Unidades producidas | Tiempo útil min | Eficacia (unidades/ min) | Eficacia (%) | Unidades producidas/tiempo total(min) | Estándar (unidades/ min) | Productividad (%) |        |  |
| Semana 7  | 31                         | 455               | 526.00     | 86.50%              | 283             | 455                      | 0.62         | 97.92%                                | 0.5380                   | 0.63516484        | 84.71% |  |
|           | 32                         | 455               | 486.00     | 93.62%              | 265             | 455                      | 0.58         | 91.70%                                | 0.5453                   | 0.63516484        | 85.85% |  |
|           | 33                         | 455               | 525.00     | 86.67%              | 266             | 455                      | 0.58         | 92.04%                                | 0.5067                   | 0.63516484        | 79.77% |  |
|           | 34                         | 455               | 482.00     | 94.40%              | 266             | 455                      | 0.58         | 92.04%                                | 0.5519                   | 0.63516484        | 86.89% |  |
|           | 35                         | 455               | 507.00     | 89.74%              | 273             | 455                      | 0.60         | 94.46%                                | 0.5385                   | 0.63516484        | 84.78% |  |
|           |                            | Promedio          |            | 90.19%              |                 |                          | 0.59         | 93.63%                                | 0.5361                   |                   | 84.40% |  |
| Semana 8  | 36                         | 455               | 522.00     | 87.16%              | 280             | 455                      | 0.62         | 96.89%                                | 0.5364                   | 0.63516484        | 84.45% |  |
|           | 37                         | 455               | 507.00     | 89.74%              | 281             | 455                      | 0.62         | 97.23%                                | 0.5542                   | 0.63516484        | 87.26% |  |
|           | 38                         | 455               | 536.00     | 84.89%              | 288             | 455                      | 0.63         | 99.65%                                | 0.5373                   | 0.63516484        | 84.59% |  |
|           | 39                         | 455               | 532.00     | 85.53%              | 271             | 455                      | 0.60         | 93.77%                                | 0.5094                   | 0.63516484        | 80.20% |  |
|           | 40                         | 455               | 488.00     | 93.24%              | 281             | 455                      | 0.62         | 97.23%                                | 0.5758                   | 0.63516484        | 90.66% |  |
|           |                            | Promedio          |            | 88.11%              |                 |                          | 0.62         | 96.96%                                | 0.5426                   |                   | 85.43% |  |
| Semana 9  | 41                         | 455               | 540.00     | 84.26%              | 272             | 455                      | 0.60         | 94.12%                                | 0.5037                   | 0.63516484        | 79.30% |  |
|           | 42                         | 455               | 493.00     | 92.29%              | 279             | 455                      | 0.61         | 96.54%                                | 0.5659                   | 0.63516484        | 89.10% |  |
|           | 43                         | 455               | 510.00     | 89.22%              | 286             | 455                      | 0.63         | 98.96%                                | 0.5608                   | 0.63516484        | 88.29% |  |
|           | 44                         | 455               | 510.00     | 89.22%              | 286             | 455                      | 0.63         | 98.96%                                | 0.5608                   | 0.63516484        | 88.29% |  |
|           | 45                         | 455               | 533.00     | 85.37%              | 282             | 455                      | 0.62         | 97.58%                                | 0.5291                   | 0.63516484        | 83.30% |  |
|           |                            | Promedio          |            | 88.07%              |                 |                          | 0.62         | 97.23%                                | 0.5441                   |                   | 85.66% |  |
| Semana 10 | 46                         | 455               | 519.00     | 87.67%              | 286             | 455                      | 0.63         | 98.96%                                | 0.5511                   | 0.63516484        | 86.76% |  |
|           | 47                         | 455               | 522.00     | 87.16%              | 274             | 455                      | 0.60         | 94.81%                                | 0.5249                   | 0.63516484        | 82.64% |  |
|           | 48                         | 455               | 519.00     | 87.67%              | 276             | 455                      | 0.61         | 95.50%                                | 0.5318                   | 0.63516484        | 83.73% |  |
|           | 49                         | 455               | 494.00     | 92.11%              | 264             | 455                      | 0.58         | 91.35%                                | 0.5344                   | 0.63516484        | 84.14% |  |
|           | 50                         | 455               | 513.00     | 88.69%              | 266             | 455                      | 0.58         | 92.04%                                | 0.5185                   | 0.63516484        | 81.64% |  |
|           |                            | Promedio          |            | 88.66%              |                 |                          | 0.60         | 94.53%                                | 0.5321                   |                   | 83.78% |  |
| Semana 11 | 51                         | 455               | 519.00     | 87.67%              | 275             | 455                      | 0.60         | 95.16%                                | 0.5299                   | 0.63516484        | 83.42% |  |
|           | 52                         | 455               | 483.00     | 94.20%              | 266             | 455                      | 0.58         | 92.04%                                | 0.5507                   | 0.63516484        | 86.71% |  |
|           | 53                         | 455               | 520.00     | 87.50%              | 286             | 455                      | 0.63         | 98.96%                                | 0.5500                   | 0.63516484        | 86.59% |  |
|           | 54                         | 455               | 532.00     | 85.53%              | 280             | 455                      | 0.62         | 96.89%                                | 0.5263                   | 0.63516484        | 82.86% |  |
|           | 55                         | 455               | 523.00     | 87.00%              | 283             | 455                      | 0.62         | 97.92%                                | 0.5411                   | 0.63516484        | 85.19% |  |
|           |                            | Promedio          |            | 88.38%              |                 |                          | 0.61         | 96.19%                                | 0.5396                   |                   | 84.95% |  |
| Semana 12 | 56                         | 455               | 503.00     | 90.46%              | 287             | 455                      | 0.63         | 99.31%                                | 0.5706                   | 0.63516484        | 89.83% |  |
|           | 57                         | 455               | 501.00     | 90.82%              | 264             | 455                      | 0.58         | 91.35%                                | 0.5269                   | 0.63516484        | 82.96% |  |
|           | 58                         | 455               | 500.00     | 91.00%              | 280             | 455                      | 0.62         | 96.89%                                | 0.5600                   | 0.63516484        | 88.17% |  |
|           | 59                         | 455               | 503.00     | 90.46%              | 276             | 455                      | 0.61         | 95.50%                                | 0.5487                   | 0.63516484        | 86.39% |  |
|           | 60                         | 455               | 526.00     | 86.50%              | 283             | 455                      | 0.62         | 97.92%                                | 0.5380                   | 0.63516484        | 84.71% |  |
|           |                            | Promedio          | 89.85%     |                     |                 |                          | 0.61         | 96.19%                                | 0.5489                   |                   | 86.41% |  |

Fuente: Propia

Tabla 55.- Productividad, eficiencia y eficacia post test parte 1

|          |     | Análisis post test         |              |            |                     |                 |                         |              |                                       |                         |                      |
|----------|-----|----------------------------|--------------|------------|---------------------|-----------------|-------------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|
|          |     | Eficiencia                 |              |            | Eficacia            |                 |                         |              | Productividad                         |                         |                      |
|          | Día | Tiempo útil min (estándar) | Tiempo total | Eficiencia | Unidades producidas | Tiempo útil min | Eficacia (unidades/min) | Eficacia (%) | Unidades producidas/tiempo total(min) | Estándar (unidades/min) | Productividad ad (%) |
| Semana 1 | 1   | 459                        | 464.00       | 98.92%     | 858                 | 459             | 1.87                    | 98.96%       | 1.8491                                | 1.88888889              | 97.90%               |
|          | 2   | 459                        | 480.00       | 95.63%     | 848                 | 459             | 1.85                    | 97.81%       | 1.7667                                | 1.88888889              | 93.53%               |
|          | 3   | 459                        | 470.00       | 97.66%     | 845                 | 459             | 1.84                    | 97.46%       | 1.7979                                | 1.88888889              | 95.18%               |
|          | 4   | 459                        | 467.00       | 98.29%     | 850                 | 459             | 1.85                    | 98.04%       | 1.8201                                | 1.88888889              | 96.36%               |
|          | 5   | 459                        | 467.00       | 98.29%     | 854                 | 459             | 1.86                    | 98.50%       | 1.8287                                | 1.88888889              | 96.81%               |
|          |     |                            |              | Promedio   | 97.76%              |                 |                         | 1.85         | 98.15%                                | 1.8125                  |                      |
| Semana 2 | 6   | 459                        | 472.00       | 97.25%     | 861                 | 459             | 1.88                    | 99.31%       | 1.8242                                | 1.88888889              | 96.57%               |
|          | 7   | 459                        | 475.00       | 96.63%     | 853                 | 459             | 1.86                    | 98.39%       | 1.7958                                | 1.88888889              | 95.07%               |
|          | 8   | 459                        | 477.00       | 96.23%     | 849                 | 459             | 1.85                    | 97.92%       | 1.7799                                | 1.88888889              | 94.23%               |
|          | 9   | 459                        | 461.00       | 99.57%     | 861                 | 459             | 1.88                    | 99.31%       | 1.8677                                | 1.88888889              | 98.88%               |
|          | 10  | 459                        | 471.00       | 97.45%     | 856                 | 459             | 1.86                    | 98.73%       | 1.8174                                | 1.88888889              | 96.22%               |
|          |     |                            |              | Promedio   | 97.42%              |                 |                         | 1.86         | 98.73%                                | 1.8170                  |                      |
| Semana 3 | 11  | 459                        | 464.00       | 98.92%     | 844                 | 459             | 1.84                    | 97.35%       | 1.8190                                | 1.88888889              | 96.30%               |
|          | 12  | 459                        | 470.00       | 97.66%     | 857                 | 459             | 1.87                    | 98.85%       | 1.8234                                | 1.88888889              | 96.53%               |
|          | 13  | 459                        | 480.00       | 95.63%     | 855                 | 459             | 1.86                    | 98.62%       | 1.7813                                | 1.88888889              | 94.30%               |
|          | 14  | 459                        | 477.00       | 96.23%     | 859                 | 459             | 1.87                    | 99.08%       | 1.8008                                | 1.88888889              | 95.34%               |
|          | 15  | 459                        | 465.00       | 98.71%     | 861                 | 459             | 1.88                    | 99.31%       | 1.8516                                | 1.88888889              | 98.03%               |
|          |     |                            |              | Promedio   | 97.43%              |                 |                         | 1.86         | 98.64%                                | 1.8152                  |                      |
| Semana 4 | 16  | 459                        | 476.00       | 96.43%     | 840                 | 459             | 1.83                    | 96.89%       | 1.7647                                | 1.88888889              | 93.43%               |
|          | 17  | 459                        | 469.00       | 97.87%     | 840                 | 459             | 1.83                    | 96.89%       | 1.7910                                | 1.88888889              | 94.82%               |
|          | 18  | 459                        | 471.00       | 97.45%     | 841                 | 459             | 1.83                    | 97.00%       | 1.7856                                | 1.88888889              | 94.53%               |
|          | 19  | 459                        | 478.00       | 96.03%     | 847                 | 459             | 1.85                    | 97.69%       | 1.7720                                | 1.88888889              | 93.81%               |
|          | 20  | 459                        | 464.00       | 98.92%     | 846                 | 459             | 1.84                    | 97.58%       | 1.8233                                | 1.88888889              | 96.53%               |
|          |     |                            |              | Promedio   | 97.34%              |                 |                         | 1.84         | 97.21%                                | 1.7873                  |                      |
| Semana 5 | 21  | 459                        | 461.00       | 99.57%     | 842                 | 459             | 1.83                    | 97.12%       | 1.8265                                | 1.88888889              | 96.70%               |
|          | 22  | 459                        | 479.00       | 95.82%     | 842                 | 459             | 1.83                    | 97.12%       | 1.7578                                | 1.88888889              | 93.06%               |
|          | 23  | 459                        | 462.00       | 99.35%     | 867                 | 459             | 1.89                    | 100.00%      | 1.8766                                | 1.88888889              | 99.35%               |
|          | 24  | 459                        | 479.00       | 95.82%     | 863                 | 459             | 1.88                    | 99.54%       | 1.8017                                | 1.88888889              | 95.38%               |
|          | 25  | 459                        | 473.00       | 97.04%     | 848                 | 459             | 1.85                    | 97.81%       | 1.7928                                | 1.88888889              | 94.91%               |
|          |     |                            |              | Promedio   | 97.52%              |                 |                         | 1.86         | 98.32%                                | 1.8111                  |                      |
| Semana 6 | 26  | 459                        | 460.00       | 99.78%     | 849                 | 459             | 1.85                    | 97.92%       | 1.8457                                | 1.88888889              | 97.71%               |
|          | 27  | 459                        | 474.00       | 96.84%     | 854                 | 459             | 1.86                    | 98.50%       | 1.8017                                | 1.88888889              | 95.38%               |
|          | 28  | 459                        | 478.00       | 96.03%     | 862                 | 459             | 1.88                    | 99.42%       | 1.8033                                | 1.88888889              | 95.47%               |
|          | 29  | 459                        | 471.00       | 97.45%     | 863                 | 459             | 1.88                    | 99.54%       | 1.8323                                | 1.88888889              | 97.00%               |
|          | 30  | 459                        | 477.00       | 96.23%     | 858                 | 459             | 1.87                    | 98.96%       | 1.7987                                | 1.88888889              | 95.23%               |
|          |     |                            |              | Promedio   | 97.26%              |                 |                         | 1.87         | 98.87%                                | 1.8163                  |                      |

