



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**ANÁLISIS DE FALLAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE
TRIGO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA
EMPRESA “MOLINOS MIRAFLORES S.A.”**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

ÁREA: Industrial y manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales y Producción

AUTOR: Álvaro Alfonso Analuiza Maiza

TUTOR: Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.

Ambato – Ecuador

Octubre – 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: “ANÁLISIS DE FALLAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE TRIGO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A.”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Alvaro Alfonso Analuiza Maiza, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, octubre 2020.

LUIS ALBERTO
MORALES
PERRAZO

Firmado digitalmente
por LUIS ALBERTO
MORALES PERRAZO
Fecha: 2020.09.26
10:47:46 -05'00'

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “ANÁLISIS DE FALLAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE TRIGO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A.”, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, octubre 2020.



Álvaro Alfonso Analuiza Maiza

C.C: 180473128-7

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Alvaro Alfonso Analuiza Maiza, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado: “ANÁLISIS DE FALLAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE TRIGO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A.”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, octubre 2020.



Firmado electrónicamente por:
**ELSA PILAR
URRUTIA**

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**ALEXIS
REINALDO
SANCHEZ MINO**

Ing. Alexis Sánchez, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

**CHRISTIAN
ISMAEL ORTIZ
SAILEMA**

Firmado digitalmente
por CHRISTIAN
ISMAEL ORTIZ
SAILEMA
Fecha: 2020.09.25
21:30:37 -05'00'

Ing. Christian Ortiz, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, octubre 2020.



Álvaro Alfonso Analuiza Maiza

C.C: 180473128-7

AUTOR

DEDICATORIA

Con todo el cariño y sinceridad dedico este trabajo a mis padres, los cuales con su apoyo, cariño y paciencia me han brindado su apoyo, cariño y motivación para lograr un objetivo profesional y de gran importancia para mis metas futuras.

A mis herman@s quienes estuvieron junto a mi apoyándome en cualquier circunstancia presentado a lo largo de mi formación.

A mis amigos y compañeros quienes fueron parte de mi camino con acciones que han permitido formarme profesionalmente y personalmente.

Álvaro Alfonso Analuiza Maiza

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la vida, salud y el acompañamiento de mis seres queridos que en cualquier situación han estado de mi lado, siendo un pilar fundamental.

A mi padre Alfonso y mi madre Beatriz, quienes con sus enseñanzas y valores inculcados han logrado de mí, más que ser un profesional, ser una persona con valores y principios de bien para la sociedad.

A mis hermanos y hermanas, quienes han sido parte esencial durante toda mi formación personal y profesional, con sus ocurrencias, adversidades y apoyos incondicionales.

A mis profesores, quienes me han brindado todos sus conocimientos y saberes que serán de gran aporte para mi vida profesional.

A la empresa “Molinos Miraflores S.A” y su personal, por la apertura a sus instalaciones y colaboración permitieron el desarrollo del proyecto presentado.

Álvaro Alfonso Analuiza Maiza

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Tema de investigación.....	3
1.2. Antecedentes investigativos	3
Contextualización del problema	3
Fundamentación teórica.....	5
Proceso de producción	5
Calidad	8
Variación	8
Six Sigma.....	9
Metodología DMAIC.....	9
Herramientas del Six Sigma.....	10
1.3. Objetivos	38
Objetivo general	38

Objetivos específicos.....	38
CAPÍTULO II	39
METODOLOGÍA	39
2.1. Materiales	39
2.2. Métodos	40
Enfoque de la investigación.....	40
Modalidad de la investigación	40
Investigación bibliográfica o documental	40
Investigación de campo.....	40
Investigación transversal.....	40
Población y muestra.....	41
Recolección de información	42
Procesamiento y análisis de datos.....	45
CAPÍTULO III	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1. Análisis y discusión de resultados.....	48
Antecedentes generales.....	48
Datos generales de la empresa.....	49
Organigrama funcional	50
Productos ofertados.....	51
Levantamiento del proceso productivo.....	54
Diagrama de flujo.....	54
Descripción del proceso	58
Cursograma analítico del proceso productivo.....	70
Gráfico ABC para especificación del producto a estudiar.....	75

Evaluaciones de los niveles de calidad en el proceso de producción	78
DEFINIR	78
MEDIR	111
ANALIZAR	155
MEJORAR	171
CAPÍTULO IV	235
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	235
4.1. Conclusiones	235
4.2. Recomendaciones	238
ANEXOS	247

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología utilizada en el proceso de producción.....	6
Tabla 2. Símbolos utilizados en cursogramas analíticos de proceso	6
Tabla 3. Patrones de la carta de control	20
Tabla 4. Guia de determinación del índice Cp.....	23
Tabla 5. Calidad Sigma de largo y corto plazo	26
Tabla 6. Parámetros y calificaciones para la severidad del efecto de la falla	30
Tabla 7. Parámetros para la evaluación de la probabilidad de ocurrencia.....	31
Tabla 8. Parámetros para la evaluación de la oportunidad de detección de causas potenciales.....	32
Tabla 9. Estados en los que se puede encontrar un proceso.....	33
Tabla 10. Actividades para un proceso tipo D (Inestable y capaz).....	34
Tabla 11. Actividades para un proceso tipo B (estable pero incapaz)	35
Tabla 12. Actividades recomendadas para un proceso tipo A (estable y capaz)	36
Tabla 13. Lista de materiales empleados en la metodología.....	39
Tabla 14. Tamaño de muestra para el análisis.	41
Tabla 15. Técnicas y herramientas utilizadas en la investigación.	43
Tabla 16. Procesamiento y análisis de datos basados en la metodología DMAIC.	45
Tabla 17. Matriz de de datos informativos de la empresa.....	49
Tabla 18. Productos ofertados por la empresa Molinos Miraflores S.A.....	51
Tabla 19. Cursograma analítico del proceso de producción	70
Tabla 20. Productos ofertados en un periodo determinado.....	75
Tabla 21. Resultados de % de valorización y % de consumo.....	75
Tabla 22. Resultados de % de consumo y participación acumulados.....	76
Tabla 23. Resultados obtenidos tras el análisis ABC.....	77
Tabla 24. Áreas generales de producción.	79
Tabla 25. 5W - 1H empleado en el área de recepción.	80
Tabla 26. 5W - 1H empleado en el área de acondicionado.....	83
Tabla 27. 5W - 1H empleado en el área molido y cernido.	85
Tabla 28. 5W - 1H empleado en el área envasado.....	87

Tabla 29. Cuantificación de defectos en el área de recepción de materia prima	91
Tabla 30. Datos recolectados para Pareto de segundo nivel (recepción).....	92
Tabla 31. Cuantificación de defectos en el área de acondicionado.....	96
Tabla 32. Cuantificación de defectos en el área de molienda y cernido.	97
Tabla 33. Cuantificación de defectos en el área de envasado.	99
Tabla 34. Datos recolectados para Pareto de segundo nivel (envasado).....	100
Tabla 35. Defectos pocos vitales de cada obtenidos tras aplicación de Pareto.....	104
Tabla 36. Detalle de fallos en las áreas de producción de harina de trigo.	105
Tabla 37. Variables críticas de estudio.	111
Tabla 38. Datos para la elaboración de cartas individuales (% de humedad).....	112
Tabla 39. Datos para la elaboración de cartas individuales (% de materias extrañas)...	115
Tabla 40. Datos para la elaboración de cartas individuales (% de gluten húmedo).....	118
Tabla 41. Datos para la elaboración de cartas individuales (peso helectrolítico).	121
Tabla 42. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R.....	124
Tabla 43. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (proteína).....	128
Tabla 44. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (gluten).	132
Tabla 45. Datos utilizados para elaborar gráfica de control tipo P (envasado).....	136
Tabla 46. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (gluten).	140
Tabla 47. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (UCDS).	144
Tabla 48. Datos para la elaboración de cartas individuales (índice de caída).....	148
Tabla 49. Datos para la elaboración de cartas individuales (granulometría).	151
Tabla 50. Cuadro resumen de evaluación de línea base del proceso productivo de harina de trigo.	154
Tabla 51. Análisis de modo y efecto de fallas del proceso productivo.....	166
Tabla 52. Porcentajes del nivel de riesgo y escala del NPR.	169
Tabla 53. Acciones correctivas a problemas presentes en el proceso productivo de harina de trigo.	172
Tabla 54. Recomendaciones para mejoramiento de recepción de materia prima.	176
Tabla 55. Perfil para supervisor de calidad en la empresa "Molinos Miraflores S.A". .	179
Tabla 56. Características de programa de capacitación.	179
Tabla 57. Prendas de protección personal para conservar higiene en el proceso de	

producción de harina de trigo.....	182
Tabla 58. Procedimiento técnico de lavado de manos.	183
Tabla 59. Procedimiento para desinfección y limpieza de suelas.....	184
Tabla 60. Fuentes de contaminación para personal y proceso productivo.....	186
Tabla 61. Tipos de limpieza a considerar.....	188
Tabla 62. Lista de recursos y materiales usados para higiene del personal.	190
Tabla 63. Máquinas y equipos en el proceso productivo de harina de trigo.....	194
Tabla 64. Hoja recomendada para el registro de equipos, maquinaria o sistemas.....	195
Tabla 65. Formato para control de periodicidad tiempo de uso.....	197
Tabla 66. Tipos de mantenimiento de máquinas industriales [77].....	198
Tabla 67. Formato de recolección de información.....	200
Tabla 68. Formato de costos directos e indirectos para la ejecución del programa de mantenimiento.....	201
Tabla 69. Planificación de mantenimiento para equipos, máquinas y sistemas.....	202
Tabla 70. Acciones de mejora para evitar problemas imprevistos de equipos de análisis de calidad.	203
Tabla 71. Procedimiento de control de calidad en el área de recepción.	206
Tabla 72. Procedimiento de control de calidad en el área de acondicionado.	211
Tabla 73. Procedimiento de control de calidad en el área de molienda y cernido.....	216
Tabla 74. Procedimiento de control de calidad en el área de envasado.....	221
Tabla 75. Acciones de mejora para evitar problemas que afecten la calidad del trigo. .	226
Tabla 76. Medios de control para propuestas de mejora recomendadas.....	228