Fuente: Propia

Tabla 56.- Productividad, eficiencia y eficacia post test parte 2

|           |    | Análisis post test |          |        |          |     |      |               |        |            |        |
|-----------|----|--------------------|----------|--------|----------|-----|------|---------------|--------|------------|--------|
|           |    | Eficiencia         |          |        | Eficacia |     |      | Productividad |        |            |        |
| Semana 7  | 31 | 459                | 480.00   | 95.63% | 852      | 459 | 1.86 | 98.27%        | 1.7750 | 1.88888889 | 93.97% |
|           | 32 | 459                | 469.00   | 97.87% | 857      | 459 | 1.87 | 98.85%        | 1.8273 | 1.88888889 | 96.74% |
|           | 33 | 459                | 469.00   | 97.87% | 849      | 459 | 1.85 | 97.92%        | 1.8102 | 1.88888889 | 95.84% |
|           | 34 | 459                | 468.00   | 98.08% | 842      | 459 | 1.83 | 97.12%        | 1.7991 | 1.88888889 | 95.25% |
|           | 35 | 459                | 473.00   | 97.04% | 852      | 459 | 1.86 | 98.27%        | 1.8013 | 1.88888889 | 95.36% |
|           |    |                    | Promedio | 97.30% |          |     | 1.85 | 98.09%        | 1.8026 |            | 95.43% |
| Semana 8  | 36 | 459                | 460.00   | 99.78% | 849      | 459 | 1.85 | 97.92%        | 1.8457 | 1.88888889 | 97.71% |
|           | 37 | 459                | 465.00   | 98.71% | 861      | 459 | 1.88 | 99.31%        | 1.8516 | 1.88888889 | 98.03% |
|           | 38 | 459                | 474.00   | 96.84% | 849      | 459 | 1.85 | 97.92%        | 1.7911 | 1.88888889 | 94.83% |
|           | 39 | 459                | 480.00   | 95.63% | 841      | 459 | 1.83 | 97.00%        | 1.7521 | 1.88888889 | 92.76% |
|           | 40 | 459                | 472.00   | 97.25% | 846      | 459 | 1.84 | 97.58%        | 1.7924 | 1.88888889 | 94.89% |
|           |    |                    | Promedio | 97.64% |          |     | 1.85 | 97.95%        | 1.8066 |            | 95.64% |
| Semana 9  | 41 | 459                | 474.00   | 96.84% | 849      | 459 | 1.85 | 97.92%        | 1.7911 | 1.88888889 | 94.83% |
|           | 42 | 459                | 479.00   | 95.82% | 860      | 459 | 1.87 | 99.19%        | 1.7954 | 1.88888889 | 95.05% |
|           | 43 | 459                | 463.00   | 99.14% | 843      | 459 | 1.84 | 97.23%        | 1.8207 | 1.88888889 | 96.39% |
|           | 44 | 459                | 468.00   | 98.08% | 845      | 459 | 1.84 | 97.46%        | 1.8056 | 1.88888889 | 95.59% |
|           | 45 | 459                | 462.00   | 99.35% | 854      | 459 | 1.86 | 98.50%        | 1.8485 | 1.88888889 | 97.86% |
|           |    |                    | Promedio | 97.84% |          |     | 1.85 | 98.06%        | 1.8123 |            | 95.94% |
| Semana 10 | 46 | 459                | 466.00   | 98.50% | 849      | 459 | 1.85 | 97.92%        | 1.8219 | 1.88888889 | 96.45% |
|           | 47 | 459                | 476.00   | 96.43% | 849      | 459 | 1.85 | 97.92%        | 1.7836 | 1.88888889 | 94.43% |
|           | 48 | 459                | 480.00   | 95.63% | 855      | 459 | 1.86 | 98.62%        | 1.7813 | 1.88888889 | 94.30% |
|           | 49 | 459                | 461.00   | 99.57% | 842      | 459 | 1.83 | 97.12%        | 1.8265 | 1.88888889 | 96.70% |
|           | 50 | 459                | 472.00   | 97.25% | 862      | 459 | 1.88 | 99.42%        | 1.8263 | 1.88888889 | 96.68% |
|           |    |                    | Promedio | 97.47% |          |     | 1.85 | 98.20%        | 1.8079 |            | 95.71% |
| Semana 11 | 51 | 459                | 472.00   | 97.25% | 850      | 459 | 1.85 | 98.04%        | 1.8008 | 1.88888889 | 95.34% |
|           | 52 | 459                | 471.00   | 97.45% | 862      | 459 | 1.88 | 99.42%        | 1.8301 | 1.88888889 | 96.89% |
|           | 53 | 459                | 465.00   | 98.71% | 846      | 459 | 1.84 | 97.58%        | 1.8194 | 1.88888889 | 96.32% |
|           | 54 | 459                | 466.00   | 98.50% | 856      | 459 | 1.86 | 98.73%        | 1.8369 | 1.88888889 | 97.25% |
|           | 55 | 459                | 478.00   | 96.03% | 865      | 459 | 1.88 | 99.77%        | 1.8096 | 1.88888889 | 95.80% |
|           |    |                    | Promedio | 97.59% |          |     | 1.86 | 98.71%        | 1.8194 |            | 96.32% |
| Semana 12 | 56 | 459                | 462.00   | 99.35% | 856      | 459 | 1.86 | 98.73%        | 1.8528 | 1.88888889 | 98.09% |
|           | 57 | 459                | 466.00   | 98.50% | 842      | 459 | 1.83 | 97.12%        | 1.8069 | 1.88888889 | 95.66% |
|           | 58 | 459                | 472.00   | 97.25% | 845      | 459 | 1.84 | 97.46%        | 1.7903 | 1.88888889 | 94.78% |
|           | 59 | 459                | 461.00   | 99.57% | 844      | 459 | 1.84 | 97.35%        | 1.8308 | 1.88888889 | 96.92% |
|           | 60 | 459                | 472.00   | 97.25% | 852      | 459 | 1.86 | 98.27%        | 1.8051 | 1.88888889 | 95.56% |
|           |    |                    | Promedio | 98.38% |          |     | 1.85 | 97.79%        | 1.8172 |            | 96.20% |

Fuente: Propia

Tabla 57.- Resumen productividad, eficiencia y eficacia pre test y post test

| Semana | Eficiencia pre tes | Eficiencia post test | Diferencia eficiencia | Eficacia pre tes | Eficacia post test | Diferencia eficacia | Productividad Pre test | Productividad Post test | Diferencia productividad |
|--------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|--------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1      | 90.74%             | 97.76%               | 7.01%                 | 95.29%           | 98.15%             | 2.86%               | 86.46%                 | 95.96%                  | 9.50%                    |
| 2      | 86.43%             | 97.42%               | 10.99%                | 95.16%           | 98.73%             | 3.58%               | 82.23%                 | 96.19%                  | 13.96%                   |
| 3      | 90.07%             | 97.43%               | 7.36%                 | 95.50%           | 98.64%             | 3.14%               | 85.93%                 | 96.10%                  | 10.17%                   |
| 4      | 88.12%             | 97.34%               | 9.22%                 | 93.56%           | 97.21%             | 3.64%               | 82.45%                 | 94.62%                  | 12.17%                   |
| 5      | 88.54%             | 97.52%               | 8.98%                 | 96.06%           | 98.32%             | 2.26%               | 85.03%                 | 95.88%                  | 10.85%                   |
| 6      | 89.15%             | 97.26%               | 8.12%                 | 93.77%           | 98.87%             | 5.10%               | 83.53%                 | 96.16%                  | 12.63%                   |
| 7      | 90.19%             | 97.30%               | 7.11%                 | 93.63%           | 98.09%             | 4.45%               | 84.40%                 | 95.43%                  | 11.03%                   |
| 8      | 88.11%             | 97.64%               | 9.53%                 | 96.96%           | 97.95%             | 0.99%               | 85.43%                 | 95.64%                  | 10.21%                   |
| 9      | 88.07%             | 97.84%               | 9.78%                 | 97.23%           | 98.06%             | 0.83%               | 85.66%                 | 95.94%                  | 10.29%                   |
| 10     | 88.66%             | 97.47%               | 8.81%                 | 94.53%           | 98.20%             | 3.67%               | 83.78%                 | 95.71%                  | 11.93%                   |
| 11     | 88.38%             | 97.59%               | 9.21%                 | 96.19%           | 98.71%             | 2.51%               | 84.95%                 | 96.32%                  | 11.37%                   |
| 12     | 89.85%             | 98.38%               | 8.53%                 | 96.19%           | 97.79%             | 1.59%               | 86.41%                 | 96.20%                  | 9.79%                    |

Fuente: Propia

### **3.6 Método de análisis de datos**

En SPSS V22 realizó el análisis descriptivo, estadística descriptiva (media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, histograma de frecuencia, asimetría, curtosis) de los KPIs o indicadores de la variable independiente, dependiente y de cada una de sus dimensiones.

El análisis inferencial se hizo con el SPSSV22, primero se efectuó las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk (menor de 30 datos o KPIs) o de Kolmogorov Smirnov (mayor de 30 datos o KPIs) las que indicarán si el conjunto de indicadores de productividad eficiencia y eficacia son paramétricos o no paramétricos, también se debe recordar que en las investigaciones pre experimentales se analiza la diferencia del antes y después (Diferencia = antes-después), luego se aplican las pruebas de hipótesis.

En los diseños pre experimentales tenemos si los datos de los KPIs son paramétricos se empleará la T-student de pares o parejas relacionadas (donde se mide la media) y si son no paramétricos se empleará la prueba de signos de Wilcoxon (donde se analiza la mediana). Ambas pruebas miden si hay diferencias en las medias o medianas (antes y después), por lo que es lógico pensar, de existir diferencias en las medias o medianas existe un cambio y ese cambio debe a la aplicación de la variable independiente.

### **3.7 Aspectos éticos**

La información a transmitir en el contexto de la investigación proviene de fuentes veraces; En cuanto a la información a transmitir, se respeta y transmite a los autores de tesis, libros y diversas fuentes de información a utilizar. Los criterios que determinan el desarrollo de la actividad se basan en aspectos éticos como la veracidad, la autenticidad y la originalidad. Se respetará los cuatro principios éticos de la Universidad César Vallejo de respeto a la autonomía de las personas, no maleficencia, beneficencia y justicia.

#### IV. RESULTADOS

##### Análisis descriptivo pre y post test variable dependiente productividad

Tabla 58.- Estadísticos descriptivos productividad pre test y post test

|                             |          | Productividad pretest | Productividad posttest | Diferencia productividad |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| N                           | Válido   | 12                    | 12                     | 12                       |
|                             | Perdidos | 0                     | 0                      | 0                        |
| Media                       |          | 84,6883               | 95,8458                | 11,1583                  |
| Error estándar de la media  |          | ,41403                | ,13460                 | ,37982                   |
| Mediana                     |          | 84,9900               | 95,9500                | 10,9400                  |
| Moda                        |          | 82,23 <sup>a</sup>    | 94,62 <sup>a</sup>     | 9,50 <sup>a</sup>        |
| Desviación estándar         |          | 1,43424               | ,46627                 | 1,31574                  |
| Varianza                    |          | 2,057                 | ,217                   | 1,731                    |
| Asimetría                   |          | -,534                 | -1,812                 | ,817                     |
| Error estándar de asimetría |          | ,637                  | ,637                   | ,637                     |
| Curtosis                    |          | -,818                 | 3,916                  | ,232                     |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,232                 | 1,232                  | 1,232                    |
| Rango                       |          | 4,23                  | 1,70                   | 4,46                     |
| Mínimo                      |          | 82,23                 | 94,62                  | 9,50                     |
| Máximo                      |          | 86,46                 | 96,32                  | 13,96                    |
| Suma                        |          | 1016,26               | 1150,15                | 133,90                   |
| Percentiles                 | 25       | 83,5925               | 95,6575                | 10,1800                  |
|                             | 50       | 84,9900               | 95,9500                | 10,9400                  |
|                             | 75       | 85,8625               | 96,1825                | 12,1100                  |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Propia en SPSS

**Media:** Es el promedio aritmético de una distribución. La media pre y pos test fueron de 84.6883% y 95.8458% respectivamente y la mejora como diferencia de media de la productividad fue del 11.1583%.

**Mediana:** Divide la distribución por la mitad. La mediana pre y post test fueron de 84.99% y 95.95%.

**Moda:** Es la puntuación de mayor frecuencia, la moda pre y post fueron de 82.23% y 94.62%.



**Desviación estándar:** Promedio de la desviación de las puntuaciones respecto a la media. Se interpreta como el desvío promedio de la media siendo estas 1.43% y 0.46%.

**Varianza:** Es la desviación estándar elevada al cuadrado. Un mayor valor de la varianza respecto a la media significa mayor variabilidad. A menor valor, más homogeneidad. La varianza pre y post test fueron 2.057% y 0.217%.

**Asimetría:** Posibilita ver la aproximación la distribución de la investigación a la curva normal. Si esta es cero (asimetría = 0), la distribución es simétrica. Cuando es positiva, los valores se agrupan a la izquierda de la curva (por debajo de la media). Cuando es negativa, estos valores se agrupan hacia la derecha de la curva (por encima de la media) (Hume, 2011; Taylor, 2007a; Salkind, 2006; y Burkhart, 2003). Los valores pre y post test de -0.534 y -1.812; esto significa que se tienden a agrupar levemente hacia la derecha de la curva.

**Curtosis:** Indicador de cuna plana o “picuda” es una curva. Cuando la curtosis es cero, puede tratarse de una curva normal. Si es positiva, la curva, la distribución o el polígono es más “picuda” o elevado. Si la curtosis es negativa, la curva es más plana (Hume, 2011, Taylor, 2007b, Field, 2006 y Cameron, 2003). En el pre test, el valor de -0.818, refiere que la curva es plana; para el post el valor de 3.916 indica que la curva es picuda.

**Mínimo:** Los valores observados pre y post test fueron 82.23% y 94.62%.

**Máximo:** Los valores observados fueron 86.46% y 96.32% en el pre y post test.

**Rango:** Diferencia entre la puntuación mayor y menor e indica el número de unidades en la escala de medición necesarios para incluir los valores máximo y mínimo. A mayor rango, la dispersión de los datos de una distribución será mayor. El rango pre y post test fueron 4.23% y 1.70%.

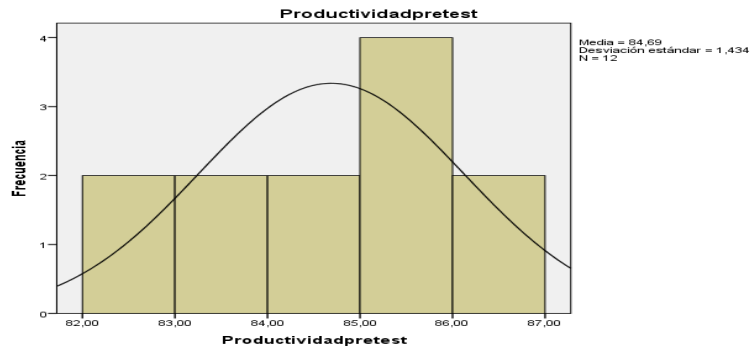


Figura. 83 Histograma productividad pre test

Fuente: Propia

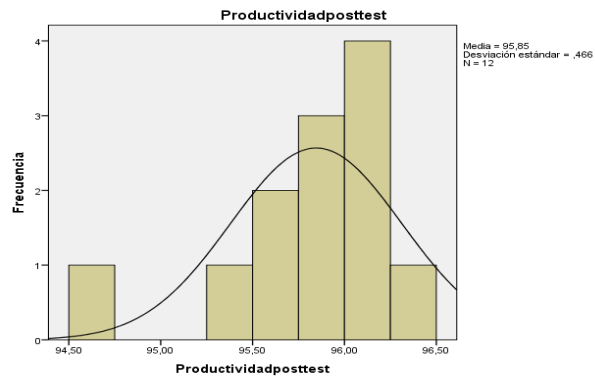


Figura. 84 Histograma productividad post test

Fuente: Propia

## Dimensión eficiencia pre test y post test

Tabla 59.- Estadísticos descriptivos eficiencia pre test y post test

|                             |          | Eficiencia pretest | Eficiencia post test | Diferencia eficiencia |
|-----------------------------|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| N                           | Válido   | 12                 | 12                   | 12                    |
|                             | Perdidos | 0                  | 0                    | 0                     |
| Media                       |          | 88,8592            | 97,5792              | 8,7208                |
| Error estándar de la media  |          | ,34645             | ,08901               | ,34001                |
| Mediana                     |          | 88,6000            | 97,4950              | 8,8950                |
| Moda                        |          | 86,43 <sup>a</sup> | 97,26 <sup>a</sup>   | 7,01 <sup>a</sup>     |
| Desviación estándar         |          | 1,20013            | ,30835               | 1,17784               |
| Varianza                    |          | 1,440              | ,095                 | 1,387                 |
| Asimetría                   |          | -,254              | 1,714                | ,116                  |
| Error estándar de asimetría |          | ,637               | ,637                 | ,637                  |
| Curtosis                    |          | ,118               | 3,602                | -,170                 |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,232              | 1,232                | 1,232                 |
| Rango                       |          | 4,31               | 1,12                 | 3,98                  |
| Mínimo                      |          | 86,43              | 97,26                | 7,01                  |
| Máximo                      |          | 90,74              | 98,38                | 10,99                 |
| Suma                        |          | 1066,31            | 1170,95              | 104,65                |
| Percentiles                 | 25       | 88,1125            | 97,3600              | 7,5500                |
|                             | 50       | 88,6000            | 97,4950              | 8,8950                |
|                             | 75       | 90,0150            | 97,7300              | 9,4525                |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Propia en SPSS

**Media:** Fueron 88.8592% y 97.5792% en el pre y post siendo sus diferencias en el orden de 8.7208%.

**Mediana:** Estos fueron de 88.60% y 97.495%. en el pre test y post fueron

**Moda:** Sus valores antes y después fueron 86.43% y 97.26%.

**Desviación estándar:** Los valores fueron de 1.20013% t 0.30835%

**Varianza:** La varianza pre test 1.440 y la varianza post 0.095.

**Asimetría:** En el pre test el valor es -0.254 lo que significa que los valores tienden agruparse hacia la derecha de la curva de manera leve. En el post test el valor es 1.714 lo que significa que los valores tienden agruparse hacia la izquierda de la curva de manera leve.

**Curtosis:** Los valores pre y post de 0.118 y 3.602, indican que la curva es un poco

picuda o alta. La asimetría y la curtosis requieren al menos un nivel de medición por intervalos o puede ser razón.

**Mínimo:** Los valores pre y post observados fueron 86.43% y 97.26%.

**Máximo:** Los valores observados pre y post ha sido de 90.74% y 98.38%.

**Rango:** Los rangos pre y post test fueron de 4.31% y 1.12%.

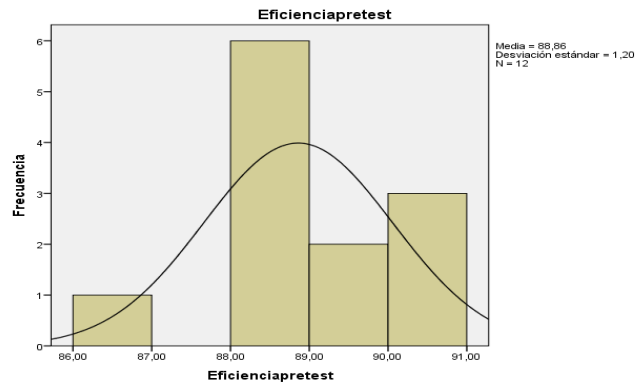


Figura. 85 Histograma eficiencia pre test

Fuente: Propia

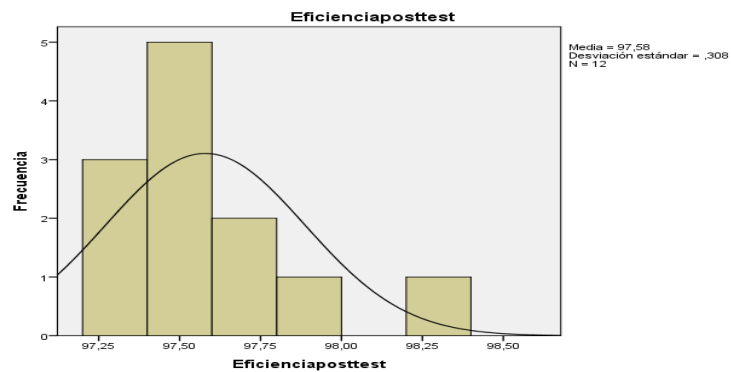


Figura. 86 Histograma eficiencia post test

Fuente: Propia

## Dimensión eficacia pre test y post test

Tabla 60.- *Estadísticos descriptivos eficacia pre test y post test*

|                             |          | Eficacia pre test | Eficacia pos test  | Diferencia eficacia |
|-----------------------------|----------|-------------------|--------------------|---------------------|
| N                           | Válido   | 12                | 12                 | 12                  |
|                             | Perdidos | 0                 | 0                  | 0                   |
| Media                       |          | 95,3392           | 98,2267            | 2,8850              |
| Error estándar de la media  |          | ,36342            | ,13580             | ,38052              |
| Mediana                     |          | 95,3950           | 98,1750            | 3,0000              |
| Moda                        |          | 96,19             | 97,21 <sup>a</sup> | ,83 <sup>a</sup>    |
| Desviación estándar         |          | 1,25893           | ,47042             | 1,31815             |
| Varianza                    |          | 1,585             | ,221               | 1,738               |
| Asimetría                   |          | -,131             | -,613              | -,095               |
| Error estándar de asimetría |          | ,637              | ,637               | ,637                |
| Curtosis                    |          | -1,145            | ,571               | -,655               |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,232             | 1,232              | 1,232               |
| Rango                       |          | 3,67              | 1,66               | 4,27                |
| Mínimo                      |          | 93,56             | 97,21              | ,83                 |
| Máximo                      |          | 97,23             | 98,87              | 5,10                |
| Suma                        |          | 1144,07           | 1178,72            | 34,62               |
| Percentiles                 | 25       | 93,9600           | 97,9775            | 1,7575              |
|                             | 50       | 95,3950           | 98,1750            | 3,0000              |
|                             | 75       | 96,1900           | 98,6925            | 3,6625              |

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Propia en SPSS

**Media:** La media pre y post fueron de 95.3392% y 98.2267% observándose una diferencia de medias del 2.8850%.

**Mediana:** Las medianas pre y post fueron de 95.3950% y 98.1750%.

**Moda:** La moda pre test es 96.19% y la moda post test es 97.21%.

**Desviación estándar:** Estas fueron de 1.25893% y 0.47042%.

**Varianza:** Estos valores fueron des 1.585 y 0.221 en el pre y post test.

**Asimetría:** Los valores -0.131 -0.613 del pre y post test se interpretan que como los valores tienden agruparse hacia la derecha de la curva de manera leve.

**Curtosis:** El valor pre test es -1.145, indica que la curva es un poco plana mientras que el valor post de 0.571 indica que la curva es un poco picuda o alta. La asimetría y la curtosis requieren un nivel de medición por intervalos o puede ser razón.

**Mínimo:** El valor observado en pre test es 93.56% y post test es 97.21%.

**Máximo:** El valor observado en pre test es 97.23% y post test es 98.87%.

**Rango:** El rango pre test es 3.67% y post test es 1.66%.

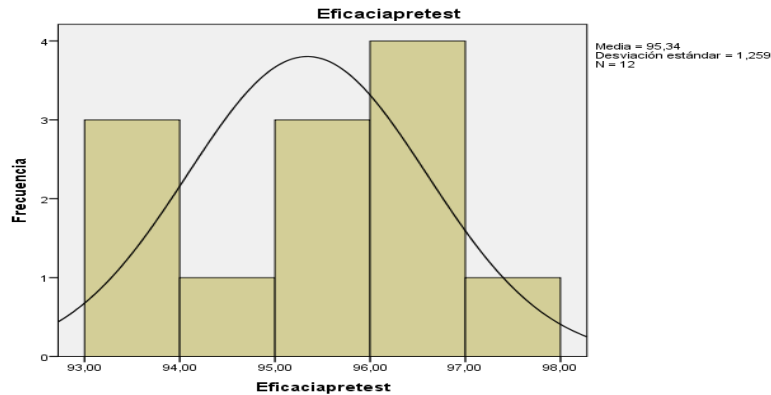


Figura. 87 Histograma eficacia pre test

Fuente: Propia

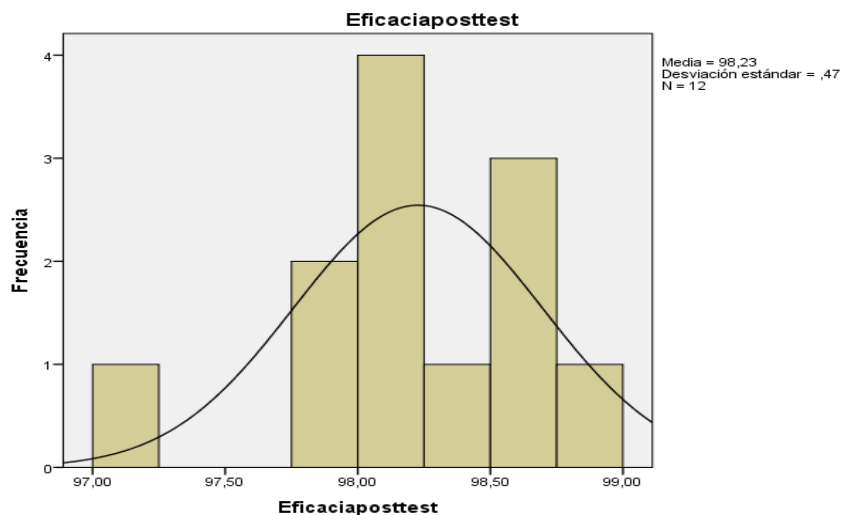


Figura. 88 Histograma eficacia post test

Fuente: Propia

### Pruebas de normalidad

Determina el que un conjunto de datos es paramétrico, esto es, su distribución de frecuencia en el histograma se asemeja a una curva normal, o que el conjunto de datos sea no paramétrico, pues su distribución de frecuencia en el histograma es diferente a la campana de Gauss como por ejemplo una logarítmica, exponencial, inversa; se hace con las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk o Kolmogorov-Smirnov. Cuando el total de datos es menor a 30 se utiliza la prueba de Shapiro-

Wilk y para datos mayores a 30 Kolmogorov-Smirnov.

### **Productividad**

H0: Los datos presentan normalidad

H1: Los datos son diferentes a la normalidad

**Postulado:** Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

Un postulado es una proposición no evidente por sí misma ni demostrada, pero que se acepta, ya que no existe otro principio al que pueda ser referida.

Tabla 61.- *Pruebas de normalidad productividad*

|                         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|-------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                         | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Diferenciaproductividad | ,162                            | 12 | ,200* | ,941         | 12 | ,514 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

De la tabla 59 se observa una significancia de 0.514 en la prueba de Shapiro Wilk, para el conjunto de datos analizados de 12 semanas. En la prueba de normalidad de un diseño pre experimental se debe analizar la diferencia de datos pre test menos post test. Siendo la significancia de 0.514 se acepta H<sub>0</sub> es decir los datos son paramétricos- Para contrastar la hipótesis se debe utilizar una prueba de hipótesis paramétrica como la T de student de pares relacionados.

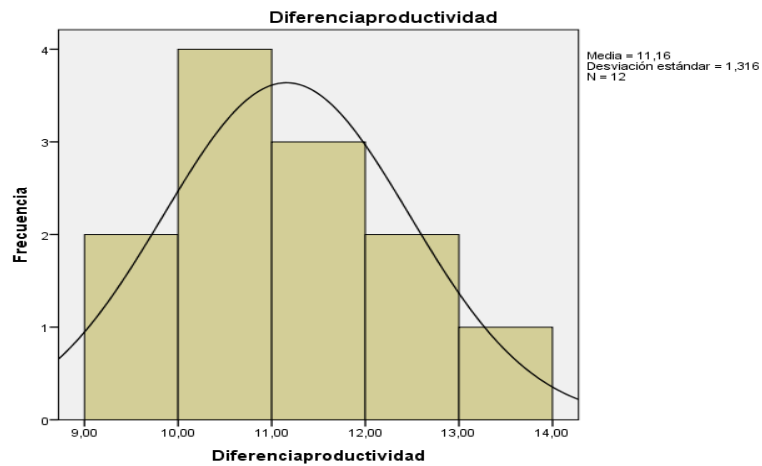


Figura. 89 Histograma diferencia productividad

Fuente: Propia

### Eficiencia

H0: Los datos presentan normalidad

H1: Los datos son diferentes a la normalidad

**Regla decisional:** Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

Tabla 62.- Pruebas de normalidad eficiencia

|                      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|----------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Diferenciaeficiencia | ,126                            | 12 | ,200* | ,955         | 12 | ,718 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia en SPSS

De la tabla 60, se tiene una significancia de 0.718 en la prueba de Shapiro Wilk, para el dato de 12 semanas. Para una significancia de 0.718 se acepta H<sub>0</sub> es decir los datos son paramétricos. Para el contraste de la hipótesis utilizaremos la prueba paramétrica de T de student de pares relacionados.



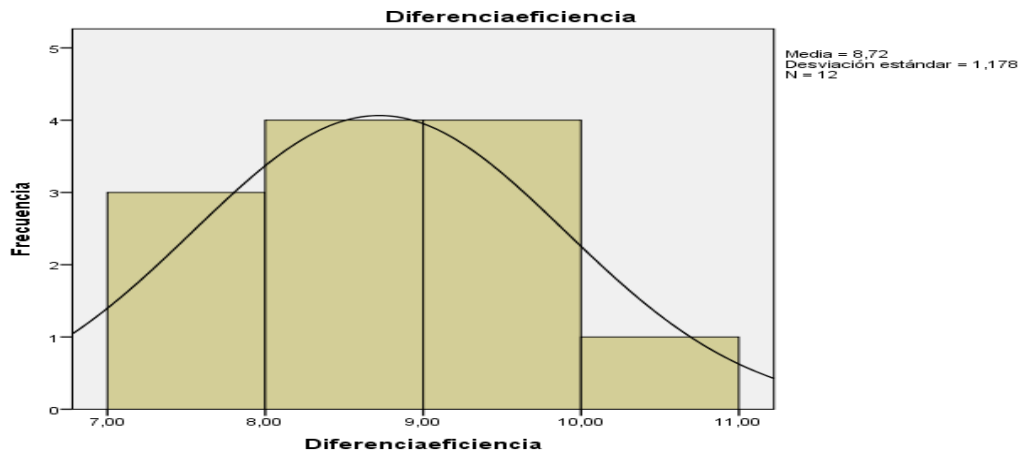


Figura. 90 Histograma diferencia eficiencia

Fuente: Propia

### Eficacia

H0: Los datos presentan normalidad

H1: Los datos son diferentes a la normalidad

Regla de decisión: Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

Tabla 63.- Pruebas de normalidad eficacia

|                    | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|--------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                    | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| Diferenciaeficacia | ,118                            | 12 | ,200* | ,969         | 12 | ,896 |

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia en SPSS

De la tabla 61 se observa que para el conjunto de datos de 12 semanas la significancia mediante la prueba de ShapiroWilk, es de 0.896. Al obtenerse una significancia de 0.896 se acepta H0 esto es; los datos son paramétricos Para contrastar la hipótesis utilizaremos una prueba paramétrica como la T de student de pares relacionados.

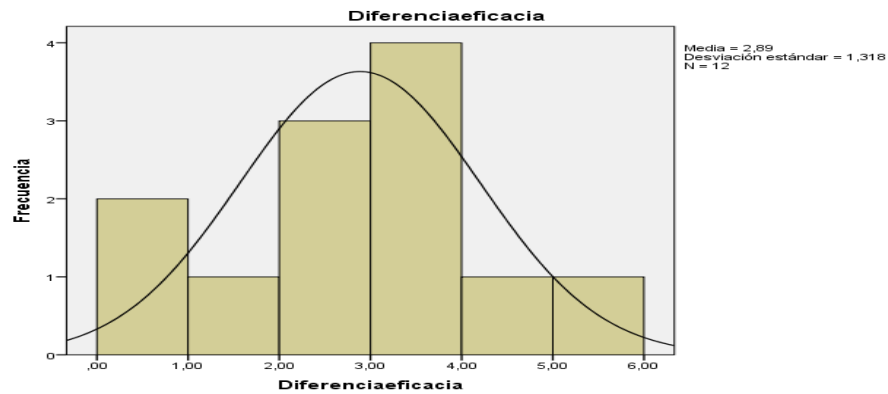


Figura. 91 Histograma diferencia eficacia

Fuente: Propia

## Análisis inferencial

### Prueba de hipótesis general productividad

**H<sub>0</sub>:** No existe diferencia en el promedio de la productividad después de aplicar la metodología six sigma.

**H<sub>1</sub>:** Existe diferencia en el promedio de la productividad después de aplicar la metodología six sigma.

**Regla de decisión:** Aceptamos la H<sub>0</sub> y rechazamos la H<sub>1</sub> si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H<sub>0</sub> y aceptamos la H<sub>1</sub>.