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Elementos de una carta de control	12
Fig 2. Cambios significativos de la media del proceso, carta X.	13
Fig 3. Variación de la amplitud del proceso, carta R.....	14
Fig 4. Esquema de diagrama de Ishikawa en base a las 6 M'S	28
Fig 5. Esquema de diagrama de Ishikawa de flujo del proceso.	28
Fig 6. Esquema de diagrama de Ishikawa de estratificación de causas.	29
Fig 7. Tipos de AMEF.	30
Fig 8. Organigrama funcional de la empresa Molinos Miraflores S. A.....	50
Fig 9. Diagrama de flujo general de proceso producción en la empresa Molinos Miraflores S.A.....	55
Fig 10. Área de depósito con rejilla metálica de cernido y pesado de materia prima.....	59
Fig 11. Área de pre - limpieza en pantalla HMI y escombros presentes en el trigo.	60
Fig 12. Visualización de la pantalla HMI de los silos de almacenamiento externos.....	61
Fig 13. Visualización de los silos de almacenamiento internos en la pantalla HMI.....	62
Fig 14. Maquinaria en el área de limpieza y piedras obtenidas de la máquina despedradora.	63
Fig 15. Equipo humectador automático SATH.....	63
Fig 16. Tolva metálica de reposo 2.	64
Fig 17. Molino con cilindros estriados y cilindros lisos.	65
Fig 18. Cilindros metálicos para máquinas molineras.	66
Fig 19. Plansifter o cernidor.....	67
Fig 20. Equipo dosificador automático.	68
Fig 21. Visualización HMI de silos de almacenamiento de producto terminado.	68
Fig 22. Envasado y etiquetado del producto final.....	69
Fig 23. Bodega de producto terminado.	70
Fig 24. Gráfica ABC de productos en la empresa Molinos Miraflores.	76
Fig 25. Diagrama de Pareto del área de recepción de materia prima.....	91
Fig 26. Diagrama de Pareto de segundo nivel de exceso de humedad en recepción	93
Fig 27. Diagrama de Pareto de segundo nivel de en presencia de materias extrañas en	

recepción.	94
Fig 28. Diagrama de Pareto de segundo nivel d defectos de grano en recepción.	95
Fig 29. Diagrama de Pareto del área de acondicionado.	96
Fig 30. Diagrama de Pareto del área de cernido.	98
Fig 31. Diagrama de Pareto del área de envasado.	99
Fig 32. Diagrama de Pareto de segundo nivel de exceso de humedad (Envasado).	101
Fig 33. Diagrama de Pareto de segundo nivel de contenido de unidad inadecuado (Envasado).....	102
Fig 34. Diagrama de Pareto de segundo nivel de unidades descocidas (Envasado).	103
Fig 35. Carta de control individual para la variable humedad (recepción).	113
Fig 36. Capacidad del proceso de la variable humedad en Minitab (recepción).	114
Fig 37. Carta de control individual para la variable materias extrañas (recepción).....	116
Fig 38. Capacidad del proceso de la variable materias extrañas en Minitab.	117
Fig 39. Carta de control individual para la variable gluten húmedo (recepción).....	119
Fig 40. Capacidad del proceso de la variable gluten húmedo en Minitab.	120
Fig 41. Carta de control individual para la variable peso electrolítico (recepción).	122
Fig 42. Capacidad del proceso de la variable peso helectrolítico en Minitab.....	123
Fig 43. Carta de control de medias (<i>X</i>) para la variable humedad.....	125
Fig 44. Carta de control de rangos (<i>R</i>) para la variable humedad.	126
Fig 45. Capacidad del proceso de la variable de humedad en Minitab (acondicionado).	127
Fig 46. Carta de control X-R para la variable proteína (a).	129
Fig 47. Carta de control X-R para la variable proteína (b).	129
Fig 48. Capacidad del proceso de la variable proteína en Minitab.	131
Fig 49. Carta de control X-R para la variable glúten (a).....	133
Fig 50. Carta de control X-R para la variable glúten (b).	133
Fig 51. Capacidad del proceso de la variable gluten húmedo en Minitab (molienda y cernido).	135
Fig 52. Gráfica tipo P para análisis de defectos en el área envasado.....	137
Fig 53. Análisis de capacidad del proceso de envasado.....	138
Fig 54. Carta de control X-R para la variable humedad (envasado - a).....	141

Fig 55. Carta de control X-R para la variable humedad (envasado - b).....	141
Fig 56. Capacidad del proceso de la variable humedad en Minitab.....	143
Fig 57. Carta de control X-R de UCDS (envasado - a).....	145
Fig 58. Carta de control X-R de UCDS (envasado - b).	145
Fig 59. Capacidad del proceso de la variable UCDS en Minitab.....	147
Fig 60. Carta de control individual para el índice de caída (envasado)	148
Fig 61. Capacidad del proceso de la variable Falling Number en Minitab.....	150
Fig 62. Carta de control individual para porcentaje de granulometría (envasado).	151
Fig 63. Capacidad del proceso de la variable granulometría en Minitab.....	153
Fig 64. Diagrama de Ishikawa de defectos en el grano.....	155
Fig 65. Diagrama de Ishikawa de presencia de materias extrañas.....	156
Fig 66. Diagrama de Ishikawa de exceso de humedad.	157
Fig 67. Diagrama de Ishikawa de olores inadecuados.	158
Fig 68. Diagrama de Ishikawa de exceso de humedad.	159
Fig 69. Diagrama de Ishikawa de contenido de variación de color.	160
Fig 70. Diagrama de Ishikawa de carencia de proteínas y gluten.....	161
Fig 71. Diagrama de Ishikawa de presencia de materias extrañas.....	162
Fig 72. Diagrama de Ishikawa de contenido de unidad incompleto	163
Fig 73. Diagrama de Ishikawa de contenido de sacos rotos o descosidos.	164
Fig 74. Diagrama de Ishikawa de contenido de presencia de pecas en el producto final.	165
Fig 75. Resultados de prioridad del NPR.....	169
Fig 76. Equipo analizador Inframatic NIR.....	248
Fig 77. Análisis de muestras en el equipo analizador NIR.	249
Fig 78. Báscula de pesado empleado en el área de empaque.....	249
Fig 79. Equipo SD MATIC para determinación de almidón.	250
Fig 80. Procedimiento para determinación de UCDC.	251
Fig 81. Visualización en pantalla del UCDC.....	252
Fig 82. Equipo FN 1500 Falling Number.	252
Fig 83. Equipo tamizador de laboratorio.....	253
Fig 84. Equipo Dockage Tester.....	254

RESUMEN EJECUTIVO

A pesar de que la empresa “Molinos Miraflores S.A” lleva control del proceso productivo, existen factores internos y externos como la materia prima, personal de producción, etc. provocan problemas y disminución de la calidad del producto final. Por tal razón, la investigación tiene como finalidad realizar un análisis de fallas en el proceso productivo de harina de trigo a través del uso de herramientas de control de calidad.

La investigación desarrollada se fundamenta en un enfoque cuali – cuantitativo, basada en la metodología DMAIC de la herramienta Six Sigma, en un periodo de ocho meses calendario, la cual mediante la recolección de datos de 30 días laborables para análisis de atributos y de la base de datos manejadas por la empresa para el análisis de variables continuas correspondientes al mes de enero del 2020, permiten un estudio técnico-científico de la situación actual del proceso productivo de harina de trigo con respecto a la calidad y causas de la variabilidad.

Los resultados obtenidos indican que en las áreas de producción los parámetros que presentan una constante variabilidad con respecto a la norma NTE INEN 616, son el contenido de humedad, gluten húmedo y proteína, variación de índice de almidón dañado, índice de caída y la presencia de materias extrañas. Además, en el área de recepción se obtiene una capacidad potencial del proceso (Ppk) igual a 1.04 y un nivel sigma de 3, en acondicionado un Ppk = 0.75 y un nivel sigma de 2.26, en molienda y cernido un Ppk = 1.14 y un nivel sigma de 4.12 y finalmente en el envasado un Ppk = 0.61 y un nivel sigma de 1.81, generando problemas de carencia de nutrientes, inocuidad, producto rechazado y de reproceso que indican pérdidas directas para la empresa y disminución de prestigio en el mercado.

Se concluye que los proceso que actualmente se desarrollan en la empresa son inestables e incapaces de cumplir con las especificaciones, siendo necesario aplicar actividades de mejora como procedimientos estandarizados de análisis de calidad, mantenimientos de equipos y maquinaria y capacitaciones sobre temas de control de calidad en procesos de producción de industria molinera que busquen disminuir la variabilidad y producción de unidades con problemas de calidad.

Palabras clave: calidad, métodos, variabilidad, capacidad, estandarización.

ABSTRACT

Despite the fact that “Molinos Miraflores S.A” company keeps control of the production process, there are internal and external factors such as personal production, raw materials or methods used that cause problems and impairs quality of final product. For this reason, the purpose of this research is to perform a failure analysis in the wheat flour production process through the use of quality control tools.

The developed research is based on a qualitative - quantitative approach, based on DMAIC methodology of the Six Sigma tool, over a period of eight calendar months, which by collecting data from 30 working days for analysis of attributes and database managed by the company continuous variables analysis corresponding to January 2020, allow a technical-scientific study about current situation of wheat flour production process with respect to the quality and causes of variability.

The obtained results indicate that in production areas the parameters that present a constant variability NTE INEN 616 standard, are the moisture content, wet gluten and protein, variation in the index of damaged starch, the drop rate and the presence of foreign matter. Furthermore, in the reception area a potential capacity of the process (Ppk) equal to 1.04 and a sigma level 3, in conditioning a Ppk = 0.75 and a sigma level of 2.26, in milling and sieving a Ppk = 1.14 and a sigma level of 4.12 and finally in the packaging a Ppk = 0.61 and a sigma level of 1.81, generating problems of nutrient deficiency, safety, rejected product and reprocessing that indicate direct losses for the company and decrease in prestige in the market.

It is concluded that the processes that are currently being developed in the company are unstable and unable to comply with the specifications, requiring improvement activities such as standardized procedures for quality analysis, maintenance of equipment and machinery, and training on quality control issues in mill industry production processes that seek to reduce variability and production of units with quality problems.

Keywords: quality, methods, variability, capacity, standardization.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria molinera de trigo es un sector de gran impacto en la economía de una población, involucrando gran capacidad de producción y altos índices de calidad que permita cumplir con parámetros técnicos, productivos, higiénicos y de calidad en el producto final obtenido [1]. Dicha actividad engloba variedad de procesos desde el cultivo y cosecha de materia prima hasta la envasado y comercialización de productos terminados, basados en el cumplimiento de especificaciones, parámetros y características esenciales nutricionales y de calidad [2].

El cumplimiento de dichas especificaciones se evalúa con indicadores de competitividad en el mercado, puesto que este campo es un mostrador claro de los factores determinantes que afectan la calidad el producto final [3]; quejas, devoluciones, disminución en ventas y decrementos monetarios indican nivel de calidad vigente en los que se encuentra el proceso productivo [4]. Es así que, bajo los lineamientos descritos, la industria molinera de trigo debe basarse en normativas y estándares que apoyen al aumento de dichos indicadores de calidad [5].

Por lo tanto, la calidad molinera busca que el producto procesado u obtenido (harina de trigo), se centre en características físicas químicas como el color, textura, nutrientes, elasticidad de la masa, tenacidad, etc. con precios de adquisición rentables para los consumidores [6]. Dichas puntos precisan a que el control de calidad en la harina de trigo sea importante [7], exigiendo a los fabricantes a usar herramientas de mejora continua, procedimientos estandarizados de trabajo y destrezas de control optimas que ayuden a la toma de decisiones correctas y basadas en el éxito de otras industrias [8].