Tabla 64.- *T de student productividad*

|       |                       | Media   | N  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------|-----------------------|---------|----|---------------------|-------------------------|
| Par 1 | Productividadpretest  | 84,6883 | 12 | 1,43424             | ,41403                  |
|       | Productividadposttest | 95,8458 | 12 | ,46627              | ,13460                  |

|       |  | N  | Correlación | Sig. |
|-------|--|----|-------------|------|
| Par 1 | Productividadpretest & Productividadposttest | 12 | ,405        | ,192 |

|       |  | Diferencias emparejadas |                     |                         |  | t         | gl      | Sig. (bilateral) |      |
|-------|--|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|-----------|---------|------------------|------|
|       |  | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |           |         |                  |      |
|       |  |                         |                     |                         | Inferior                                       | Superior  |         |                  |      |
| Par 1 | Productividadpretest - Productividadposttest | -11,15750               | 1,31635             | ,38000                  | -11,99387                                      | -10,32113 | -29,362 | 11               | ,000 |

Fuente: Propia en SPSS

De la tabla 62 se observa una significancia de aproximadamente 0.000 en la prueba de contrastación de hipótesis T de student de pares relacionados, por lo que se rechaza H0 y se acepta H1. Se concluye que hay diferencia en el promedio de la productividad después de aplicar la metodología six sigma. Esta diferencia en el promedio de productividad pre test y post test es por la aplicación de la metodología six sigma en el proceso productivo del reconstituyente vitamínico y dado que hay diferencia se analiza la parte descriptiva de la media donde hubo un incremento positivo de la media de 13.1747%. Se concluye en que hubo una mejora de productividad por la aplicación de la metodología six sigma.

#### Prueba de hipótesis específica eficiencia

H0: No existe diferencia en el promedio de la eficiencia después de aplicar la metodología six sigma.

H1: Existe diferencia en el promedio de la eficiencia después de aplicar la metodología six sigma.

**Regla decisional:** Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

Tabla 65.- *T de student eficiencia*

**Estadísticas de muestras emparejadas**

|                         | Media   | N  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------------------------|---------|----|---------------------|-------------------------|
| Par 1 Eficienciapretest | 88,8592 | 12 | 1,20013             | ,34645                  |
| Eficienciaposttest      | 97,5792 | 12 | ,30835              | ,08901                  |

**Correlaciones de muestras emparejadas**

|  | N  | Correlación | Sig. |
|--|----|-------------|------|
| Par 1 Eficienciapretest & Eficienciaposttest | 12 | ,205        | ,522 |

**Prueba de muestras emparejadas**

|  | Diferencias emparejadas |                     |                         |  |          | t       | gl | Sig. (bilateral) |
|--|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|---------|----|------------------|
|  | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |         |    |                  |
|  |                         |                     |                         | Inferior                                       | Superior |         |    |                  |
| Par 1 Eficienciapretest - Eficienciaposttest | -8,72000                | 1,17617             | ,33953                  | -9,46730                                       | -7,97270 | -25,682 | 11 | ,000             |

Fuente: Propia en SPSS

De la tabla 63 la significancia de 0.000 en la contrastación de hipótesis mediante la T de student de pares o parejas relacionadas, lleva a rechazar H0 aceptando H1. Se concluye que existe diferencia en el promedio de la eficiencia después de aplicar la metodología six sigma, esta diferencia en el promedio de eficiencia pre test y post test es por la aplicación del six sigma en el proceso productivo del reconstituyente vitamínico. Al haber diferencia se analiza la parte descriptiva de la media donde hubo un incremento positivo de la media de 9.8132%; esto es hubo una mejora de eficiencia por la aplicación del método six sigma.

**Prueba de hipótesis específica eficacia**

H0: No existe diferencia en el promedio de la eficacia después de aplicar la metodología six sigma.

H1: Existe diferencia en el promedio de la eficacia después de aplicar la metodología six sigma.

**Regla:** Aceptamos la H0 y rechazamos la H1 si la significancia  $\geq 0.05$ , de lo contrario rechazamos la H0 y aceptamos la H1.

Tabla 66.- *T de student eficiencia*

**Estadísticas de muestras emparejadas**

|       |                     | Media   | N  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------|---------------------|---------|----|---------------------|-------------------------|
| Par 1 | Eficiencia pretest  | 95,3392 | 12 | 1,25893             | ,36342                  |
|       | Eficiencia posttest | 98,2267 | 12 | ,47042              | ,13580                  |

**Correlaciones de muestras emparejadas**

|       |  | N  | Correlación | Sig. |
|-------|--|----|-------------|------|
| Par 1 | Eficiencia pretest & Eficiencia posttest | 12 | ,058        | ,858 |

**Prueba de muestras emparejadas**

|       | Diferencias emparejadas                  |                     |                         |  |          | t        | gl     | Sig. (bilateral) |      |
|-------|--|---------------------|-------------------------|--|----------|----------|--------|------------------|------|
|       | Media                                    | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |          |        |                  |      |
|       |  |                     |                         | Inferior                                       | Superior |          |        |                  |      |
| Par 1 | Eficiencia pretest – Eficiencia posttest | -2,88750            | 1,31813                 | ,38051   | -3,72500 | -2,05000 | -7,588 | 11               | ,000 |

Fuente: Propia en SPSS

De la tabla 64 se observa una significancia de aproximadamente 0.000 en la prueba de contrastación de hipótesis T de student de pares o parejas relacionadas, por lo que se rechaza H0 y se acepta H1, se concluye que, si existe diferencia en el promedio de la eficacia después de aplicar la metodología six sigma, esta diferencia en el promedio de eficacia pre test y post test se debe a la aplicación de la metodología six sigma en el proceso productivo del reconstituyente vitamínico, como existe diferencia se analiza la parte descriptiva de la media donde hubo un incremento positivo de la media de 3.02886%, en resumen hubo una mejora de eficiencia por la aplicación de la metodología six sigma.

## V. DISCUSIÓN

El objetivo general fue analizar como la metodología six sigma mejoraba la productividad del proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria. Tomándose como referencia lo que señala Medianero (2016, p. 24) respecto a la productividad tenemos que la mismas señala que viene a ser la cantidad de bienes o servicios que se produce por unidad de insumos utilizados. De esta forma respecto a la hipótesis general la contrastación de la mismo evidenció el que se rechazó la hipótesis nula (H0) aceptando la hipótesis alterna (H1) pues la significancia en la prueba T de student de pares relacionados fue aproximadamente 0.000 con diferencia en el promedio de la productividad después de aplicar el six sigma en la fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria. Por la diferencia de las medias en la productividad pre y post test se analizó la parte descriptiva, la media pre y post fueron de 84.6883 % y 95.8458 % observándose un incremento de mejora de 13.1747%. Los resultados obtenidos coinciden con los de Chancas (2018), quien encontró que la productividad mejoró un 8 % luego de aplicar el método seis-sigma consiguiendo ahorros en costos equivalente a S/ 2 141.00 soles en promedio por día y el interés en la empresa en implementar metodologías de mejora continua. El antecedente de comparación al que se hace referencia por las similitudes identificada con la investigación Chancas (2018) ponen de manifiesto que el análisis de la productividad es interés por parte de las empresas del país aunque, de forma inicial como parte del proceso productivo, se presentaron actividades que no estaban orientadas a la mejora de la productividad en términos de reducir el consumo de recursos sino más bien hacia la variabilidad del proceso. Tenemos pues que además de lo señalado, el método six sigma logró la mejora de la productividad. Por otro lado, los hallazgos se asocian con los que obtuvo Uchima (2017), quien producto de la aplicación de la metodología logró mejorar tanto la productividad y la calidad de atención a los clientes , las que están relacionadas directamente con una mayor rentabilidad para la empresa al dar lugar a un mejor aprovechamiento de las horas hombre, maquina, insumos así como el control de la variabilidad en los porcentajes de humedades que otorga beneficios en la reducción de reprocesos hasta un 12%. Este incrementa la productividad en un promedio 28 kg/h, contribuyo

a reducciones en el tiempo de entrega de la unidad de venta de 7 días por contenedor reflejado en la disminución en 4 días respecto a la entrega de la unidad de venta en términos de atender la solicitud del cliente todo ello reflejándose en un incremento de la rentabilidad y un mejor aprovechamiento de las horas hombre, maquina, insumos y el control en la variabilidad de los porcentajes de humedades y la reducción de reprocesos hasta un 12%,

El objetivo específico<sup>1</sup> se propuso analizar como la metodología six sigma mejoraba la eficiencia del proceso de fabricación del reconstituyente vitamínico. Para ello, se estudió lo que señala Medianero (2016, p. 201), la eficiencia es el uso correcto de los recursos de la empresa quien transforma los insumos en productos.

Respecto a la hipótesis específica 1, se rechazó la hipótesis nula (H0) aceptando la hipótesis alterna (H1) pues la significancia en la prueba T de student de pares relacionados fue aproximadamente 0.000. Al haber diferencias en el promedio de la eficiencia después de aplicarse el six sigma en el proceso de fabricación del reconstituyente vitamínico el análisis se hizo con la parte descriptiva de la media en la eficiencia, donde las medias pre y post test fueron de 88.8592% y 97.5792% observándose una mejora de 9.8132%. Los resultados de la investigación coinciden con lo obtenido por Vela (2017) quien encontró que la eficiencia en la organización luego el seis-sigma mejoró desde 83.69% a 87.67%. El antecedente y sus coincidencias con la presente investigación, evidencian que el análisis de la eficiencia se encuentra presente en las empresas peruanas, no obstante, inicialmente el proceso productivo no estaba orientado a la mejora de la eficiencia, existiendo cuellos de botella, se presentaba mucha variabilidad, la capacidad del proceso a corto y largo plazo era menor a 1, se observaba controles no adecuados; aplicando la el six sigma se logró mejorar la eficiencia, balancear la línea de producción, mejoramos los controles, reducimos la variabilidad del proceso y por ende reducimos el consumo de recursos en el proceso productivo.

Como objetivo específico 2 se consideró analizar la metodología six sigma en la mejora de la eficacia del proceso de fabricación del reconstituyente vitamínico. Se analizó el concepto de la eficacia desde la posición de Medianero (2016, p. 38), quien precisa que la misma está definida como los resultados obtenidos entre las

metas que se tenían trazadas. Para la hipótesis específica 2, se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) aceptándose la hipótesis alterna ( $H_1$ ) ya que la significancia en la prueba T de student de pares relacionados fue aproximadamente 0.000 al tenerse diferencia en el promedio de la eficacia después de aplicar esta metodología en el proceso de fabricación del reconstituyente vitamínico. Debido a la diferencia de las medias se analiza la parte descriptiva de la media en la eficacia, la media pre test es 95.3392%, en el post test es 98.2267% se observa una mejora de 3.02886%.

Los resultados de la investigación coinciden con lo obtenido en la tesis de Huamán (2019) quien encontró que la eficacia en la organización luego de aplicar el seis-sigma mejoró en un 2%, la eficacia pre test tenía una media de 96% y post test de 98%. El antecedente y sus coincidencias con la presente investigación, evidencian que el análisis de la eficacia se encuentra presente en las empresas peruanas, no obstante, inicialmente el proceso productivo no estaba orientado a la mejora de la eficacia, el programa maestro de producción no era el adecuado, se observaba controles no adecuados en la producción; aplicando la metodología six sigma se logra mejorar la eficacia, se mejora el programa maestro de producción con sus pronósticos, se calcula el lote económico, el stock de seguridad y se controla el avance del plan maestro de producción.



## **VI. CONCLUSIONES**

1.-Para el objetivo general, se rechazó la hipótesis nula (H0) aceptando la hipótesis alterna (H1). Esto pues en la prueba T de student de pares relacionados la significancia fue de aproximadamente 0.000, mostrándose diferencias en la productividad después de aplicarse el six sigma en el proceso fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria Al tenerse diferencia de las medias se analizó la parte descriptiva de la misma en la productividad, la media pre test fue 84.6883% y , en el post test de 95.8458% con una mejora de 13.1747% en el promedio de la productividad post test.

2.-Respecto al objetivo específico 1, se rechazó Siendo la significancia en la prueba T de student de pares relacionados fue aproximadamente 0.000, se rechazó la hipótesis nula (H0) aceptándose la hipótesis alterna (H1), Al tenerse diferencia en el promedio de la eficiencia después de aplicar la metodología six sigma en el proceso de fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria. Por estas diferencias de las medias se analizó la parte descriptiva de esta en la eficiencia, la media pre y post fueron de 88.8592% y 97.5792% con una mejora de 9.8132%.

3.-Con relación al objetivo específico 2, la hipótesis alterna (H1) fue aceptada pues la significancia para la prueba T de student de pares relacionados fue casi 0.000 y teniéndose diferencias en el promedio de la eficacia después de la aplicación del six sigma en la fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria. Debido a la diferencia de las medias se analizó la parte descriptiva de la misma en la eficacia siendo los valores el pre y post de 95.3392% y 98.2267% con una mejora de 3.02886%.

## VII. RECOMENDACIONES

Respecto a mejora de la productividad se sugiere continuarla ampliándola a otros productos identificados en el diagrama de Pareto por volumen de ingresos generados en ventas sector A.

Con relación a la mejora de la eficiencia se debe analizar el costo beneficio de automatizar el proceso de llenado de cápsulas. En el mercado se ofrecen máquinas encapsuladoras de 400 cápsulas por minuto a US S\$ 20 719, que para una jornada laboral diaria de 7.5 horas permitiría producir 168 000 cápsulas que es mayor a la producción actual de 25 830 cápsulas/día. Se tendría que incrementar las ventas en 6.5 veces u optar por encapsular con la misma máquina otros productos de la familia cápsulas. El flujo de caja se analizaría con el análisis de sensibilidad.

Acerca de la mejora de la eficacia se recomienda destacar en los puestos de trabajo a personal con conocimiento en metodología six sigma obteniendo ventaja competitiva con personal con conocimiento en integrar las expectativas del usuario. Continuar las capacitaciones en mejora continua de procesos al personal de planta y mandos medios a fin de incrementar el conocimiento en calidad de procesos que contribuirá a incrementar la eficacia del proceso productivo.

## REFERENCIAS

ARIAS Donayre, Pedro Florencio (1994). Estudio de Tiempos para el incremento de la Productividad en la U.P.Cobrizza. Informe de Ingeniería para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 152 pp.

ARUMUGAM V., ANTONY Jiju y LINDERMAN Kevin. The influence of challenging goals and structured method on Six Sigma project performance: A mediated moderation analysis [en línea]. Sciencedirect, 2016. 35 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221716301503>

BAENA Paz, Guillermina. Metodología de la investigación. 3ª ed. México: GRUPO EDITORIAL PATRIA, 2017. 157 pp. ISBN: 978-607-744-748-1

BUNGE, Mario. Epistemología. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1976. 270 pp. ISBN: 978-958-771-395-4.

CABRERA, Edgard. La gestión de operaciones y de la producción. Québec: OPM Systems Inc, 1999. 480 pp. ISBN: 2-9802687-0-4

COSTA J.P., LOPES I.S. y BRITO J. P. Six Sigma application for quality improvement of the pin insertion process [en línea]. Sciencedirect, 2019. 8 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235197892030127X>

COSTA T., SILVA F.J.G. y FERREIRA L. Pinto. Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology [en línea]. Sciencedirect, 2017. 8 pp. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917308090>

CHANCAS Quispe, Gladys. Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la productividad en la fabricación de pañales, Lima, 2018 [en línea]. Universidad

César Vallejo, 2018. 101 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021].  
Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34999/Chancas\\_QG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34999/Chancas_QG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CHASE Richard B. y JACOBS F. ROBERT. Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros. 13ª ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014. 810 pp. ISBN: 978-607-15-1004-4.

ERBIYIK Hikmet y SARU Muhsine. Six Sigma Implementations in Supply Chain: An Application for an Automotive Subsidiary Industry in Bursa in Turkey [en línea]. Scimedirect, 2015. 10 pp. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021].  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815039269>

ERDIL, Nadiye O., AKTAS, Can B. y ARANI Omid M. Embedding sustainability in lean six sigma efforts [en línea]. Scimedirect, 2018. 10 pp. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618320158>

ERTÜRK Muzaffer y TUERDI Muhemmetali. The Effects of Six Sigma Approach on Business Performance: A Study of White Goods (home appliances) Sector in Turkey [en línea]. Scimedirect, 2016. 9 pp. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816310898>

EVALUATING collaboration productivity in interdisciplinary product development por Guenther Schuh [et al] [en línea]. Scimedirect, 2018. 6 pp. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118300891>

ESCALANTE Vásquez, Edgardo J. Seis-Sigma: Metodología y técnicas. 2da edición. México: Editorial LIMUSA, 2013. 608 pp. ISBN: 978-607-05-0448-8

GARG Anshula, RAINA Kalhan y RICHA Sharma. Reducing soldering defects in mobile phone manufacturing company: A DMAIC approach [en línea]. International Conference on Mechanical and Energy Technologies, 2019. 11 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/748/1/012027>

GHIO Castillo, Virgilio. Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 500 pp.  
ISBN: 9972424170.

GRIMA Cintas Pere, ALMAGRO Lluís Marco. Estadística con MINITAB. Aplicaciones para el control y la mejora de la calidad. Madrid: IBERGARCETA PUBLICACIONES, S.L, 2011. 216 pp.  
ISBN: 978-84-9281-239-4.

HEIZER Render. Principios de Administración de Operaciones. 9ª. ed. México: PEARSON, 2014. 748 pp.  
ISBN: 978-607-32-2336-2.

HERNÁNDEZ-Sampieri Roberto y MENDOZA Torres Christian Paulina. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill Education, 2018. 754 pp.  
ISBN: 978-1-4562-6096-5.

HUAMÁN Choque, Placido. Seis Sigma para Mejora de la productividad en la Fabricación de Pañales de la Línea Nazca, Santa Clara 2019 [en línea]. Universidad César Vallejo, 2019. 111 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40465/Huaman CP.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40465/Huaman_CP.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

IMPROVING manufacturing productivity by combining cognitive engineering and

lean-six sigma methods por Frank Gleeson [et al]. Sciencedirect, 2019. 6 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119304743>

LEVERAGING Lean Six Sigma: Reducing defects and rejections in filter manufacturing industry por Prateek Guleria [et al]. Sciencedirect, 2021. 8 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321026201>

MEDIANERO Burga, David. PRODUCTIVIDAD TOTAL. Teoría y métodos de medición. Lima: Editorial MACRO, 2016. 290 pp. ISBN: 978-612-304-415-2.

MESSAGE Costa Luana Bonome y GODINHO Filho Moacir, FREDENDALL Lawrence D. y GÓMEZ Paredes Fernando José. Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review [en línea]. Sciencedirect, 2018. 35 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224418301730>

NANDAKUMAR Nikhil, SALEESHYA P.G. y HARIKUMAR Priya (2020). Bottleneck Identification and Process Improvement By Lean Six Sigma DMAIC Methodology [en línea]. Sciencedirect, 2020. 8 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320330583>

NIEBEL Benjamín W. Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12ª. ed. México: Mac Graw Hill, 2009. 615 pp. ISBN: 978-970-10-6962-2.

PRANAVI V. y UMASANKAR V. Application of Six Sigma approach on hood outer panel to reduce the defect in painting peel off [en línea]. Sciencedirect, 2021. 8 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321011871>

PRODUCTIVITY evaluation of radiologists interpreting computed tomography scans using statistical process control charts por Felipe Soares Torres. [en línea].

Sciencedirect, 2021. 7 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021].  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899707121000747>

PRODUCTIVITY Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh por Abdul Moktadir. [en línea]. ResearchGate, 2017. 11 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/315463070\\_Productivity\\_Improvement\\_by\\_Work\\_Study\\_Technique\\_A\\_Case\\_on\\_Leather\\_Products\\_Industry\\_of\\_Bangladesh](https://www.researchgate.net/publication/315463070_Productivity_Improvement_by_Work_Study_Technique_A_Case_on_Leather_Products_Industry_of_Bangladesh)

PUGNA Adrian, NEGREA Romeo y MICLEA Serban. Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process in an Automotive Company [en línea]. Sciencedirect, 2016. 9 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021].  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816301938>

RODRÍGUEZ Castillejo Walter y VALDEZ Cáceres Doris. Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construcción, Trenchless, CYCLONE, EZStrobe, BIM. Lima: Editorial culturaabierta E.I.R.L, 2016. 500 pp. ISBN: 9786124821307.

SÁNCHEZ Espejo Francisco G. El instrumento y su estadística en una tesis. Arequipa: Centrum Legalis EIRL, 2022. 544 pp. ISBN: 978-612-48174-4-1

SÁNCHEZ Espejo Francisco G. Estadística digital. Arequipa: Centrum Legalis EIRL, 2020. 319 pp. ISBN: 978-612-48174-1-0

SÁNCHEZ Espejo Francisco G. Guía de tesis y proyectos de investigación. Arequipa: Centrum Legalis EIRL, 2019. 390 pp. ISBN: 978-612-00-4519-0

SINDHA Nirav y SUTHAR Kinjal. Review on Implementation of Six Sigma DMAIC Methodology in Manufacturing Industries [en línea]. ResearchGate, 2017. 4 pp.

[Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/320611803\\_Review\\_on\\_Implementation\\_of\\_Six\\_Sigma\\_DMAIC\\_Methodology\\_in\\_Manufacturing\\_Industries](https://www.researchgate.net/publication/320611803_Review_on_Implementation_of_Six_Sigma_DMAIC_Methodology_in_Manufacturing_Industries)

SITHOLE Cindy, GIBSON Ian y HOEKSTRA Sipke. Evaluation of the applicability of design for six sigma to metal additive manufacturing technology [en línea]. Scimedirect, 2021. 6 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121005035>

SIX sigma versus lean manufacturing – An overview por O.M. IKUMAPAYI [en línea]. Scimedirect, 2020. 7 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320324202>

SMĘTKOWSKA Monika y MRUGALSKA Beata. Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study [en línea]. Scimedirect, 2018. 8 pp. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042818300697>

SOCCONINI Luis y REATO Carlo. LEAN SIX SIGMA. Sistema de gestión para liderar empresas. Barcelona: Marge Books, 2019. 209 pp.  
ISBN: 9788417903015

SOCCONINI Luis. Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios. 2.<sup>a</sup> ed. México D.F: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 2016. 456 pp.  
ISBN: 9789587781007

SWAIN Ajaya K. y CAO Qing Ray, GARDNER William L. Six Sigma success: Looking through authentic leadership and behavioral integrity theoretical lenses [en línea]. Scimedirect, 2020. 13 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214716018300058>



SRINIVASAN K., MUTHU S., PRASAD N.K. y SATHEESH G. Reduction of paint line defects in shock absorber through Six Sigma DMAIC phases [en línea]. Sciencedirect, 2015. 10 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814033955>

TRIOLA, Mario F. Estadística. 12ª ed. México: Pearson, 2018. 891 pp. ISBN: 978-607-32-4378-0.

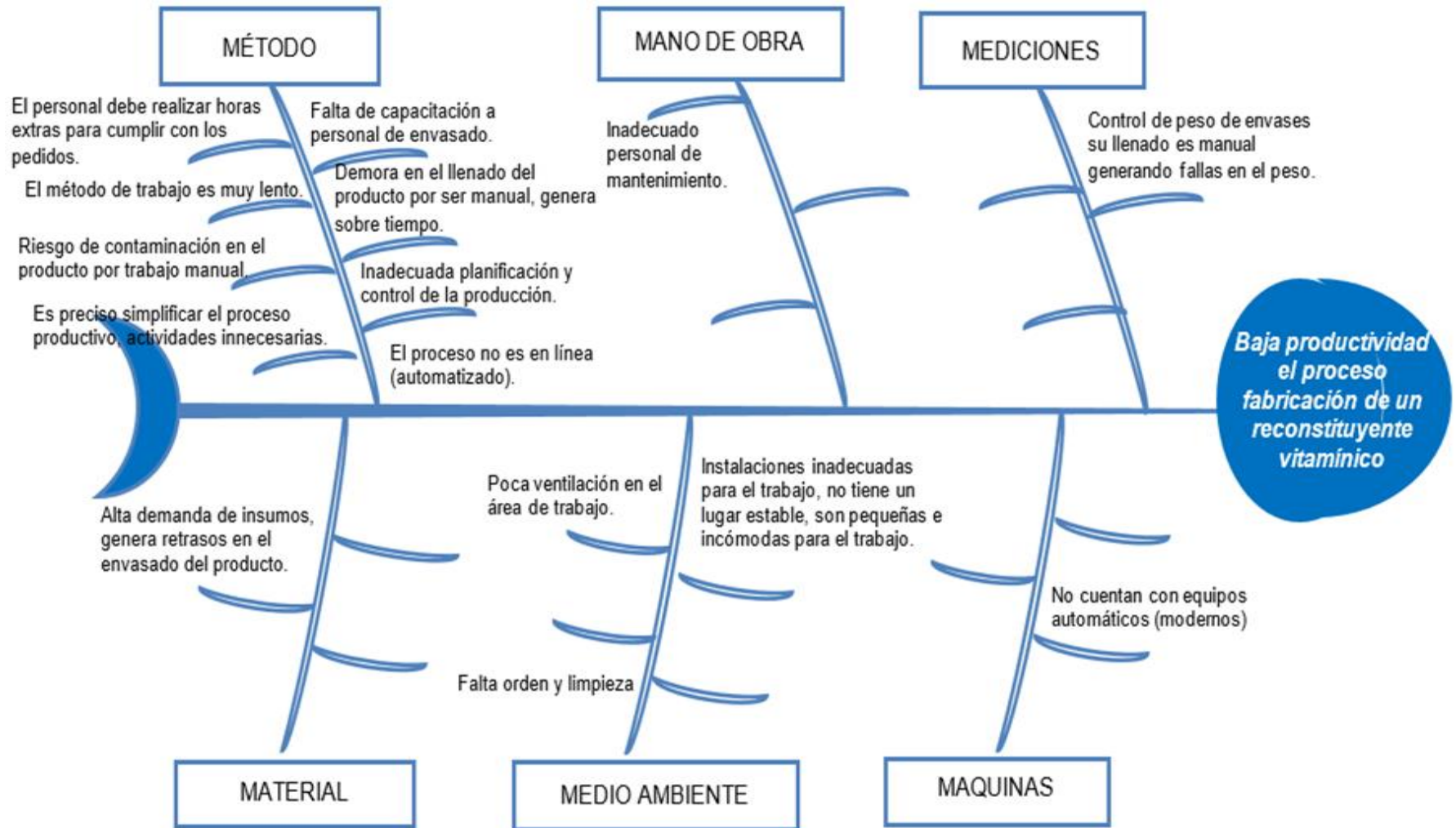
USE of Lean Six Sigma methodology shows reduction of inpatient waiting time for peripherally inserted central catheter placement por J.P. Hynes [en línea]. Sciencedirect, 2019. 5 pp. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009926019302193>

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2ª. ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L, 2013. 368 pp. ISBN: 978-612-302-878-7

VELA Flores, Donny Steve. Aplicación de six sigma para mejorar la Productividad en el área de curvado de la empresa AGP PERÚ SAC, Lima-Cercado, 2017 [en línea]. Universidad César Vallejo, 2017. 172 pp. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13223>

## **ANEXOS**

# ANEXO 1. DIAGRAMA DE ISHIKAWA



## ANEXO 2. MATRIZ DE CORRELACIÓN DE VESTER

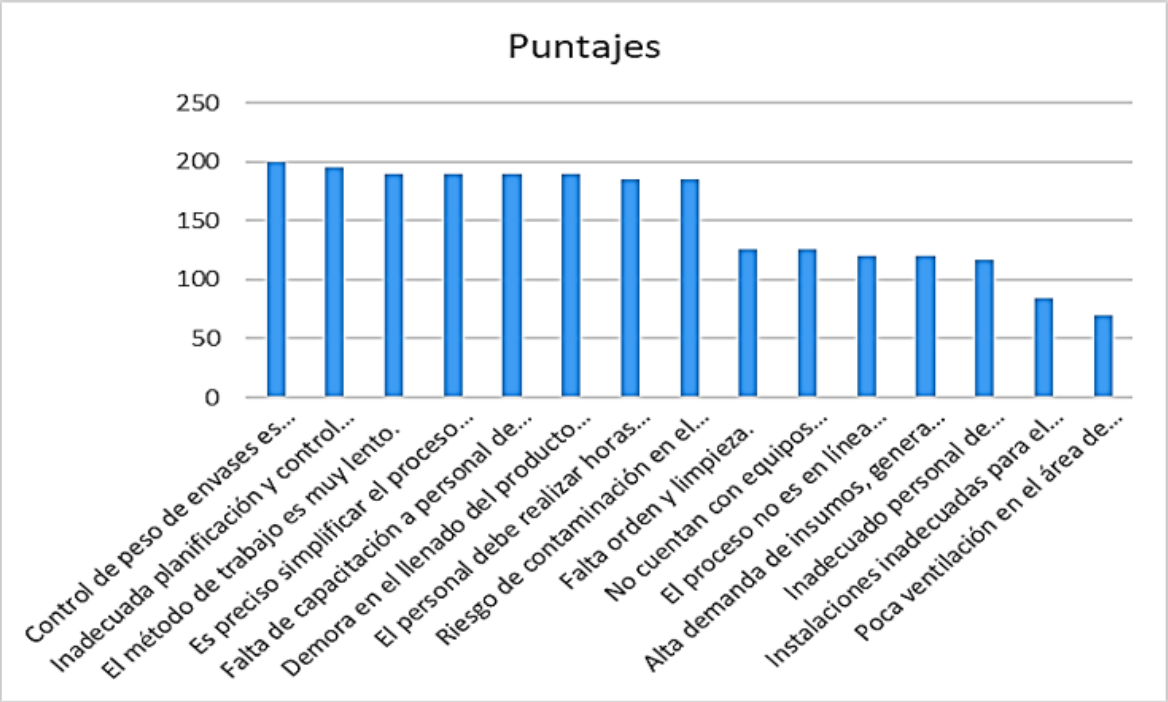
| Causas que originan baja productividad |   | C1  | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C09 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | Puntaje de influencia | ALTA INFLUENCIA  | 3 |
|--|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|------------------|---|
| 1                                      | El personal debe realizar horas extras para cumplir con los pedidos.  | C1  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 37                    | MEDIA INFLUENCIA | 2 |
| 2                                      | El método de trabajo es muy lento.  | C2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 38                    | BAJA INFLUENCIA  | 1 |
| 3                                      | Riesgo de contaminación en el producto por trabajo manual.  | C3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 37                    | NULA INFLUENCIA  | 0 |
| 4                                      | Es preciso simplificar el proceso productivo, actividades innecesarias.   | C4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 38                    |                  |   |
| 5                                      | Falta de capacitación a personal de envasado.   | C5  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 38                    |                  |   |
| 6                                      | Demora en el llenado del producto por ser manual, genera sobre tiempo.  | C6  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 2   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 38                    |                  |   |
| 7                                      | Inadecuada planificación y control de la producción   | C7  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 39                    |                  |   |
| 8                                      | El proceso no es en línea (automatizado).   | C8  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3   | 40                    |                  |   |
| 9                                      | Inadecuado personal de mantenimiento.   | C9  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3   | 39                    |                  |   |
| 10                                     | Control de peso de envases es manual generando fallas en el peso  | C10 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3   | 40                    |                  |   |
| 11                                     | Alta demanda de insumos, genera retrasos en el envasado del producto.   | C12 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 1   | 3   | 3   | 3   | 40                    |                  |   |
| 12                                     | Poca ventilación en el área de trabajo.   | C13 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 14                    |                  |   |
| 13                                     | Falta orden y limpieza.   | C14 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 42                    |                  |   |
| 14                                     | Instalaciones inadecuadas para el trabajo, no tiene un lugar estable, son pequeñas e incómodas para el trabajo. | C15 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 28                    |                  |   |
| 15                                     | No cuentan con equipos automáticos (modernos).  | C16 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 42                    |                  |   |
| Total de Dependencia                   |   |     | 37 | 39 | 38 | 39 | 39 | 39 | 39 | 33  | 39  | 39  | 19  | 39  | 33  | 39  | 550                   |                  |   |