Una estrategia en los procesos de molienda es guiarse en el Six Sigma, el cual es un factor verídico de detección de problemas, priorización de decisiones, implementaciones eficaces y beneficios evidentes [9]. Dicha metodología de mejora busca reducir la cantidad de productos defectuosos o rechazados, lo que se traduce en un incremento de capacidad de los procesos productivos y la reducción del coste de la mala calidad [10].

Considerando que dicho sector ha evolucionado pasando de métodos de producción tradicionales a métodos automatizados, se observa la aplicación de estrategias de mejora

de innovación tecnológica [11]; sin embargo dicho sector ha descuidado aspectos de gestión de calidad en procesos productivos desde la adquisición de materia prima hasta la obtención de la harina triturada (producto final), lo que genera problemas de producción e incremento de costos [12]. Por tal razón, hacer hincapié en aspectos de calidad en el proceso ayuda a alcanzar niveles de desarrollo y competitividad adecuados para demostrar una capacidad de satisfacción a los clientes adecuada a través de la definición, medición, control y mejora continua, aumentando la calidad, eficacia y eficiencia del proceso de molido del grano de trigo [13].

Con la anteriormente mencionado, la investigación tiene como finalidad reducir la variabilidad y evitar problemas frecuentes de calidad, a través del uso de la metodología DMAIC basada en el Six Sigma. Dicha metodología permitirá conocer la gestión existente de calidad, determinar las áreas de mejora y las principales causas que lo generan para finalmente buscar y plantear estrategias de mejora para el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molino Miraflores S.A.”

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.Tema de investigación

“ANÁLISIS DE FALLAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE TRIGO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA MOLINO MIRAFLORES S.A.”

1.2.Antecedentes investigativos

Contextualización del problema

Dentro del mundo industrial el sector molinero enfrenta grandes retos de calidad lo que crea el desafío de mantener e incrementar la misma [14], por lo que es necesario contar con el compromiso del personal, equipos adecuados y procedimientos estándares que eviten cambios radicales en el producto final ofrecido al mercado [15]. Sin embargo, el poco interés de procedimientos en el control de materia prima, maquinaria y mano de obra trae como consecuencia cambios de apariencia y propiedades en el producto procesado [16].

La falta de control de calidad en producción de harina de trigo provoca que los procesos no sean eficientes y los costos aumenten debido a los reprocesos, fallas y demoras provocados por la incorrecta utilización de los materiales, máquinas, métodos y recursos humanos [17]. En la industria molinera es habitual detectar variabilidad en los procesos de producción del grano de trigo debido a que factores como la materia prima obtenida de diferentes proveedores y campos climáticas debe ser examinado en pruebas de laboratorio, además que contienen impurezas como cascarillas, pajillas, hojas, etc. que al ser molidos en conjuntamente ocasionan inestabilidad en el color de la harina de trigo [18].

La industria molinera europea a pesar de emplear sistemas automatizados y tecnológicos presentan problemas de inocuidad [19], la razón de dicho problema se da debido al cambio variable del clima [20], pues esto ocasiona la pérdida de contenido nutricional y conservantes que necesita el producto final para mantenerse en condiciones adecuadas antes de su consumo [21]. Entonces la harina producida al no cumplir con los parámetros

nutricionales (proteínas, gluten, hierro) y físicos (peso neto, color, sabor,) conlleva al aislamiento del producto pues su consumo podría generar problemas de salud [22].

Empresas molineras de harina mexicanas utilizan normativas de calidad inadecuadas, omitiendo analizar puntos importantes como la composición física química del producto, mano de obra con falta de adiestramiento [23], maquinaria defectuosa, métodos de producción inadecuados [22], etc. que inciden en la obtención del producto final y provocando fallos visibles, entre el cual destaca la variación del color de la harina de trigo, fruto de los defectos generados en etapas anteriores de transformación del grano en harina de trigo [24].

Para el aumento de la calidad el sector molinero de países como Argentina han puesto en marcha un indicador nombrado índice de calidad industrial (ICI) [25], que presenta la ventaja de combinar indicadores de calidad molinera y panadera, pero no incluye parámetros como rendimiento de las harinas (humedad, cantidad de gluten, proteínas) los cuales varían de manera notable con respecto a los estándares establecidos [26], generando inconvenientes de inocuidad que implican variación de color en la harina, presencia de impurezas, exceso de humedad y proteínas y apariencia de picaduras que afecta a los clientes y consumidores generando desventajas competitivas en el mercado nacional e internacional [27].

En el Ecuador, de cada tonelada molida de trigo el 78% es harina mientras que el porcentaje restante es utilizado para subproductos [28], sin embargo esta harina producida no satisface la calidad solicitada por los consumidores debido a que la vida útil del mismo presenta variaciones [29], observándose cambios físicos y químicos de la harina debido a altas humedades en la misma [18], lo que ocasiona dificultades en su conservación y fácil degradación [30], a esto se suma la presencia de impurezas en la harina por factores como maquinaria y materia prima (trigo no adecuado) conllevando a las variaciones del color del producto obligando a las industrias reprocesar y a emplear aditivos correctores lo que significa incremento de costos y variabilidad [31].

A pesar de que la industria molinera emplea sistemas de producción tecnológicos una avería en cualquiera de los equipos de molienda ocasiona la parada del proceso, generando

demoras, tardanzas y desperfectos en los equipos de molienda en donde se realiza la transformación del grano en polvo blanco, es decir, el molido se procesa de manera incompleta produciendo harina de trigo con impurezas e imperfecciones [32].

Molinos Miraflores S.A., es una industria dedicada a la producción de harina de trigo en diferentes presentaciones de tamaño , la cual busca que la elaboración de dicho producto sea garantizada y cumpla con parámetros de calidad y salubridad [33], sin embargo la ausencia de estrategias de mejora continua y la falta de control del proceso ha originado que el producto final (harina de trigo) producida presente diferentes fallos como el exceso de humedad que provoca masas de harina de difícil desprendimiento, presencia de cenizas en el producto final variando su color (tonos opacos con respecto al blanco), presencia de impurezas como granos sin total molido, cáscaras, etc. y diferenciaciones en el peso neto del producto envasado, causando aislamientos del producto y retrasos de entrega.

A pesar de que la empresa antes mencionada cumpla con normas ecuatorianas como la NTE INEN 616 la cual establece los requisitos de la harina de trigo, la alta dirección ha prestado muy poco interés a la variabilidad del producto con respecto a lo establecido en dicha norma, lo que ha provocado la existencia de anomalías en el producto entregado y por entregar, creando un grado de insatisfacción en los clientes, los cuales solicitan soluciones a dichas anomalías generando pérdidas económicas y de tiempo.

Fundamentación teórica

Proceso de producción

Conocido también como cadena productiva, la cual está formada por un conjunto de procesos, que buscan convertir ciertos insumos en productos o servicios, a través de recursos humanos, maquinaria y saberes con la misión de beneficiar y obtener beneficios de dicha actividad [34] .

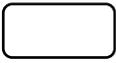
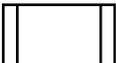
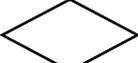
Levantamiento del proceso productivo

Es un instrumento de gestión que permite documentar procesos de una forma descriptiva, a través de herramientas de análisis gráfico de proceso como flujogramas productivos, conforme la necesidad de la empresa [34].

Diagrama de flujo

Es una herramienta gráfica que permite secuenciar etapas o actividades de un proceso, para facilitar el entendimiento. Consta de un inicio y de un final, sobre los cuales se encuentra el proceso y etapas de decisión. En la Tabla 1, se indica la simbología que se usa para representar un proceso en diagrama gráfico de un proceso [35].

Tabla 1. Simbología utilizada en el proceso de producción [35].

Simbología	Definición
	Inicio y fin: Indica el inicio del proceso en estudio o del fin del mismo
	Operación: Usado para representar las actividades que se realizan en el proceso.
	Inspección: Representa la inspección, inspección o verificación la calidad o cantidad de lo que se está realizando.
	Decisión: Permite tomar decisiones de los eventos que se estén realizando en el proceso.
	Archivo: Representa algún documento que se utiliza y debe ser guardado de manera permanente o temporal.
	Flecha de dirección: Representa el movimiento de materiales, operarios o maquinaria en el proceso.

Cursograma analítico

Es una herramienta industrial que representa gráficamente el movimiento o trayectoria de un producto o servicio, indicando cada uno de las actividades mediante gráficos, utilizando los símbolos representados en la Tabla 2 [36].

Tabla 2. Símbolos utilizados en cursogramas analíticos de proceso [36].

Simbología	Designación	Descripción
	Operación	Muestra las etapas del proceso o procedimiento que van sufriendo variaciones durante la operación.
	Inspección	Permite verificar la calidad del producto o servicio, para el cumplimiento de especificaciones solicitadas.

Tabla 2. Símbolos utilizados en cursogramas analíticos de proceso [36] (Continuación).

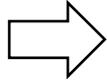
	Transporte	Indica el movimiento de los miembros del proceso (materiales, mano de obra, etc.).
	Espera	Representa la espera del producto o servicio durante periodos de tiempo, registrándose como inactividad.
	Almacenamiento	Representa el almacén del producto según el criterio de clasificación que se ha especificado.

Gráfico ABC

También conocido como regla del 80/20 o ley del menor significativo, es una herramienta que ayuda a visualizar cuales son los artículos de mayor demanda, en base a sus ventas y al precio unitario de cada uno de estos. Este método clasifica a los artículos en tres zonas, logrando dar prioridad a los de mayor importancia, Las tres zonas en las que se clasifica son:

ZONA A: Los de mayor importancia a los efectos de control

ZONA B: Los de importancia secundaria

ZONA C: Los no muy importantes [37]

Para el desarrollo de estas herramientas se realizan los siguientes pasos:

- Obtención de datos de ventas históricos (depende del periodo que se va analizar) de los n artículos que se producen; además de los costos unitarios de cada uno de estos.
- A través de la ecuación (1), se determina el porcentaje de participación monetaria.

$$\% \text{ de participación} = \frac{100\%}{\# \text{ de artículos}} \quad (1)$$

- Mediante la ecuación (2), se determina la valorización de cada producto, mientras que con la ecuación (3), se utiliza para determinar el porcentaje de consumo que se ha obtenido en dicho periodo.

$$\text{Valorización} = \text{Costo unitario} * \text{Consumo anual} \quad (2)$$

$$\% \text{ de consumo} = \frac{\text{Valor} * 100\%}{\text{Total de valorización}} \quad (3)$$

Con los resultados obtenidos se ordena con respecto a los porcentajes de consumo de manera descendente, luego con la ecuación (4), se obtiene el cálculo de porcentaje de participación acumulado y con la ecuación (5), se obtiene el cálculo de porcentaje de participación de consumo acumulado.

$$\% \text{ de part. acum.} = \% \text{ de part. acum.}_{i-1} + \% \text{ de part. acum.}_i \quad (4)$$

$$\% \text{ de cons. acum.} = \% \text{ de cons. acum.}_{i-1} + \% \text{ de cons. acum.}_i \quad (5)$$

Con los resultados obtenidos de la columna de de porcentaje de participación de consumo acumulados se realiza la clasificación de las zonas de cada uno de los artículos, dando atención prioritaria a los que se encuentran dentro de la ZONA A [37].

Calidad

Dentro de la industria la calidad es un término que engloba el cumplimiento de todas las características, atributos y especificaciones de un producto o servicio, que son de vital importancia para los clientes, buscando cumplir con sus necesidades. Como factor natural calidad en la industria significa “cumplir”, mientras que como ventaja competitiva frente a las demás industrias significa “exceder” [38].

Variación

Los procesos que se desarrollan para crear cosas tangibles e intangibles sufren variaciones, dados por la diversidad de resultados generados por diferentes factores sistemáticos (maquinaria, mano de obra, métodos, materiales, etc.), que inciden sobre lo esperado frente a lo obtenido. Es importante distinguir que dicha variabilidad se da por “*causas comunes*” que se encuentran día a día en el proceso, es decir de forma natural por los diferentes factores que intervienen sobre el mismo, o por “*causas especiales*” generadas

por situaciones especiales que aparecen rara vez en el proceso y al ser detectadas pueden ser eliminadas [39].

Six Sigma

Es una herramienta utilizada para el incremento de la competitividad mediante la mejora continua de la calidad, centrándose en el uso de herramientas estadísticas para la reducción de defectos. A nivel estratégico esta herramienta tiene como fin alinear a la empresa con el mercado generando estrategias de reales de mejora. Para el uso de esta herramienta se usa entre otras metodologías la DMAIC de mejora del proceso. [40].

Metodología DMAIC

El Six Sigma se apoya en una estrategia robusta denominada DMAIC, la cual busca acercarse a la calidad 6σ (clase mundial que buscan todas las empresas), empleando herramientas de control, análisis y mejora [41], para ello se debe cumplir con las etapas mencionadas a continuación:

D (Definir el proyecto)

Cuando ya se tiene definido un proyecto Six Sigma se debe precisar el problema con claridad y el alcance que tendrá el proyecto, además de las métricas a emplear las cuales permitan establecer como los procesos y productos afectan a los requerimientos de los clientes, esto se denomina CTQ (Critical to Quality) [42].

M (Medir el estado actual)

La misión de esta fase es comprender y cuantificar de mejor manera la magnitud del problema. En esta fase se estudia el proceso de manera más detallada para comprender el flujo del proceso. Además, se detallan las métricas que se emplea para evaluar el proyecto, se analizan y se validan. Con el sistema de medición validado se mide la situación actual del proceso estableciendo la línea base del proceso en estudio [42].

A (Analizar las causas raíz)

Esta etapa tiene como misión identificar la causa raíz que ha generado el problema, comprender como estas se producen, cuantificarles y analizarlos de manera detallada, identificando todas las variables de entrada y/o que podrían haber generado el problema,

con la finalidad de reducir o eliminar las causas de dichos problemas a través de herramientas de mejora. [43].

M (Mejoramiento)

Tiene como finalidad mejorar las causas que generan defectos encontradas trabajando sobre las variables encontradas que modifican la calidad del producto o servicio final, asegurándose que los sistemas de medición tomen la variación correcta del proceso y se modifique las mismas [44].

C (Controlar para mantener la mejora implementada)

Esta fase busca garantizar que el proceso mejorado se mantenga con los cambios realizados en la etapa anterior; en la mayoría de los casos esta etapa resulta la más difícil ya que involucra la intervención y adaptación a los cambios de todo el personal que es parte del proceso, lo que puede tener sus resistencias. [44].

Herramientas del Six Sigma

- **Lluvia de ideas**

También conocido como “brainstorming”, es una herramienta de pensamiento crítico que busca que todos los miembros de un grupo generen ideas a un tema en estudio. Esta herramienta admite cualquier idea, para ser estudiada y analizada por el grupo de trabajo, para posteriormente tomar en cuenta las de mayor importancia y eficacia que aporten el tema [45].

- **Técnica de las 5W - 1H**

Es una herramienta para hacer preguntas sobre un proceso de servicio o producto que presenta problemas, permitiendo detallar, analizar y entender dicha dificultad hasta llegar a la esencia del mismo. Es importante considerar que para el uso de esta herramienta deben intervenir todos los miembros del proceso priorizando desde lo más conocedores del proceso [45].

- **Diagramas de Pareto**

Es un gráfico de barras que permite identificar prioridades que generan un problema, con la finalidad de establecer cuáles de todos estos son los de mayor gravedad e inciden en la variabilidad del servicio o producto final. Matemáticamente indica la regla del 80/20, donde explica que el 80% de los problemas generados se dan por el 20% de las causas determinadas en el proceso [46].

- **Hojas de verificación**

Son formatos diseñados para recolectar datos de una forma, ordenada, sencilla y sistemática, siendo útiles para describir el desempeño de un proceso, encasillar defectos o quejas de clientes, para estudiar causas que provocaron problemas de calidad y para verificar operaciones que buscan implementar planes de mejora. Son de tres tipos: de defectos y posibles causas, para distribución de procesos y para productos defectuosos de un proceso [46].

- **Cartas de control**

Es una herramienta utilizada para observar y analizar la conducta de un proceso con respecto al tiempo, permitiendo caracterizar el funcionamiento. Además, ayuda a observar, detectar y prevenir comportamientos generados por causas comunes o naturales (desgaste de maquinaria, rutinas de operarios etc.), y por causas especiales (para no programadas, ausencia de operarios, etc.) [47].

Elementos de una carta de control

En la Fig 1, se indica los elementos de una carta de control, donde la línea central representa el promedio estadístico que se grafica, mientras los límites superior e inferior indican los valores máximos y mínimos donde el estadístico se debe encontrar para decir que el proceso se encuentra en control, caso contrario el proceso está fuera de control por lo que se deben investigar porque sucedió el evento. El cuerpo de la carta de control es el espacio de lo ancho y largo de la carta donde los puntos que representan las estadísticas fluctúan, representando la variabilidad de los mismos [48].

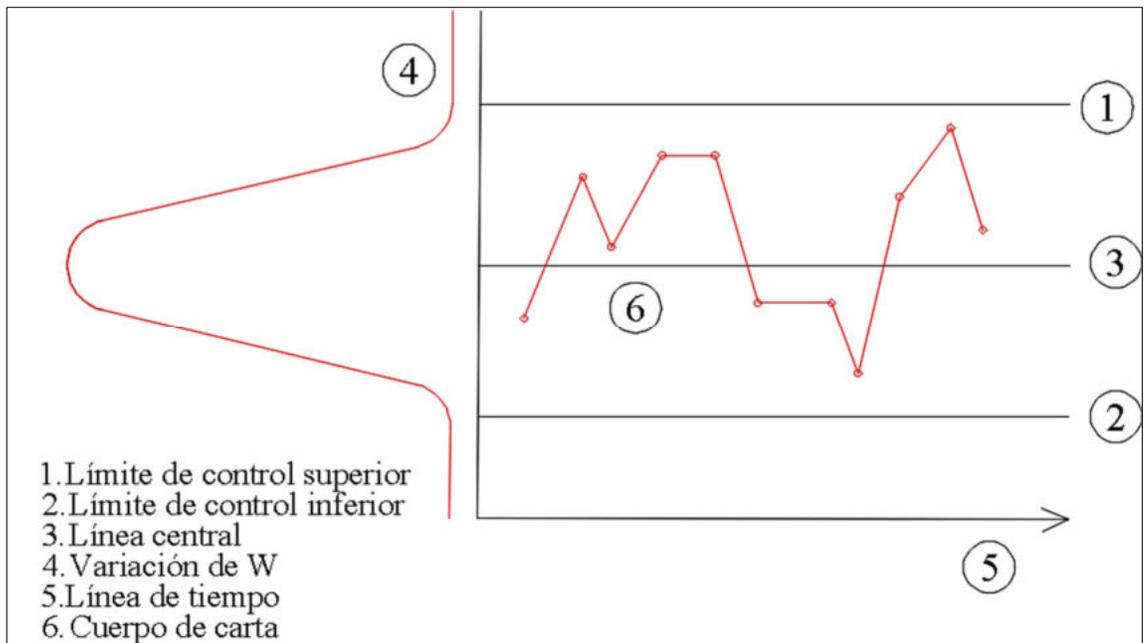


Fig 1. Elementos de una carta de control [49].

Cuando la variable o estadístico en análisis sigue una distribución normal con una media, desviación estándar σ y en condiciones normales de control la línea central, los límites de control superior e inferior vienen dados por:

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w \quad (6)$$

$$LC = \mu_w \quad (7)$$

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w \quad (8)$$

Por lo que si el estadístico (w) tienen una distribución normal existe una probabilidad de 0.9973, esperando obtener en condiciones normales de control solo 27 puntos fuera de 1000 que estén dentro de los límites [50].

Cartas de control para variables

Estas cartas de control son empleados para variables donde se utilizan equipos de instrumentación para su medición (peso, tamaño, presión, temperatura, etc.) representando unidades de especificaciones o requerimientos [51].

Tipos

- **Carta $\bar{X} - \bar{R}$**

Se usa para procesos que se producen de manera masiva, es decir que se produce una gran cantidad en un periodo de tiempo corto, a través de la formación de subgrupos. Si el proceso es ideal y estable se tiene una forma de campana (poco usual), pero al estar involucrado diferentes factores (material, mano de obra, métodos, medio ambiente, maquinaria etc.) dicha curva presentar sesgos en su amplitud y y desplazamientos con respecto a la media. En la carta \bar{X} de control se gráfica las media de los subgrupos y sirve para analizar la variación en la media del subgrupo y para detectar cambios en la media del proceso (Fig 2). Mientras que en la carta de control \bar{R} se gráfica los rangos de cada subgrupo y sirve para analizar la variación entre subgrupos, permitiendo de la detección de cambios en la amplitud del proceso (Fig 3) [49].

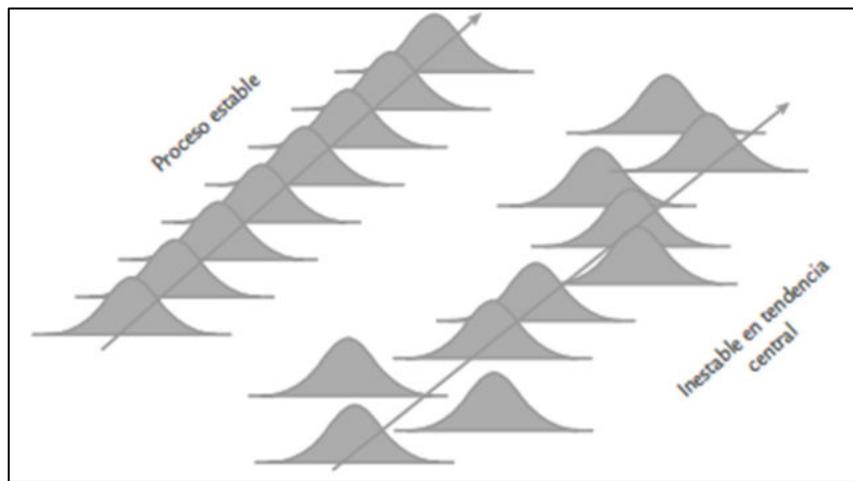


Fig 2. Cambios significativos de la media del proceso, carta X [49].