### ANEXO 3. PUNTAJE DE PRIORIZACIÓN

|   | je de<br>influ<br>encia | Frec<br>uenc<br>ia | Punta<br>je<br>total |
|---|-------------------------|--------------------|----------------------|
| Causas que originan el problema   |                         |                    |                      |
| El personal debe realizar horas extras para cumplir con los pedidos.  | 37                      | 5                  | 185                  |
| El método de trabajo es muy lento.  | 38                      | 5                  | 190                  |
| Riesgo de contaminación en el producto por trabajo manual.  | 37                      | 5                  | 185                  |
| Es preciso simplificar el proceso productivo, actividades innecesarias.   | 38                      | 5                  | 190                  |
| Falta de capacitación a personal de envasado.   | 38                      | 5                  | 190                  |
| Demora en el llenado del producto por ser manual, genera sobre tiempo.  | 38                      | 5                  | 190                  |
| Inadecuada planificación y control de la producción   | 39                      | 5                  | 195                  |
| El proceso no es en línea (automatizado).   | 40                      | 3                  | 120                  |
| Inadecuado personal de mantenimiento.   | 39                      | 3                  | 117                  |
| Control de peso de envases es manual generando fallas   | 40                      | 5                  | 200                  |
| Alta demanda de insumos, genera retrasos en el envasado del producto.   | 40                      | 3                  | 120                  |
| Poca ventilación en el área de trabajo.   | 14                      | 5                  | 70                   |
| Falta orden y limpieza.   | 42                      | 3                  | 126                  |
| Instalaciones inadecuadas para el trabajo, no tiene un lugar estable, son pequeñas e incómodas para el trabajo. | 28                      | 3                  | 84                   |
| No cuentan con equipos automáticos (modernos).  | 42                      | 3                  | 126                  |

| Frecu<br>encia | Puntaj<br>e |
|----------------|-------------|
| Alta           | 5           |
| Me dia         | 3           |
| Baja           | 1           |

ANEXO 4. DIAGRAMA DE BARRAS DE PUNTAJES DE PRIORIZACIÓN



## ANEXO 5. ENCUESTA PARA ESTABLECER LOS VALORES DE FRECUENCIAS

| Causas que originan el problema  | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | Total | Frecuencia |
|--|----|----|----|----|----|----|-------|------------|
| El personal debe realizar horas extras para cumplir con los pedidos.   | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  | 27    | 5          |
| El método de trabajo es muy lento.                                     | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 30    | 5          |
| Riesgo de contaminación en el producto                                 | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 27    | 5          |
| Es preciso simplificar el proceso                                      | 4  | 3  | 4  | 3  | 3  | 4  | 21    | 5          |
| Falta de capacitación a personal de                                    | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 30    | 5          |
| Demora en el llenado del producto por ser manual, genera sobre tiempo. | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 30    | 5          |
| Inadecuada planificación y control de la                               | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 30    | 5          |
| El proceso no es en línea (automatizado).                              | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 12    | 3          |
| Inadecuado personal de mantenimiento.                                  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 12    | 3          |
| Control de peso de envases es manual generando fallas en el peso       | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 30    | 5          |
| Alta demanda de insumos, genera retrasos en el envasado del producto.  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 18    | 3          |
| Poca ventilación en el área de trabajo.                                | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 18    | 5          |
| Falta orden y limpieza.  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 18    | 3          |
| no tiene un lugar estable, son pequeñas e incómodas para el trabajo.   | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 18    | 3          |
| No cuentan con equipos automáticos                                     | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 18    | 3          |

| Frecuencia | Puntaje |
|------------|---------|
| Muy Alta   | 5       |
| Alta       | 4       |
| Media      | 3       |
| Media Baja | 2       |
| Baja       | 1       |

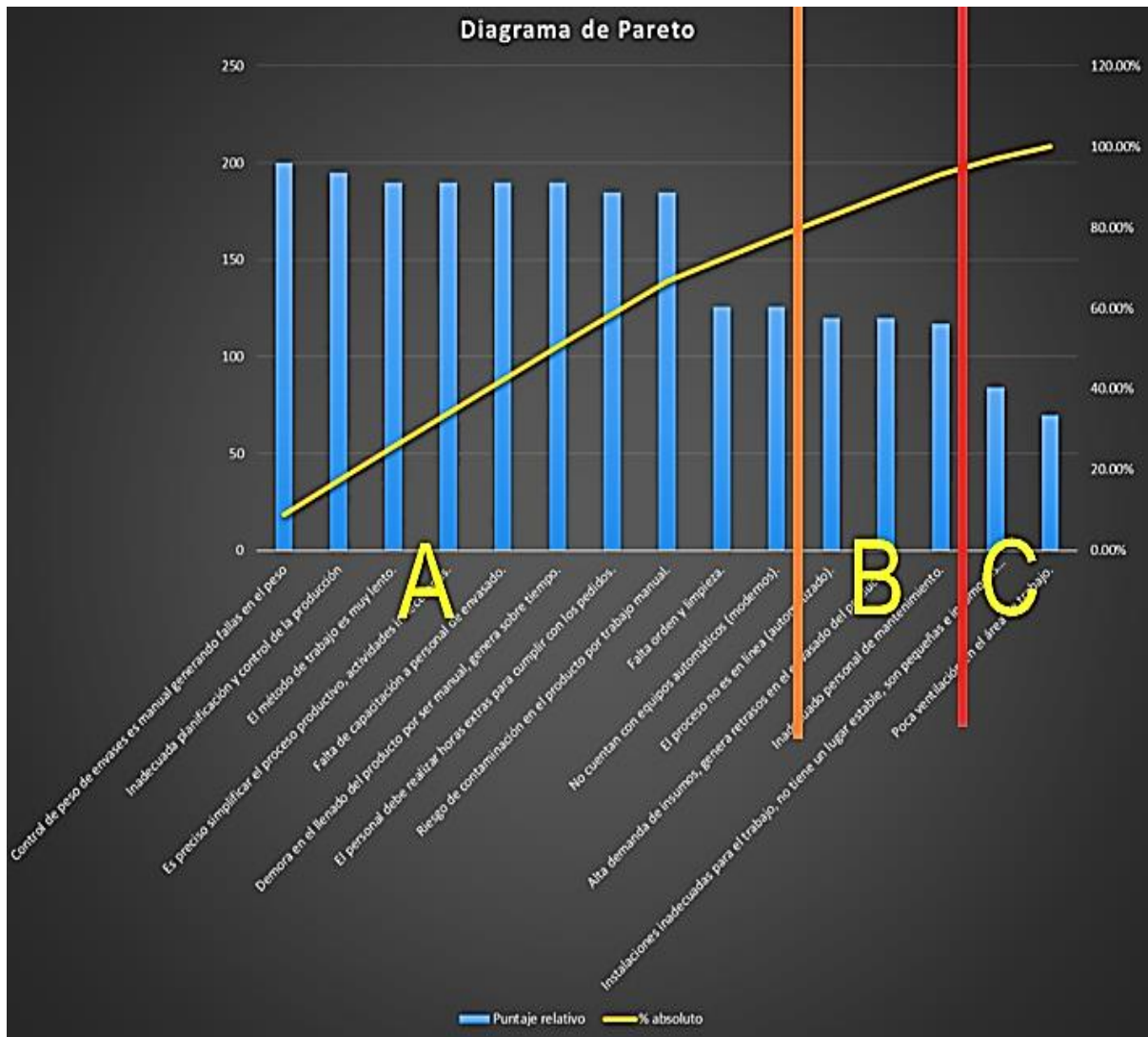
| Rangos | Mínimo | Máximo | Frecuencia | Puntaje |
|--------|--------|--------|------------|---------|
| Alta   | 19     | 30     | Alta       | 5       |
| Media  | 7      | 18     | Media      | 3       |
| Baja   | 1      | 6      | Baja       | 1       |

## ANEXO 6. TABULACIÓN DE PUNTAJES

| Problemas   | Puntaje relativo | Puntaje absoluto | % relativo | % absoluto |
|---|------------------|------------------|------------|------------|
| Control de peso de envases es manual generando fallas en el peso  | 200              | 200              | 8.74%      | 8.74%      |
| Inadecuada planificación y control de la producción   | 195              | 395              | 8.52%      | 17.26%     |
| El método de trabajo es muy lento.  | 190              | 585              | 8.30%      | 25.57%     |
| Es preciso simplificar el proceso productivo, actividades innecesarias.   | 190              | 775              | 8.30%      | 33.87%     |
| Falta de capacitación a personal de envasado.   | 190              | 965              | 8.30%      | 42.18%     |
| Demora en el llenado del producto por ser manual, genera sobre tiempo   | 190              | 1155             | 8.30%      | 50.48%     |
| El personal debe realizar horas extras para cumplir con los pedidos.  | 185              | 1340             | 8.09%      | 58.57%     |
| Riesgo de contaminación en el producto por trabajo manual.  | 185              | 1525             | 8.09%      | 66.65%     |
| Falta orden y limpieza.   | 126              | 1651             | 5.51%      | 72.16%     |
| No cuentan con equipos automáticos (modemos).   | 126              | 1777             | 5.51%      | 77.67%     |
| El proceso no es en línea (automatizado).   | 120              | 1897             | 5.24%      | 82.91%     |
| Alta demanda de insumos, genera retrasos en el envasado del producto.   | 120              | 2017             | 5.24%      | 88.16%     |
| Inadecuado personal de mantenimiento.   | 117              | 2134             | 5.11%      | 93.27%     |
| Instalaciones inadecuadas para el trabajo, no tiene un lugar estable, son pequeñas e incómodas para el trabajo. | 84               | 2218             | 3.67%      | 96.94%     |
| Poca ventilación en el área de trabajo.   | 70               | 2288             | 3.06%      | 100.00%    |



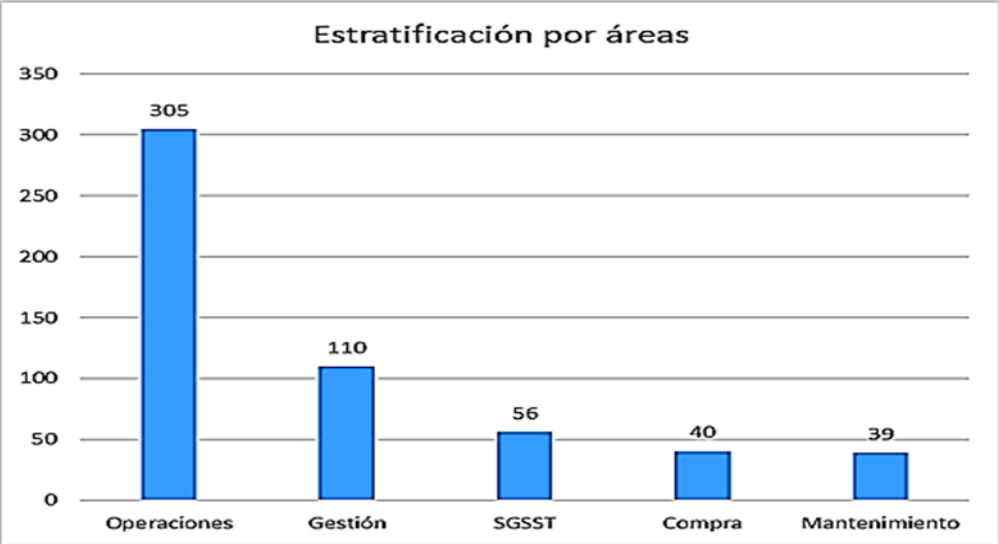
## ANEXO 7. DIAGRAMA DE PARETO



## ANEXO 8. TABLA DE ESTRATIFICACIÓN DE LAS CAUSAS POR ÁREAS

| Causas que originan incumplimiento de despacho  | Puntaje de influencia |               |
|---|-----------------------|---------------|
| El personal debe realizar horas extras para cumplir con los pedidos.  | 37                    | Producción    |
| El método de trabajo es muy lento.  | 38                    |               |
| Riesgo de contaminación en el producto por trabajo manual.  | 37                    |               |
| Es preciso simplificar el proceso productivo, actividades innecesarias.   | 38                    |               |
| Falta de capacitación a personal de envasado.   | 38                    |               |
| Demora en el llenado del producto por ser manual, genera sobre tiempo.  | 38                    |               |
| Inadecuada planificación y control de la producción   | 39                    |               |
| Control de peso de envases es manual generando fallas en el peso  | 40                    |               |
| El proceso no es en línea (automatizado).   | 40                    | Gestión       |
| Instalaciones inadecuadas para el trabajo, no tiene un lugar estable, son pequeñas e incómodas para el trabajo. | 28                    |               |
| No cuentan con equipos automáticos (modernos).  | 42                    |               |
| Poca ventilación en el área de trabajo.   | 14                    | SGSST         |
| Falta orden y limpieza.   | 42                    |               |
| Alta demanda de insumos, genera retrasos en el envasado del producto.   | 40                    | Compra        |
|   |                       |               |
| Inadecuado personal de mantenimiento.   | 39                    | Mantenimiento |

**ANEXO 9. DIAGRAMA ESTRATIFICACIÓN DE LAS CAUSAS POR ÁREAS**



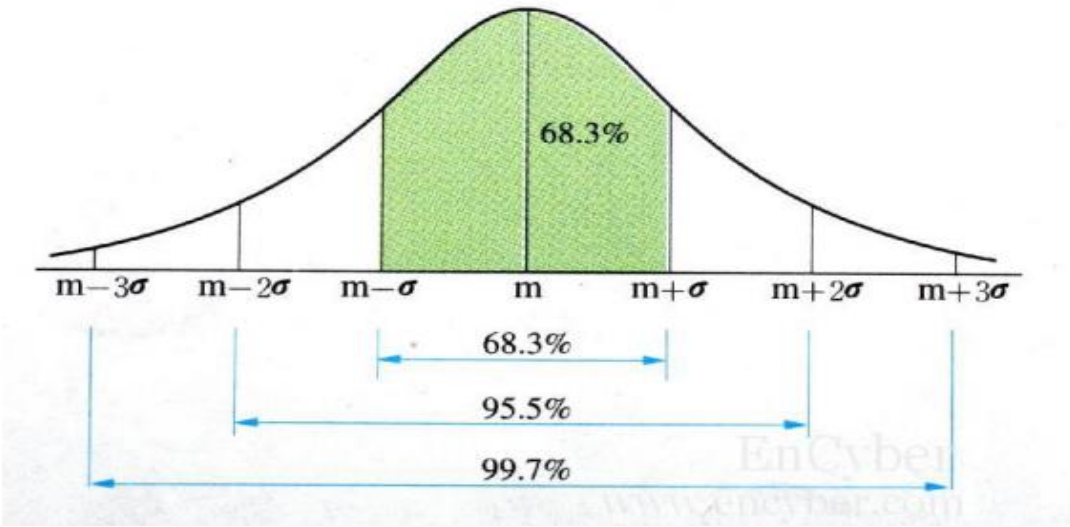
## ANEXO 10. MATRIZ ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

| ALTERNATIVAS  | CRITERIOS                  |                     |                         |                      | Total |
|---|----------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|-------|
|   | Solución a la problemática | Costo de aplicación | Facilidad de aplicación | Tiempo de aplicación |       |
| Seis Sigma  | 2                          | 1                   | 2                       | 1                    | 6     |
| Lean manufacturing  | 2                          | 1                   | 1                       | 1                    | 5     |
| 5S  | 1                          | 1                   | 1                       | 1                    | 4     |
| No bueno (0)-Bueno(1)-Muy Bueno(2)                          |                            |                     |                         |                      |       |
| Los criterios fueron establecidos con el jefe de producción |                            |                     |                         |                      |       |