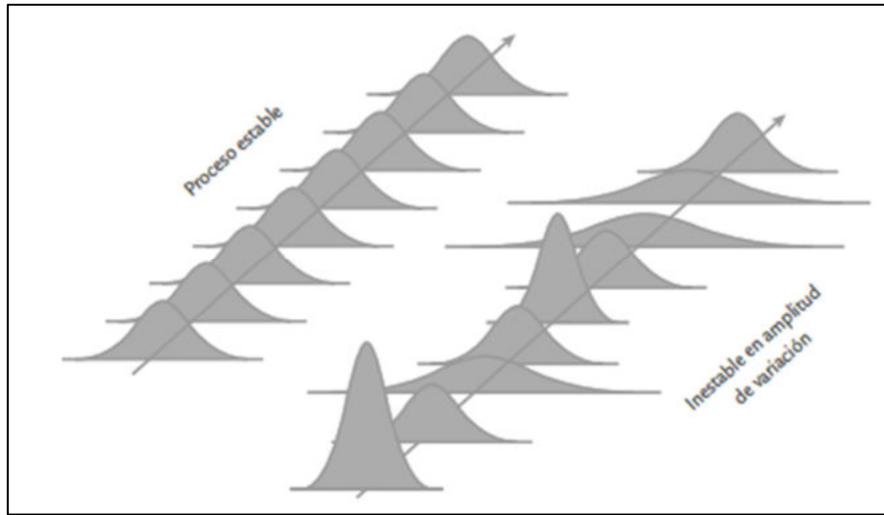


Fig 3. Variación de la amplitud del proceso, carta R [49].

Límites de control para cartas \bar{X} y \bar{R}

Para la carta de control de medias (\bar{X}), los límites de control vienen dados por la media y la desviación estándar mediante la ecuación (25).

$$\mu \pm 3\sigma_{\bar{x}} \quad (9)$$

Donde $\mu = \bar{\bar{X}}$ es la media de los subgrupos y $\sigma_{\bar{x}}$ es la desviación estándar del estadístico que se está estudiando, que puede ser calculado para largo y corto plazo (lo más adecuado para la carta \bar{X}). Con la anteriormente mencionado, los límites de control para la carta \bar{X} vienen dados por:

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \quad (10)$$

$$LCS = \bar{\bar{X}}$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

Donde \bar{R} es el rango de cada cada subgrupo de estudio y A_2 viene de los factores de diseño de una carta de control (Anexo 1), de acuerdo al tamaño del subgrupo, simplificando el cálculo.

Mientras que para la carta de control tipo \bar{R} lo limites se establecen a través de la media y la desviación estándar de los rangos de los subgrupos, expresado en la ecuación (11):

$$\mu_R \pm 3\sigma_R \quad (11)$$

Donde $\mu_R = \bar{R}$ es la media de los rangos y σ_R es la desviación estándar de los rangos del estadístico estudiado. (En un estudio inicial la $\sigma_R = d_3\sigma = d_3\frac{\bar{R}}{d_2}$). Por lo antes mencionado entonces los límites de control vienen dados por:

$$LCS = D_3\bar{R} \quad (12)$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LCI = D_4\bar{R}$$

Donde el D_3 y D_4 viene de los factores de diseño de una carta de control (Anexo 1) de acuerdo al tamaño del subgrupo (O también de $\sigma_R = d_3\sigma = d_3\frac{\bar{R}}{d_2} = D_3D_4$) [49].

- **Cartas de control individuales**

Se utiliza para datos de tipo continuo, en procesos lentos donde para la toma de mediciones se debe esperar tiempos largos o cuando la toma de esta medición es demasiado costosa. Un ejemplo de este proceso son mediciones de productividad de una empresa que se debe esperar días, semanas, meses o hasta años.

Límites de control

Se utiliza el mismo principio de las cartas de control \bar{X} - \bar{R} , estimando la media y la desviación estándar del estadístico; en este caso se grafica de manera directa la edición individual, los límites para esta carta vienen dados por la ecuación:

$$\mu_X \pm 3\sigma_X \quad (13)$$

Donde $\mu_X = \bar{X}$ es la media de las mediciones individuales y \bar{R} es la media de los rangos (Rango 2 porque se obtiene de dos datos sucesivos). Es por eso que los límites de control para la carta de control individual son:

$$LCS = \bar{X} + 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right) \quad (14)$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LCI = \bar{X} - 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right)$$

De igual manera $\sigma_x = \frac{\bar{R}}{d_2}$, en donde d_2 se obtiene de de los factores de diseño de una carta de control [48].

Cartas de control para atributos

Estas cartas de control son empleados para atributos donde se utilizan criterios como pasa o no pasa, bueno o malo, defectuoso o no defectuoso, pudiéndose contar los defectos presentes en un producto [51].

Tipos

- **Carta p (proporción de defectuosos)**

Esta carta de control sirve para mostrar las variaciones en fracción de artículos defectuosos para un subgrupo o una muestra, los cuales pueden ser constantes o variables y generalmente grande. Además, permite evaluar el desempeño de un proceso o parte del mismo, con el fin de encontrar las causas comunes o especiales que causan la variación. Se siguen los siguientes pasos:

- ✓ Se toma una muestra o un subgrupo de n artículos representativo de la producción.
- ✓ Se inspecciona cada pieza de la muestra o subgrupo y se clasifica como mala o buena.
- ✓ Si de las piezas de cada subgrupo inspeccionada se encuentran piezas malas, entonces se representan con la ecuación

$$p_i = \frac{d_i}{n_i} \quad (15)$$

Donde n_i son las unidades analizadas del subgrupo, d_i son los defectuosos de cada subgrupo y p_i es lo proporción de defectuosos calculados [52].

Los *límites de control para la carta tipo P*, están basados en una distribución binomial (Ensayos Bernoulli con probabilidades de éxito o fracaso, el producto es rechazado en fracaso). De igual manera los límites de control vienen dados por la media más o menos tres desviaciones ($\mu_w \pm 3\sigma_w$). Por tanto, dicha proporción se interpreta mediante las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 LCS &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} & (16) \\
 LCS &= \bar{p} \\
 LCS &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}
 \end{aligned}$$

Donde \bar{p} es la proporción de defectuosos en cada subgrupo de análisis, y n es el tamaño de unidades inspeccionadas del subgrupo [48].

- **Carta np (número de defectuosos)**

Se utiliza cuando el tamaño del subgrupo es constante, donde se gráfica el número de defectuosos de un subgrupo inspeccionado. Se determinan a través de la media y la desviación estándar (17), suponiendo que sigue una distribución binomial y con el mismo principio de la carta p, entonces:

$$u_{di} = n\bar{p} \text{ y } \sigma_{di} = \sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (17)$$

Donde n es el tamaño del subgrupo y \bar{p} la proporción de artículos defectuosos promedio de cada grupo inspeccionado, entonces los límites de control para esta carta vienen dados por [49]:

$$\begin{aligned}
 LCS &= n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} & (18) \\
 LC &= n\bar{p} \\
 LCI &= n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}
 \end{aligned}$$

- **Carta c (número de defectos)**

Sirve para analizar el número de defectos por subgrupo (si se mantiene constante) o unidad inspeccionada. Los estadísticos graficados es el número defectos de un subgrupo o unidad, por lo que se basa en una distribución Poisson (número de eventos o sucesos por una unidad). Este estadístico se basa en la media y la desviación estándar representada en la ecuación (26):

$$u_{ci} = \bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de subgrupos}} \text{ y } \sigma_{ci} = \bar{c} \quad (19)$$

Donde \bar{c} es el promedio de defectuosos del total de los subgrupos, que sirve para determinar los límites de control, con las ecuaciones indicadas a continuación [51]:

$$LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (20)$$

$$LC = \bar{c}$$

$$LCI = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

- **Carta u (número de defectos por unidad)**

Se utiliza cuando el tamaño del subgrupo es constante, analizando la variación del número promedio de defectos por una unidad, por lo que de cada del cada subgrupo inspeccionado se gráfica lo representado en la ecuación:

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \quad (21)$$

Donde c_i representa la cantidad de defectos por subgrupo y n_i el tamaño del subgrupo. Para los cálculos de los límites de control se debe determinar la media y la desviación estándar del estadístico μ_i , lo cual basado en una distribución de Poisson de c_i viene dado por:

$$\mu_{ui} = \bar{\mu} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}} \quad (22)$$

$$\sigma_{\mu i} = \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

El tamaño del subgrupo viene dado por n, con lo que permiten establecer los límites de control con las siguientes ecuaciones [50]:

$$LCS = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (23)$$

$$LC = \bar{u}$$

$$LCI = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Nota: Cuando el tamaño del subgrupo (n) no es constante, se trabaja con el promedio del mismo.

- **Estabilidad e interpretación de las cartas de control**

Estabilidad de un proceso

Un proceso en estudio es estable cuando los puntos están dentro de los límites de control; es decir, la variabilidad de estos se da por causas comunes, las que pueden ser controlables con acciones de mejora sencillas, en cambio cuando es inestable muchos puntos están fuera de los límites, lo que indica que el proceso está fuera de control debido a causas especiales que se generan debido a eventos que suceden de vez en cuando, por lo tanto un proceso con ayuda de las cartas de control puede determinar si este es estable o inestable [49].

Proceso estable

Proceso en control estadístico, es decir todos los puntos están dentro de los límites de la carta de control y los puntos fluctúan a lo largo y ancho de la carta de control

Proceso inestable

Es un proceso fuera de control estadístico, cuando algunos de sus puntos están fuera de los límites de la carta o siguen un comportamiento no aleatorio [48].

Interpretación de las cartas de control

Tabla 3. Patrones de la carta de control [49].