## ANEXO 11. MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE LAS CAUSAS A RESOLVER

| Consolidación de causas por área | Medición | Mano de Obra | Materia prima | Ambiente | Métodos | Nivel de Criticidad | Total de problemas | Porcentaje | Impacto | Calificación | Prioridad | Medidas a tomar            |
|----------------------------------|----------|--------------|---------------|----------|---------|---------------------|--------------------|------------|---------|--------------|-----------|----------------------------|
| Operaciones                      | 0        | 0            | 0             | 0        | 305     | ALTO                | 305                | 51.5%      | 8       | 2440         | 1         | Tiempo estándar, six sigma |
| Gestión                          | 42       | 0            | 0             | 0        | 110     | MEDIO               | 152                | 25.7%      | 5       | 760          | 2         | Automatización             |
| SGSST                            | 0        | 0            | 0             | 0        | 56      | BAJO                | 56                 | 9.5%       | 1       | 56           | 3         | Programa SGSST             |
| Mantenimiento                    | 0        | 0            | 0             | 0        | 39      | MEDIO               | 39                 | 6.6%       | 3       | 117          | 4         | Gestión talento humano     |
| Compra                           | 0        | 0            | 0             | 0        | 40      | MEDIO               | 40                 | 6.8%       | 3       | 120          | 5         | Gestión de proveedores     |
| Total de problemas               | 42       | 0            | 0             | 0        | 550     |                     | 592                | 100.0%     |         |              |           |                            |

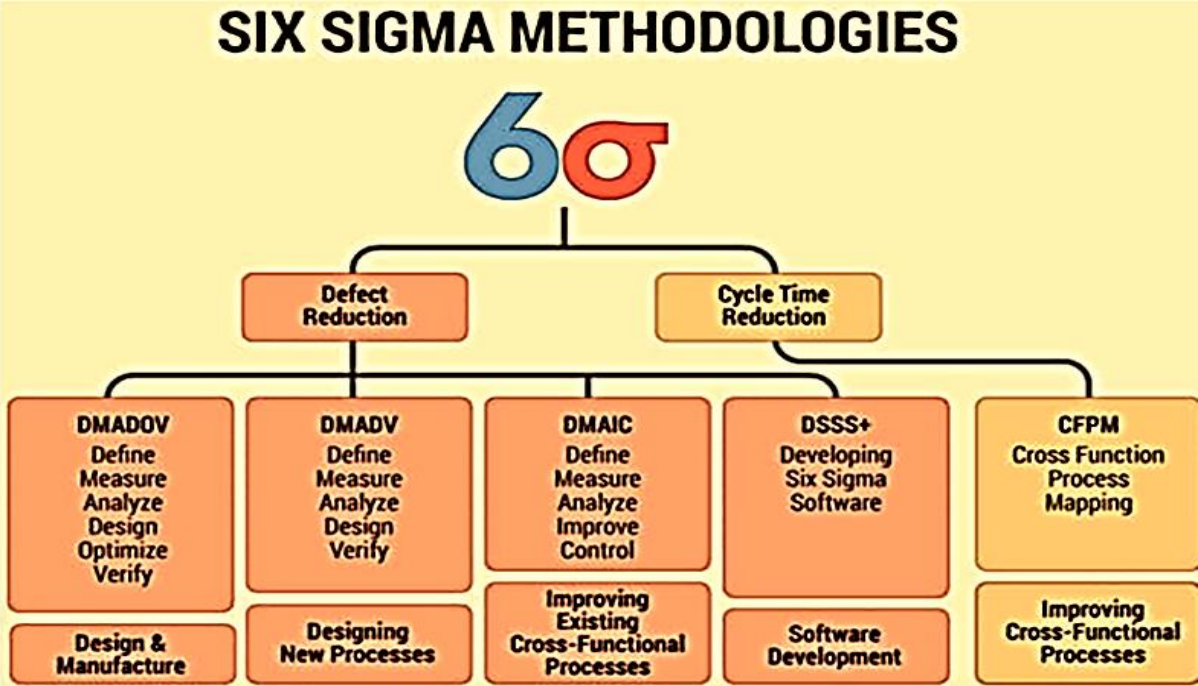
**ANEXO 12. PORCENTAJES DE DISTRIBUCIÓN DE 6 SIGMA**



**ANEXO 13. RECIENTOS DE FALLOS POR MILLÓN DE PRODUCTOS EN NIVELES DE VARIOS SIGMA**

| <b>Sigma (<math>\sigma</math>)</b> | <b>Fallas por millón de productos</b> |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 2                                  | 308537                                |
| 3                                  | 660807                                |
| 3.5                                | 22750                                 |
| 4                                  | 6210                                  |
| 4.5                                | 1350                                  |
| 5                                  | 233                                   |
| 5.5                                | 32                                    |
| 6                                  | 3.4                                   |

ANEXO 14. SIX SIGMA METHODOLOGIES





**ANEXO 15. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

| <b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</b>       |   |   |                    |  |               |
|---|---|---|--------------------|--|---------------|
| <b>VARIABLE</b>                           | <b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>  | <b>DEFINICION OPERACIONAL</b>   | <b>DIMENSIONES</b> | <b>INDICADORES</b>   | <b>ESCALA</b> |
| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE SIX SIGMA</b>   | <p>Para Socconini (2016):<br/>                     “Six sigma es una filosofía de negocios enfocada en la satisfacción del cliente.<br/>                     “Cuando la variación disminuye, la calidad mejora”. W. Deming” (p.20).<br/>                     Six Sigma comenzó en la manufactura como un enfoque para reducir los niveles de defectos a sólo algunas partes por millón. Six Sigma representa un nivel de calidad de máximo de 3 defectos por millón de oportunidades (3 dpmo) (p.21).<br/>                     “Six sigma es igual a calidad, soluciona problemas, genera procesos sin variación, disminuye el rediseño e incrementa la innovación de productos y procesos” (p.23).</p> | <p>El six sigma se llevará a cabo mediante la aplicación de la metodología DMAIC (Definir, medir analizar, mejorar, controlar) se emplearán como instrumentos: Project charter, diagrama de causa y efecto, diagrama de Pareto, diagramas de flujo, los gráficos de control, VSM, histogramas, brainstorming, AMEF (procesos), hojas de verificación, análisis de sistemas de medición (MSA), dibujo de ensamble, hojas de verificación, DOE (Diseño de experimentos) (Nandakumar, Saleeshya y Harikumar, 2020)</p> | <b>DEFINIR</b>     | $\text{Definir procesos} = \frac{\text{Procesos definidos}}{\text{Total de procesos}}$                             | Razón         |
|   |   |   | <b>MEDIR</b>       | $\text{Valor agregado} = \frac{\text{Actividades que agregan valor}}{\text{Total de actividades}}$                 | Razón         |
|   |   |   | <b>ANALIZAR</b>    | $\text{Selección de problemas} = \frac{\text{Total de defectos críticos}}{\text{Total de defectos identificados}}$ | Razón         |
|   |   |   | <b>MEJORAR</b>     | $\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{\text{Soluciones óptimas}}{\text{Total de soluciones planteadas}}$          | Razón         |
|   |   |   | <b>CONTROLAR</b>   | $\text{Estandarizar} = \frac{\text{Procesos estandarizados documentados}}{\text{Total de procesos}}$               | Razón         |
| <b>VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD</b> | <p>Medianero nos dice, la productividad se define como la cantidad de bienes o servicios producidos por unidad de insumos utilizados (p.24, 2016).</p>  | <p>La productividad se medirá en unidades producidas por unidad de tiempo controlando la eficiencia en el empleo de recursos y la eficacia logrando los objetivos trazados, el instrumento a utilizar será la ficha de registro de la productividad Schuh <i>et al</i> (2018, p.2).</p>   | <b>EFICIENCIA</b>  | $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo Real}}$   | Razón         |
|   |   |   | <b>EFICACIA</b>    | $\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{producción planificada}}$                                   | Razón         |



## FORMATO DE CONTROL DE TIEMPO

INVESTIGADOR

AREA

PRODUCTO

PROCESO DE OBSERVACION

INSTRUMENTO

FECHA

| PROCESO | NOMBRE DEL OPERARIO | HORA DE INICIO (HI) | HORA FINAL (HF) | AVANCE (DCM) | TIEMPO TRABAJO |
|---------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------|----------------|
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |
|         |                     |                     |                 |              |                |

TIEMPO TOTAL

Fuente: Elaboración propia

Cronometro para la toma de tiempos



Formatos de recolección

|                         |                            |                                      |                   |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| <b>Elaborado por:</b>   |                            |                                      |                   |
| <b>Fecha:</b>           |                            |                                      |                   |
| <b>Supervisado por:</b> |                            |                                      |                   |
| <b>Aprobado por:</b>    |                            |                                      |                   |
| <b>Área:</b>            |                            |                                      |                   |
| <b>FÓRMULA</b>          |                            | <b><u>Tiempo Utilizado</u> * 100</b> |                   |
|                         |                            | <b>Tiempo Programado</b>             |                   |
| <b>Mes</b>              | <b>Producción Planeada</b> | <b>Producción Real</b>               | <b>Eficiencia</b> |
|                         |                            |                                      |                   |
|                         |                            |                                      |                   |
|                         |                            |                                      |                   |
|                         |                            |                                      |                   |
|                         |                            |                                      |                   |
| <b>PROMEDIO</b>         |                            |                                      |                   |
| Supervisado por         |                            | Área:                                |                   |







# ANEXO 17. DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: **METODOLOGIA SIX SIGMA**

| Nº | DIMENSIONES / ítems  | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|    |  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1  | Definir procesos = $\frac{\text{Procesos definidos}}{\text{Total de procesos}}$                              | ✓                        |    | ✓                       |    | ✓                     |    |             |
| 2  | Valor agregado = $\frac{\text{Actividades que agregan valor}}{\text{Total de actividades}}$                  | ✓                        |    | ✓                       |    | ✓                     |    |             |
| 3  | Selección de problemas = $\frac{\text{Total de problemas críticos}}{\text{Total de defectos identificados}}$ | ✓                        |    | ✓                       |    | ✓                     |    |             |
| 4  | Desarrollo del trabajo = $\frac{\text{Soluciones óptimas}}{\text{Total de soluciones planteadas}}$           | ✓                        |    | ✓                       |    | ✓                     |    |             |
| 5  | Estandarizar = $\frac{\text{Procesos estandarizados documentados}}{\text{Total de procesos}}$                | ✓                        |    | ✓                       |    | ✓                     |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [ X ]**      **Aplicable después de corregir [ ]**      **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez valida: **Gil Sandoval Héctor Antonio DNI: 03684198**

Especialidad del validador: **Maestro en ciencias con mención en ingeniería industrial**

27 de mayo del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
 \_\_\_\_\_  
**Firma del Experto Informante.**



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:**
**PRODUCTIVIDAD**

| N° | DIMENSIONES / Items   | Pertinencia | Relevancia | Claridad | Sugerencias |
|----|---|-------------|------------|----------|-------------|
|    |   | 1           | 2          | 3        |             |
|    | <b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>   |             |            |          |             |
| 1  | $Eficiencia = \frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo real}}$       | ✓           | ✓          | ✓        |             |
|    | <b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>   |             |            |          |             |
| 2  | $Eficacia = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción planificada}}$ | ✓           | ✓          | ✓        |             |

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [ X ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador:** Gil Sandoval Héctor Antonio

**DNI:** 03684198

**Especialidad del validador:** Maestro en ciencias con mención en ingeniería industrial

**27 de mayo del 2022**
**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

  
 \_\_\_\_\_  
**Firma del Experto Informante.**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: METODOLOGIA SIX SIGMA**

| N° | DIMENSIONES / ítems  | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|    |  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1  | $\text{Definir procesos} = \frac{\text{Procesos definidos}}{\text{Total de procesos}}$   | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 2  | $\text{Valor agregado} = \frac{\text{Actividades que agregan valor}}{\text{Total de actividades}}$   | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 3  | $\frac{\text{Selección de problemas}}{\text{Total de problemas críticos}} = \frac{\text{Total de defectos identificados}}{\text{Total de defectos identificados}}$ | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 4  | $\frac{\text{Desarrollo del trabajo}}{\text{Soluciones óptimas}} = \frac{\text{Total de soluciones planteadas}}{\text{Total de soluciones planteadas}}$            | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 5  | $\frac{\text{Estandarizar}}{\text{Procesos estandarizados documentados}} = \frac{\text{Total de procesos}}{\text{Total de procesos}}$                              | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [ X ]**      **Aplicable después de corregir [ ]**      **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: **Dávila Laguna Ronald**      DNI: **22423025**

Especialidad del validador: **...Ingeniero Industrial.....**

08 de junio del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar el componente o dimensión específicos del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

A

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

PRODUCTIVIDAD

| Nº | DIMENSIONES / ítems   | Pertinencia |  | Relevancia |  | Claridad |  | Sugerencias |
|----|---|-------------|--|------------|--|----------|--|-------------|
|    |   | 1           |  | 2          |  | 3        |  |             |
|    | DIMENSIÓN 1 Eficiencia  |             |  |            |  |          |  |             |
| 1  | $Eficiencia = \frac{\text{Tiempo Planificado}}{\text{Tiempo Real}}$       | X           |  | X          |  | X        |  |             |
|    | DIMENSIÓN 2 Eficacia  |             |  |            |  |          |  |             |
| 2  | $Eficacia = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción planificada}}$ | X           |  | X          |  | X        |  |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. ...Dávila Laguna Ronald..... DNI: ...22423025.....

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial.....

08 De junio del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específicos del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



.....  
Firma del Experto Informante.