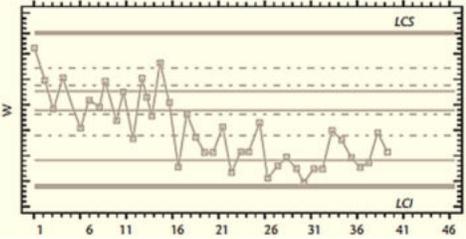
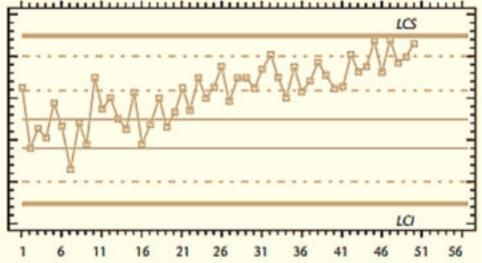
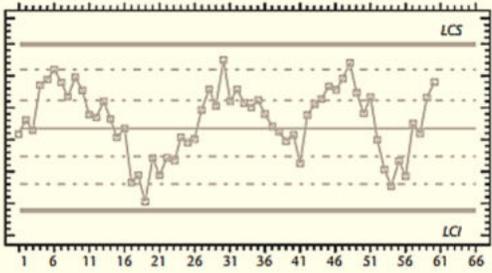
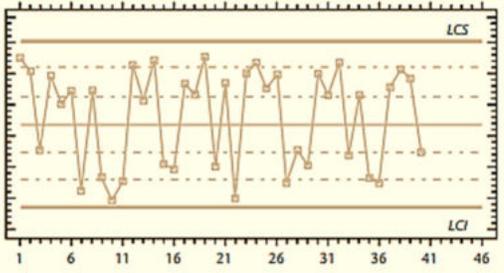
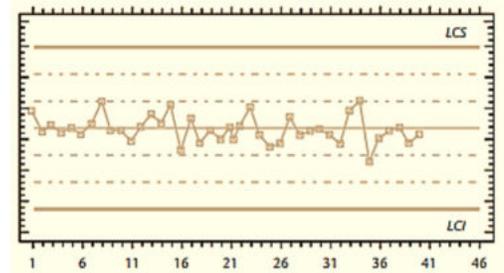
Patrón:	Interpretación:
<p data-bbox="337 422 810 491">Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso</p> 	<p data-bbox="857 422 1419 617">Cuando existen muchos puntos fuera de los límites de control y existen tendencias largas y claras de que los puntos se centren en un solo lado de la línea central. Se da por:</p> <ul data-bbox="906 653 1419 814" style="list-style-type: none"> ✓ Introducciones de nuevas máquinas, operarios, etc. ✓ Porque el proceso en estudio ha mejorado ha empeorado.
<p data-bbox="363 919 786 953">Tendencias en el nivel del proceso</p> 	<p data-bbox="857 856 1419 1052">Se presenta cuando existen tendencias de incremento o decremento de los puntos del proceso. Una tendencia se puede dar por causas especiales como:</p> <ul data-bbox="906 1087 1419 1331" style="list-style-type: none"> ✓ Desgaste del equipo y máquinas de producción. ✓ Cambios variables del medio ambiente. ✓ Acumulación de basura en las tuberías que conforman un proceso.
<p data-bbox="363 1377 786 1411">Ciclos recurrentes (periodicidad)</p> 	<p data-bbox="857 1377 1419 1572">Son movimientos cíclicos donde el flujo de puntos tiende a crecer, y luego de manera igual empieza a descender. Entre las causas más relevantes están:</p> <ul data-bbox="906 1608 1419 1810" style="list-style-type: none"> ✓ Variación periódica del medio ambiente. ✓ Variación de equipos de medición. ✓ Rotación de mano de obra y maquinaria.

Tabla 3. Patrones de la carta de control [49] (Continuación).

<p style="text-align: center;">Mucha variabilidad</p> 	<p>Claro indicador de presencia de causas especiales, donde se observan varios puntos cercanos de los límites de control. Se puede generar por causas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobre control en el proceso ✓ Diferencias de la calidad del material a procesar. ✓ Control de varios procesos en la misma carta.
<p style="text-align: center;">Falta de variabilidad (estatificación)</p> 	<p>Ocurre cuando todos los puntos tienden cerca de la línea central, observándose poca variabilidad. Entre las causas que generar dicho problema están:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cálculos errados de los límites de la carta. ✓ Agrupación de datos pertenecientes a otros grupos de universo. ✓ Cara inadecuada para el estadístico analizado. ✓ Manipulación de los datos recolectados

Índice de inestabilidad, S_t

Cuando hablamos de un proceso inestable, decimos que un punto está fuera de los límites de control o cuando los puntos dentro de la misma siguen un patrón no aleatorio; por lo que es necesario representar dicha inestabilidad en una medición. Es por eso que el índice de inestabilidad viene dado por la ecuación:

$$S_t = \frac{\# \text{ de puntos especiales}}{\# \text{ total de puntos}} * 100 \quad (24)$$

En la práctica para considerar que un proceso sea inestable el valor de St debe ser mayor que 5 %, pues índices de inestabilidad menor a dicho valor se les puede considerar como estabilidad relativamente buena y regular [51].

- **Métrica Six Sigma para datos de tipo continuo**

Capacidad del proceso

Es la que compara el ancho de las especificaciones de la variable en estudio, también representada por el cociente entre la variación tolerada por el proceso y la amplitud de la variación real, se interpreta con las letras (C_p), y viene dada por ecuación (25):

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}} \quad (25)$$

Capacidad a corto y largo plazo

Es importante que el análisis de capacidad se puede realizar considerando aspectos de tiempos cortos o largos, pues la variabilidad de los datos se los puede realizar entre subgrupos o entre cada uno de estos datos, por lo que es necesario saber qué tipo de desviación estándar que se emplea para el cálculo [52].

Capacidad a corto plazo

Se calcula de muchos datos recolectados durante un periodo corto para que no exista incidencias externas en el proceso, pero obteniendo el σ con el rango promedio $\sigma = \frac{R}{d_2}$, donde d_2 se toma del Anexo 1, dicha capacidad indica el potencial del proceso, es decir lo mejor que se puede esperar del mismo [50].

Índice C_p

Viene dado por la abreviatura C_p y es un indicador de la capacidad potencial del proceso, resultante de la relación entre el ancho de las especificaciones y la amplitud natural de la variación del proceso, utilizando la desviación a corto plazo, a través del uso de la ecuación (26):

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma_L} \quad (26)$$

Índice Cpk

Conocida también como un ajuste del índice Cp, pues toma en cuenta el centrado del proceso (media del proceso), y considerando la utilización de la desviación a corto plazo, mediante la (27):

$$C_{pk} = \text{minimo} \left(\frac{\mu - EI}{3\sigma_L} \text{ o } \frac{ES - \mu}{6\sigma_L} \right) \quad (27)$$

Interpretación del índice Cp y Cpk

Sirve para determinar si el proceso es capaz o incapaz de cumplir con las especificaciones, tomando en cuenta que la variación real (natural) siempre sea menor que la variación tolerada. Por lo que, es preferible que el índice Cp sea mayor que 1; y si el valor del índice Cp es menor que uno, es una evidencia de que el proceso no cumple con las especificaciones. Es así que para una interpretación clara se utiliza la Tabla 4, en donde se visualizan cinco categorías de procesos que dependen del valor del índice Cp, presumiendo que el proceso está centrado [51].

Tabla 4. Guía de determinación del índice Cp [49].

Valor del índice Cp	Categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Six Sigma
$C_p > 1.33$	1	Adecuado
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.
$C_p < 0.2$	4	No adecuado para el trabajo requiere de modificaciones muy serias

En relación al índice Cpk, se establece que si el valor es > 1.25 es satisfactorio indica que el proceso es *capaz*, pero si el valor de Cpk < 1 , entonces el proceso no cumple con las especificaciones. Como complemento, es importante considerar los siguientes puntos para una mejor interpretación.

- El índice Cpk siempre va a ser menor o igual que el índice Cp, en el caso de ser muy próximos, indicando que la media del proceso está muy junto del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son equivalentes.
- Si el índice Cpk es menor que el Cp, indica que la media del proceso está lejos del centro de las especificaciones, indicando la capacidad real del proceso, y que si se corrige el problema de variabilidad se alcanzará la capacidad potencial indicada por el índice Cp.
- Es viable obtener valores del índice Cpk iguales a cero o negativos, mostrando que la media del proceso está fuera de las especificaciones [49].

Capacidad a largo plazo

Se obtiene con muchos datos recolectados en periodos largos para que los factores externos influyan en el proceso, y σ se calcula a través de la desviación estándar de todos los datos ($\sigma = S$), que es lo que interesa al cliente [48].

Índice Pp

Indicador del desempeño potencial del proceso, que se calcula en forma similar al índice Pp, pero usando la desviación estándar de largo, para lo cual se usa la ecuación (28).

$$P_p = \frac{ES - EI}{6\sigma_L} \quad (28)$$

Índice Ppk

Indicador del desempeño real del proceso, que se calcula en forma similar al índice Ppk pero usando la desviación estándar de largo mediante el uso de la ecuación (29) [53].

$$P_{pk} = \text{minimo} \left(\frac{\mu - EI}{3\sigma_L} \text{ o } \frac{ES - \mu}{\sigma_L} \right) \quad (29)$$

Nota: Para la interpretación de los índices Pp y Ppk se emplean los mismos criterios de los índices Cp y Cpk, pero considerando el índice de centrado con respecto a la media del proceso. (Índice de centrado $K = \frac{\mu - N}{0.5(ES - EI)} * 100$, donde N es valor nominal u objetivo)

Índice Z

Es una métrica empleada en el Six Sigma., la cual se tiene calculando la distancia entre la media y las especificaciones, dividida entre la desviación estándar. En el caso de que el proceso tenga una especificación mayor y una menor, se puede obtener Z superior y Z inferior, por lo que la capacidad general del proceso viene dada por la ecuación (30).

$$Z = \text{minimo} (Z_s, Z_i) \quad (30)$$

$$Z = \text{minimo} \left(\frac{ES - \mu}{3\sigma} \text{ o } \frac{\mu - EI}{3\sigma} \right)$$

En el caso de que la desviación estándar utilizada para calcular el índice Z sea de corto plazo, entonces Z también será de corto plazo y se representa como Z_c . Ahora, si la desviación es de largo plazo, entonces el Z será de largo plazo y se representa con Z_L .

Por lo tanto, el índice Z también se puede calcular con [51]:

$$3C_{pk} = Z_c \text{ y } 3P_{pk} = Z_L$$

Interpretación del índice Z

Basada en la calidad Six Sigma, puesto que a corto plazo $Z_c = 6$ o cuando es a largo plazo $Z_L = 4.5$. Con la anteriormente mencionado en la calidad Six Sigma, a pesar de los posibles desplazamientos es un proceso de cero defectos lo que representa la meta de las industrias nombrado como proceso de clase mundial.

Con el valor del nivel Z y mediante el uso de la Tabla 5, se puede determinar las partes por millón fuera de las especificaciones (PPM) y el % de la curva de las especificaciones, tomando en cuenta si hay desplazamientos del proceso 1.5σ (calidad a largo plazo), o sin desplazamientos (calidad a corto plazo) [49].

Tabla 5. Calidad Sigma de largo y corto plazo [49].