A

| N° | DIMENSIONES / items  | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|    |  | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
| 1  | Definir procesos = $\frac{\text{Procesos definidos}}{\text{Total de procesos}}$                              | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 2  | Valor agregado = $\frac{\text{Actividades que agregan valor}}{\text{Total de actividades}}$                  | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 3  | Selección de problemas = $\frac{\text{Total de problemas críticos}}{\text{Total de defectos identificados}}$ | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 4  | Desarrollo del trabajo = $\frac{\text{Soluciones óptimas}}{\text{Total de soluciones planteadas}}$           | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
| 5  | Estandarizar = $\frac{\text{Procesos estandarizados documentados}}{\text{Total de procesos}}$                | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sin observaciones

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez valida: Munsibay Muñoa Manuel Alberto DNI: 06185121

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial y Doctor en Gestión Pública y Gobernabilidad

27 de Mayo del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar el componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



\_\_\_\_\_  
Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:**
**PRODUCTIVIDAD**

| Nº | DIMENSIONES / ítems   | Pertinencia <sup>1</sup> |    | Relevancia <sup>2</sup> |    | Claridad <sup>3</sup> |    | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
|    |   | Si                       | No | Si                      | No | Si                    | No |             |
|    | <b>DIMENSIÓN 1 Eficiencia</b>   |                          |    |                         |    |                       |    |             |
| 1  | <i>Eficiencia = <math>\frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo real}}</math></i>       | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |
|    | <b>DIMENSIÓN 2 Eficacia</b>   |                          |    |                         |    |                       |    |             |
| 2  | <i>Eficacia = <math>\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Planificada}}</math></i> | X                        |    | X                       |    | X                     |    |             |

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): Sin Observaciones**
**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [ X ]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador:** Munsibay Muñoa Manuel Alberto DNI: 06185121

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial y Doctor en Gestión Pública y Gobernabilidad

27. de Mayo del 2022

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar el componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



 .....  
**Firma del Experto Informante.**

## ANEXO 18. BAREMO DE PEARSON

**Correlación:** Prueba estadística para analizar la relación entre dos variables, es decir, la correspondencia o conexión que existe entre dos variables analizadas.

**Interpretación:** el coeficiente de correlación ( $r$ ) puede variar de  $-1.00$  a  $+1.00$ , donde:

$-1.00$  = correlación negativa perfecta. ("A mayor X, menor Y", de manera proporcional. Es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y disminuye siempre una cantidad constante). Esto también se aplica "a menor X, mayor Y".

$-0.90$  = Correlación negativa muy fuerte.

$-0.75$  = Correlación negativa considerable.

$-0.50$  = Correlación negativa media.

$-0.25$  = Correlación negativa débil.

$-0.10$  = Correlación negativa muy débil.

$0.00$  = No existe correlación alguna entre las variables.

$+0.10$  = Correlación positiva muy débil.

$+0.25$  = Correlación positiva débil.

$+0.50$  = Correlación positiva media.

$+0.75$  = Correlación positiva considerable.

$+0.90$  = Correlación positiva muy fuerte.

$+1.00$  = Correlación positiva perfecta ("A mayor X, mayor Y" o "a menor X, menor Y", de manera proporcional. Cada vez que X aumenta, Y aumenta siempre una cantidad constante).

## ANEXO 19. PROCES DMAIC Y LAS HERRAMIENTAS EN CADA FASE

| Project Charter      | Instrumentos  |
|----------------------|---|
| Definir (D)          | Project charter, Process mapping, SIPOC, árbol crítico para la calidad (CTQ).   |
| Medir (M)            | Evaluar el sistema de medición, el tiempo Takt, la recopilación de datos, estimar la capacidad del proceso, repetibilidad y reproducibilidad del indicador ANOVA. |
| Analizar (A)         | Identificar la causa raíz del defecto, diagrama de espina de pescado, 5 porqués, prueba de hipótesis. DOE.  |
| Mejorar: Improve (I) | Encuentre la solución, implemente cambios para mejorar el rendimiento, análisis de modos y efectos de falla del proceso, balance de carga.                        |
| Control (C)          | Establecer un sistema para mantener las ganancias, documentación, Control estadístico de procesos, comparación antes y después, aprendizaje clave.                |

# AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN Y PUBLICACIÓN

## AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo, EDISON RONALD VERA VASQUEZ identificado con DNI 18901661, en mi calidad de: Jefe de Control de Calidad de la empresa **Laboratorios Biomont S.A.** con R.U.C. N°20100278708, ubicada en la Av. Industrial 182-184 Distrito de Ate, Provincia de Lima.

### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A la señora, BETSABÉ MEDINA BOCANEGRA, identificada con DNI N° 41712350, de la Carrera profesional Ingeniería Industrial, para que utilice información de la empresa:

\* **Six sigma para mejorar la productividad en el proceso fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria, Lima 2022**.\*

con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Informe estadístico, ( ) Trabajo de Investigación, (x) Tesis para optar el Título Profesional( ), Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

(x) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

( ) Mencionar el nombre de la empresa.

**Laboratorios Biomont S.A.**

  
-----  
G.F. Edison R. Vera Vasquez  
C.D.S. N° 02895  
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 18901661

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
-----  
Firma del Estudiante

DNI: 41712350



Lima, 27 de Mayo de 2022.

Señor (a):  
**Vera Vásquez Edison Ronald**  
**Jefe de Control De Calidad**

**Laboratorio Biomont S.A**

Presente.-

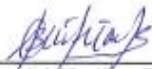
Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del X ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines netamente académicos /de obtención de mi título profesional al finalizar mi carrera.

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: "Six sigma para mejorar la productividad en el proceso fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria, Lima 2022". En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información y publicación, en caso de que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

**Betsabe Medina Bocanegra**  
**DNI 41712350**

## ANEXO 21. HEPATIN CAPS



## ANEXO 22. INSTRUCTIVO DE TRABAJO MANEJO DE LA TABLA MILITAR ESTÁNDAR

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO(IT)</b>             |  | <b>PAGINA:</b> 1 de 6<br><b>CÓDIGO:</b> ICC.048<br><b>VERSIÓN:</b> 01<br><b>VIGENTE DESDE:</b> 12/03/2022<br><b>VIGENTE HASTA:</b> 12/03/2025 |
| <b>MANEJO DE LA TABLA MILITAR ESTÁNDAR</b>    |  |   |
| ELABORADO POR:                                | REVISADO POR                                   | APROBADO POR:   |
| FIRMA/FECHA:                                  | FIRMA/FECHA:                                   | FIRMA/FECHA:  |
| Supervisor de Control de Calidad<br>(SC<br>C) | Supervisor de Aseguramiento de la calidad(SAC) | Jefe de Control de Calidad<br>(JCC)   |

### 1. CUADRO INTRODUCTORIO:

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>RESUMEN:</b> | Documento que detalla los pasos a seguir para realizar el correcto manejo de la Table Millitar Estándar cada vez que se requiera.   |
| <b>ALCANCE:</b> | Aplica para el muestreo e inspección de todos los ingresos de materias primas, materiales de envase, materiales de empaque e inspecciones de productos semiterminados, productos terminados y productos importados. |

### 2. OBJETIVO:

Establecer en forma detallada los pasos a seguir para la realización del uso de la tabla millitar estándar, a fin de garantizar contar con una muestra representativa del muestreo de los insumos e inspecciones de productos terminados.

### 3. GENERALIDADES: No Aplica.

### 4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

Muestra: Conjunto de una o más unidades de producto tomados de un lote y dirigidos a proveer información del lote.

Inspección: Es el proceso de medir, examinar, comparar la unidad del producto, con la finalidad de determinar su aprobación o rechazo según especificaciones.

Tamaño de lote: número de unidades de producto en un lote.

Lote: Cantidad de insumo o producto cuya principal característica es la homogeneidad.

Plan de Muestreo: Indica el número de unidades de producto a inspeccionar en cada lote, así como el criterio para la aceptación o rechazo de dicho lote (mediante números de aceptación o rechazo). El plan de muestreo viene definido por el nivel de Calidad Aceptable (AQL) y Letra Código.

Nivel de Calidad Aceptable (NCA): Llamado también AQL "Acceptable Quality Level. Es el máximo porcentaje de unidades defectuosas (o número máximo de defectos en 100 unidades) para que una muestra pueda considerarse conforme según la inspección realizada.

Defecto: Se considera como defecto toda desviación inaceptable de una característica encontrada respecto a la especificada y "defectuoso" la unidad que presenta uno o más defectos.

## **5. RESPONSABILIDADES:**

**CAPACITACIÓN Y SUPERVISIÓN:** El jefe y supervisor de control de calidad son responsables de capacitar a los analistas y técnicos analistas de control de calidad y de supervisar el cumplimiento de las pautas indicadas en el presente instructivo.

**EJECUCIÓN:** Los analistas y técnicos analistas de control de calidad son los responsables de realizar el manejo de la tablea militar estándar y de cumplir obligatoriamente las pautas indicadas en el presente instructivo.

**VERIFICACIÓN:** Es responsabilidad del área de aseguramiento de la calidad verificar el cumplimiento de las pautas indicadas en el presente instructivo.

## **6. INSTRUCCIONES:**

### **6.1 Niveles de inspección:**

Nivel I o Nivel Reducida: Se emplea cuando la calidad del insumo o producto en un determinado número de entregas es suficientemente buena.

Nivel II o Nivel Normal: Se emplea cuando se tiene un conocimiento definido de la calidad.

Nivel III o Nivel Rigurosa: Se emplea cuando la calidad del insumo o producto en un determinado número de entregas no es satisfactoria.

### **6.2 Instrucciones de uso de la tabla militar standard**

- ✓ Elegir el nivel de inspección:


El área de control de calidad de laboratorios, aplicará los niveles de inspección normal y rigurosa según se indique en el presente instructivo

Los cambios de nivel de inspección se realizarán de acuerdo con los siguientes criterios:

- De Normal a rigurosa: Se está aplicando el nivel de inspección normal, se cambia a inspección rigurosa cuando 2 de 5 lotes consecutivos han sido rechazados en la inspección normal.
  - De Rigurosa a normal: Se está aplicando el nivel de inspección rigurosa, se cambia a inspección normal cuando 5 lotes consecutivos han sido aprobados en la inspección rigurosa.
- ✓ Según la cantidad indicada en el documento requerido, ubicar en la tabla I, el tamaño del lote.
  - ✓ En la columna del nivel de inspección elegido, encontrar la letra código apropiada para el tamaño de lote seleccionado.
  - ✓ Según la letra del nivel de inspección seleccionado, determinamos en la tabla II el tamaño de la muestra.
  - ✓ Por ejemplo, supongamos que un tamaño de lote  $N= 2000$  unidades y según procedimiento se tiene que inspeccionar un Nivel II o Normal. Por lo tanto, el tamaño de muestra a inspeccionar o muestrear es la letra código K y la cantidad de 125.
  - ✓ Luego se procede a muestrear o inspeccionar.

Tabla I.

| Tamaño del lote o carga | Niveles de inspección especiales |     |     |     | Niveles de inspección |          |     |
|-------------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------|----------|-----|
|                         | S-1                              | S-2 | S-3 | S-4 | I                     | II       | III |
| 2 a 8                   | A                                | A   | A   | A   | A                     | A        | B   |
| 9 a 15                  | A                                | A   | A   | A   | A                     | B        | C   |
| 16 a 25                 | A                                | A   | B   | B   | B                     | C        | D   |
| 26 a 50                 | A                                | B   | B   | C   | C                     | C        | D   |
| 51 a 90                 | B                                | B   | C   | C   | C                     | D        | E   |
| 91 a 150                | B                                | B   | C   | D   | D                     | E        | F   |
| 151 a 280               | B                                | C   | D   | D   | E                     | F        | G   |
| 281 a 500               | B                                | C   | D   | E   | F                     | G        | H   |
| 501 a 1 200             | C                                | C   | E   | F   | G                     | H        | J   |
| <u>1 201 a 3 200</u>    | C                                | D   | B   | G   | H                     | <u>K</u> | L   |
| 3 201 a 10 000          | C                                | D   | F   | G   | J                     | L        | M   |
| 10 001 a 35 000         | C                                | D   | F   | H   | K                     | M        | N   |
| 35 001 a 150 000        | D                                | E   | G   | J   | L                     | N        | P   |
| 150 001 a 500 000       | D                                | E   | G   | K   | M                     | P        | R   |
| 500 001 en adelante     | D                                | E   | H   | K   | N                     | Q        | R   |



La letra código será: K

Tabla II

Tabla para la inspección normal - muestreo único (MIL, STD 105E)

| Lítra nel código para el tamaño de la muestra | Tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptables (inspección normal) |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
|---|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|----|--|--|
|   |                      | 0.010   | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |    |    |  |  |
|   |                      | Ac  | Re    | Ac    | Re    | Ac    | Re   | Ac   | Re   | Ac   | Re   | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac  | Re  | Ac  | Re  | Ac  | Re   | Ac | Re |  |  |
| A   | 2                    |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| B   | 3                    |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| C   | 5                    |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| D   | 8                    |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| E   | 13                   |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| F   | 20                   |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| G   | 32                   |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| H   | 50                   |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| J   | 80                   |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| K   | 125                  |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| L   | 200                  |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| M   | 315                  |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| N   | 500                  |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| P   | 800                  |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| Q   | 1250                 |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |
| R   | 2000                 |   |       |       |       |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |      |    |    |  |  |

↑ = Usarel primer plan debajo de la flecha  
 ↓ = Usarel primer plan arriba de la flecha  
 AC = Número de aceptación  
 Re = Número de rechazo

- ✓ Las muestras se extraen proporcionalmente de las unidades de embalaje seleccionadas, efectuándose esta selección al azar y sin tomar en cuenta su calidad, para lo cual se fija como unidad de muestreo la unidad de embalaje.
- ✓ Para poder evaluar un defecto de acuerdo con la influencia que ejerce sobre los criterios de calidad, es preciso conocer el efecto que produce. Por esta razón, los defectos son clasificados en categorías y a cada una de ellas se le otorga un porcentaje de defectuosidad límite, así:
  - **Defecto Crítico:** Es el defecto que puede poner en riesgo la salud de las personas o la integridad del mismo producto. Se considera también defecto crítico, cualquier incumplimiento de los requisitos legales normados por la autoridad Sanitaria.
  - **Defecto Mayor:** Es el defecto que, sin ser crítico, tiene la probabilidad de ocasionar una fallao de reducir materialmente la utilidad del producto para el fin al que se le destina.
  - **Defecto Menor:** Es el defecto que no reduce materialmente la utilidad del producto en cuantoa su finalidad.
- ✓ La evaluación de los defectos se observa en los niveles aceptables de calidad (AQL) que se asignan a cada una de las categorías de defectos. El AQL para:
  - Defectos críticos = 0,01%
  - Defectos mayores = 1,5%
  - Defectos menores = 4,0%



## 7. DISTRIBUCIÓN:

| ÁREA                           | FORMA                 |
|--------------------------------|-----------------------|
| Gerencia General               | Electrónica,<br>Papel |
| Gerencia de Planta             | Electrónica           |
| Aseguramiento de la<br>Calidad | Papel                 |
| Control de Calidad             | Papel                 |

## 8. HISTORIA DE MODIFICACIONES:

| Versión | Fecha    | Cambios Efectuados |
|---------|----------|--------------------|
| 01      | 12.03.22 | Nuevo Instructivo  |

## 9. REFERENCIA:

DS-021-2018-SA Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de Productos Farmacéuticos. Ministeriode Salud-DIGEMID.

NTP- ISO 2859-1. 2009 procedimiento de muestreo para inspección por atributos.

## 10. REGISTROS Y/O ANEXOS: No aplica.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GIL SANDOVAL HECTOR ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Six sigma para mejorar la productividad en el proceso fabricación de un reconstituyente vitamínico de una industria veterinaria, Lima 2022", cuyo autor es MEDINA BOCANEGRA BETSABE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 25 de Junio del 2022

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>  | <b>Firma</b>   |
|---|--|
| GIL SANDOVAL HECTOR ANTONIO<br><b>DNI:</b> 03684198<br><b>ORCID:</b> 0000000152888281 | Firmado electrónicamente<br>por: HAGILS el 25-06-<br>2022 11:44:23 |

Código documento Trilce: TRI - 0310622