Índice Cp	CALIDAD DE CORTO PLAZO (Cuando el proceso es centrado)			CALIDAD DE LARGO PLAZO (Con desplazamiento de 1.5 σ)		
	Calidad en Sigmas Zc	% de la curva dentro de las especific.	PPM fuera de las especific.	Calidad en Sigmas ZL	% de la curva dentro de las especific.	PPM fuera de las especific.
0.33	1	68.27	317 300	-0.5	30.23	697 700
0.67	2	95.45	45 500	0.5	69.13	308 700
1	3	99.73	27 000	1.5	93.32	66 807
1.33	4	999.937	63	2.5	99.379	6 210
1.67	5	99.999.943	0.57	3.5	999.767	233
2	6	999.999.998	0.002	4.5	9.999.966	3.4

- **Six Sigma para datos de atributo**

Utiliza los defectos del proceso para revelar indicadores que miden la calidad del proceso y tienen facilidad de interpretación, puesto que una salida tiene ciertos resultados, como malo o bueno, aceptable o rechazado, lo que se considera como datos de atributos [48].

- ✓ **Defectos por millón de oportunidades (DPMO)**

Cuenta los defectos esperados en un millón de oportunidades, cuyo procedimiento para el cálculo de la medida o nivel de desempeño consiste en determinar inicialmente las oportunidades de error, la ecuación (31) empleada es la siguiente:

$$DPMO = \frac{d}{U * O} * 1\ 000\ 000 \quad (31)$$

Donde d es la cantidad de defectuosos que se pueden generar en un proceso, U el número de unidades revisados de dicho proceso y O los posibles defectos que se pueden encontrar (oportunidades) [49].

- ✓ **Partes por millón (PPM)**

Indica el número de partes defectuosas en el proceso, se emplea para llevar un control de los productos rechazados, considerando que mientras más bajo sean los PPM, el proceso de producción será más eficaz con un producto de buena calidad. Se calcula empleando la ecuación (32).

$$PPM = \frac{\text{Cantidad de unidades defectuosas}}{\text{Cantidad de unidades inspeccionadas}} * 1000000 \quad (32)$$

Algo importante a tomar en cuenta es que la métrica DPMO se refiere a variables para atributos con distribución de Poisson, es decir, una pieza puede tener más de un defecto y no necesariamente es rechazada, en cambio, PPM se aplica cuando la parte cumple o no cumple (pasa o no pasa), aplicándose la distribución binomial y su aproximación a la normal [49].

✓ Rendimiento del proceso

Rendimiento esperado del proceso que determina el porcentaje de elementos que si cumplen con las especificaciones del cliente. Para establecer los niveles sigma y el rendimiento (Yield) de la calidad en el proceso productivo, se utiliza la Tabla 5.

Cuando un valor de estudio este entre dos valores, se realiza la interpolación mediante la ecuación (33), siendo más preciso en la determinación de dichos valores

$$Y = Y_1 + \left(\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \right) * (Y_2 - Y_1) \quad (33)$$

• Diagrama de Ishikawa

Es un método gráfico que relaciona un problema con las posibles causas que lo generan, convirtiéndole en una herramienta importante de gestión de calidad que está enfocada a una toma de decisiones en busca de la mejora del desempeño de una actividad, tarea o proceso. Existen 3 tipos elementales de diagramas de Ishikawa, los cuales se mencionan a continuación:

Método de las 6M'S

Es el comúnmente utilizado y permite la agrupación de causas potenciales en 6 ramales o factores internos que intervienen en el proceso (mano de obra, maquinaria, medición, métodos, medio ambiente y materia prima). Se fundamenta en el esquema mostrado den la Fig 4 [54].

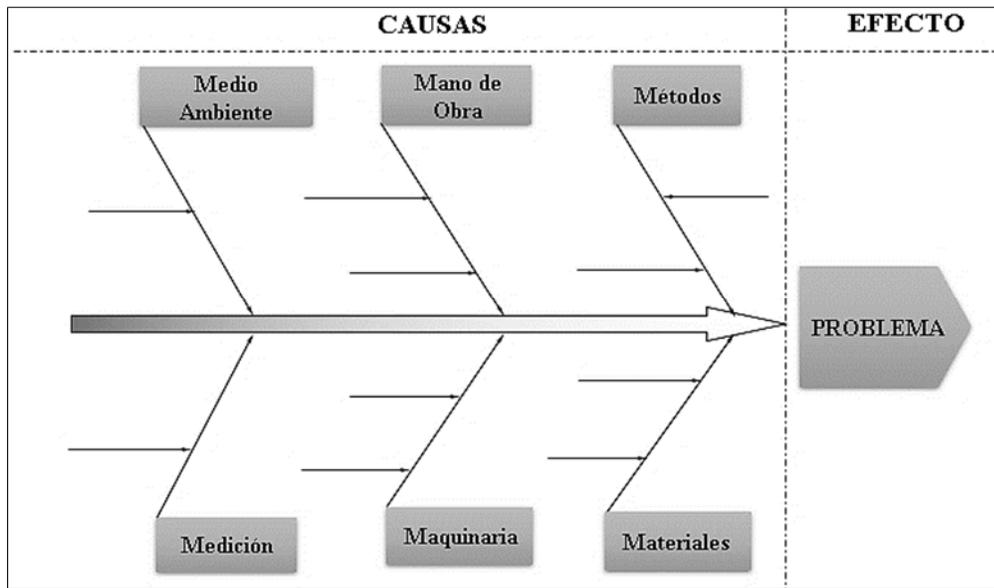


Fig 4. Esquema de diagrama de Ishikawa en base a las 6 M'S

Método de flujo del proceso

Consta de una línea central en el diagrama y sobre esta se desprenden la secuencia normal de la producción, en donde los factores que podrían causar la variación del proceso se colocan en orden cronológico según lo establecido por el proceso o la actividad. Una de las ventajas de este método es que para la determinación de las causas de variabilidad se considera todo el proceso generando alternativas de trabajo [48].

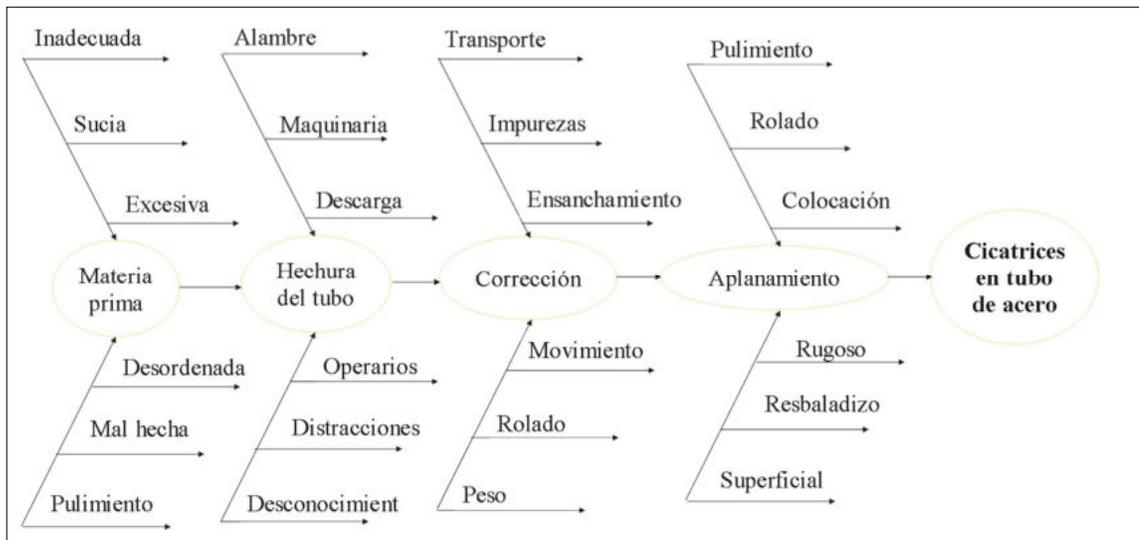


Fig 5. Esquema de diagrama de Ishikawa de flujo del proceso.

Método de estratificación de causas

Este método consiste en ir directamente a las causas potenciales del problema sin previa agrupación (Fig 6), lo cual generalmente se logra con el uso de una lluvia de ideas. Su finalidad es atacar directamente las causas reales, mas no los espejismos. Una ventaja de dicho método es que presenta una complejidad mínima, pues permite analizar de manera directa el problema observado [54].

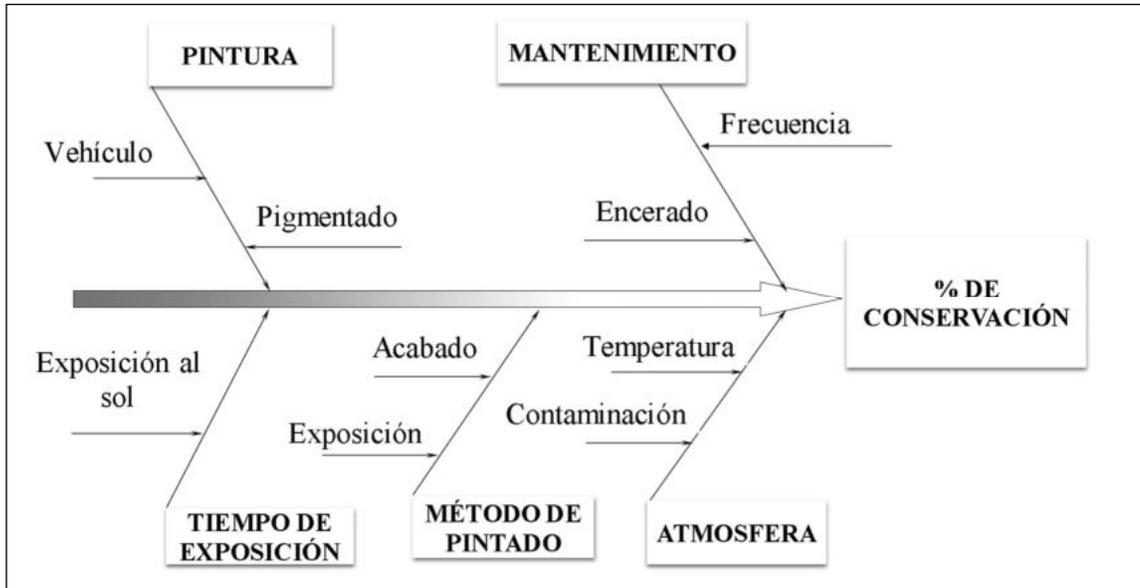


Fig 6. Esquema de diagrama de Ishikawa de estratificación de causas.

AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla)

Conjunto de directrices que permiten identificar y asignar prioridad a las fallas, o defectos potenciales de un servicio o proceso de fabricación. La implementación de dicha herramienta permitirá identificar fallos antes de que se materialicen, disminución de costos de garantía, aumento de la confiabilidad del producto, y aumento de la satisfacción del cliente. Existen 3 tipos de AMEF, que presentan características y aplicaciones, representados en la Fig 7 [52].

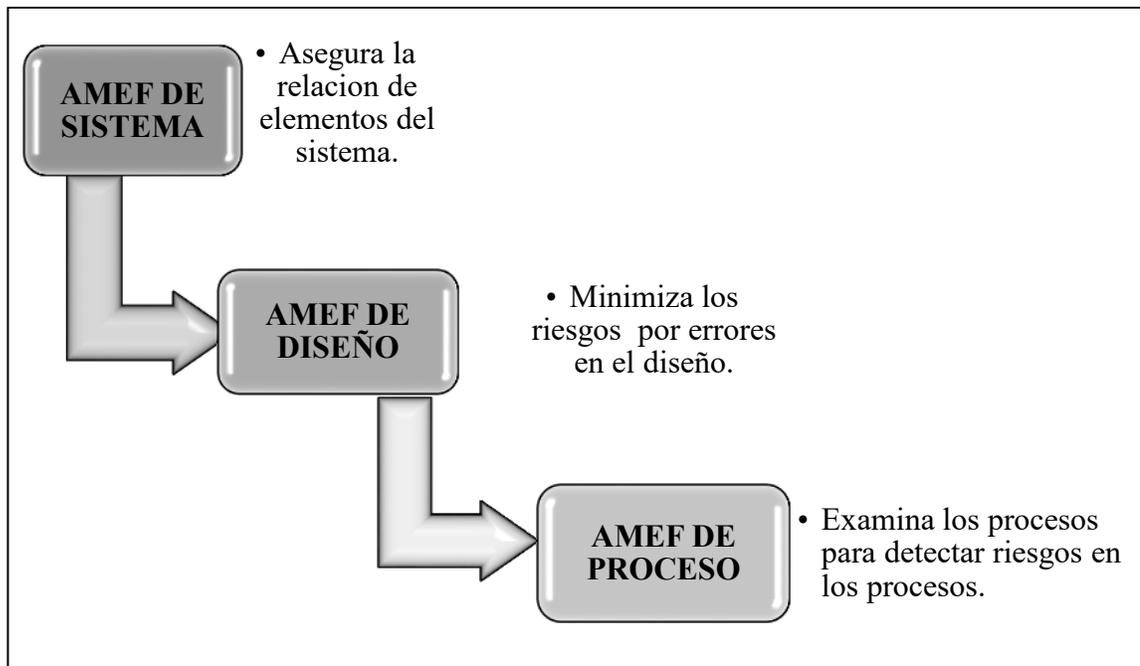


Fig 7. Tipos de AMEF.

Los pasos a seguir para la aplican de dicha metodología son:

- Organizar el equipo que ejecutar el AMEF, delimitando el producto que se analizara.
- Identificar y explorar las formas en que podrían ocurrir las fallas del proceso o producto en estudio.
- En cada fallo presente se procede a la identificación del efecto y de la severidad de la misma (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros y calificaciones para la severidad del efecto de la falla [49].

Efecto	Criterios: severidad del efecto sobre el cliente final y/o sobre el proceso de manufactura	Puntuación
Peligroso, sin aviso	Cliente: Muy alto el nivel de severidad cuando el modo de fallos afecta la operación segura del producto, involucrando incumplimientos Proceso: Pueden afectar al operario sin previo aviso	10
Peligroso, con aviso	Cliente: Muy alto nivel de severidad cundo el modo de fallo afecta la operación segura del producto, involucrado el incumplimiento de regulaciones gubernamentales Proceso: Pueden afectar al operario con previo aviso	9
Muy alto	Cliente: El producto o la parte son poco operable, a razón de la pérdida de su función primaria Proceso: Toda la producción puede ser reparada	8

Tabla 6. Parámetros y calificaciones para la severidad del efecto de la falla [49] (Continuación).

Alto	<p>Cliente: El producto puede operarse, pero con un nivel de desempeño bajo</p> <p>Proceso: El producto tiene que ser clasificado, cierto % puede ser desechado</p>	7
Moderado	<p>Cliente: El producto es operable, el consumidor estará satisfecho</p> <p>Proceso: Una porción puede ser desechada sin clasificar</p>	6
Bajo	<p>Cliente: El producto es operable,</p> <p>Proceso: Una porción puede ser desechada sin clasificar</p>	5
Muy bajo	<p>Cliente: El ajuste, y golpeteo muestran no conformidades, los defectos son de fácil apreciación por parte del cliente (mayor a 75%)</p> <p>Proceso: Cierta porción puede ser retrabajada, sin ningún desperdicio</p>	4
Menor	<p>Cliente: El ajuste, y golpeteo muestran no conformidades, los defectos son de fácil apreciación por parte del cliente (50%)</p> <p>Proceso: Cierta porción puede ser retrabajada, sin ningún desperdicio, pero fuera de la planta</p>	3
Mínimo	<p>Cliente: El ajuste, y golpeteo muestran no conformidades, los defectos son de fácil apreciación por clientes exigentes</p> <p>Proceso: Cierta porción puede ser retrabajada, sin desperdicios, pero fuera de la planta</p>	2

- d. Para cada fallo potencial determinar la causa que lo genera y estimar la frecuencia (Tabla 7), con la que se da cada una de estas.

Tabla 7. Parámetros para la evaluación de la probabilidad de ocurrencia [49].

Probabilidad de ocurrencia de la causa que provoca la falla	Tasa de falla	Puntuación
Muy alta:	> 100 por cada mil piezas	10
Fallas existentes	50 por cada mil piezas	9
Alta:	20 por cada mil piezas	8
Fallas frecuentes	10 por cada mil piezas	7
Moderada:	5 por cada mil piezas	6
Fallas ocasionales	2 por cada mil piezas	5
	1 por cada mil piezas	4
Baja:	0.5 por cada mil piezas	3
Existirán muy pocas fallas	0.1 por cada mil piezas	2
Remota: La falla es muy poca probable	0.01 por cada mil piezas	1

- e. Realizar una lista de controles para la detección de ocurrencias de los fallos, también valorar la probabilidad de que los controles hagan la detección (Tabla 8), del fallo en análisis.
- f. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR), resultante de la multiplicación de la severidad, ocurrencia y detección.
- g. Establecer la prioridad de mejora de fallos en base al valor del NPR obtenido
- h. Revisar los resultados obtenidos tras la aplicación de las acciones de mejora y volver a calcular el NPR

Tabla 8. Parámetros para la evaluación de la oportunidad de detección de causas potenciales [49].

Oportunidad de detección	Criterio: Posibilidad de detección por los controles del proceso	Punt.	Posibilidad de detección
Ninguna oportunidad de detección	En la actualidad no existen controles del proceso, es imposible su análisis	10	Casi imposible
No es probable detectar en cualquier etapa	La falla evidenciada, y la causa de su generación son de difícil detección	9	Muy remota
Detección del problema después del procesamiento	Las fallas evidenciadas en el proceso son detectadas por el operador con sentidos como vista, oído u olfato	8	Remota
Detección del problema en la fuente	Las fallas evidenciadas en el proceso son detectadas por el operador con sentidos como vista, oído u olfato, o mediante instrumentos que miden atributos (pasa, no pasa, malo, bueno, etc.)	7	Muy baja
Detección del problema después del procesamiento	Las fallas evidenciadas en el proceso son detectadas equipos de mediciones continuas o mediante instrumentos que miden atributos	6	Baja
Detección del problema en la fuente	Las fallas evidenciadas en la estación de trabajo son detectadas equipos de mediciones continuas o controles automáticos en la estación de trabajo	5	Moderada
Detección del problema después del procesamiento	Las fallas evidenciadas después del proceso se detectan mediante mediciones controles automáticos que identifican defectos, para que no se generen los mismo posteriormente.	4	Moderadamente alta

Tabla 8. Parámetros para la evaluación de la oportunidad de detección de causas potenciales [49]
(Continuación)

Detección del problema en la fuente	Las fallas evidenciadas en la estación de trabajo se detectan mediante mediciones controles automáticos que identifican defectos, para que no se generen los mismo posteriormente.	3	Alta
Detección del error y/o prevención del problema	Se identifica la causa del defecto en la estación de trabajo a través de controles automáticos	2	Muy alta
No se aplica detección, se previene el error	Se identifica la causa del defecto como resultado de la máquina usada o parte en proceso	1	Casi segura

Estado de un proceso

Cuando se refiere al estado del proceso se utilizan conceptos de estabilidad (cartas de control), y de capacidad (índices de capacidad y métricas Six Sigma) lo que permite evaluar el estado del proceso o en parte del mismo. Por lo que al relacionar dichos términos se menciona que para que un proceso sea capaz debe primero ser estable a través del tiempo. Con lo anteriormente mencionado se puede encontrar con cuatro estados del proceso en relación a la estabilidad y a la capacidad, tal como se indica en la Tabla 9 [51].

Tabla 9. Estados en los que se puede encontrar un proceso [49].

ESTADO DEL PROCESO		¿Es capaz el proceso?	
		Uso de índices de capacidad	
		SI	NO
¿Es capaz el proceso?	SI	A (estable y capaz)	B (capaz, pero inestable)
Uso de índices de capacidad	NO	C (estable pero incapaz)	D (inestable e incapaz)

En si especificando los cuatro estados del proceso, para cada uno de estas se establecen estrategias de mejora de acuerdo a la categoría en la que se encuentren.

Plan tipo D (inestable e incapaz)

Se usa cuando el proceso en estudio tiene baja capacidad de cumplimiento de especificaciones y presentan un grado alto de inestabilidad por causas especiales que se

dan de manera frecuente. Al ser un proceso demasiado inestable se dice que no está estandarizado existiendo variación en factores como materia, prima, mano de obra, métodos utilizados entre otros, por lo que para la reducción de dicha variabilidad se recomienda seguir las actividades indicadas en la Tabla 10 [48].

Tabla 10. Actividades para un proceso tipo D (Inestable y capaz) [49].

<p>Mejorar el uso de las cartas de control</p>	<p>Examinar el actual sistema de inspección del proceso, sino existe se debe implementar o de ser necesario utilizar una o más cartas de control.</p>
<p>Investigar y excluir las causas de la inestabilidad</p>	<p>Con la recolección de datos obtenidos del proceso, estudiar su inestabilidad identificado el de mayor dominio en el proceso y la lista de situaciones que lo generan sobre el cual se debe trabajar para reducir dicha inestabilidad.</p>
<p>Volver a evaluar el estado del proceso</p>	<p>Cuando se ha logrado la eliminación de las causas que provocan la inestabilidad volver a evaluar el proceso para observar la eficacia de las actividades que se ha aplicado.</p>

Plan tipo C (estable pero incapaz)

Se usa cuando el proceso en estudio es estable, pero posee una baja capacidad para el cumplimiento de las especificaciones requeridas lo que involucra un proceso establemente malo que produce unidades fuera de las especificaciones establecidas por el cliente, proceso o normas utilizadas. Por lo tanto, se sugiere las actividades mencionadas en la Tabla 11 [49].

Tabla 11. Actividades para un proceso tipo B (estable pero incapaz) [48].

<p>Mejorar e inspeccionar el uso de las cartas de control</p>	<p>Revisar si las cartas de control para el análisis de estabilidad de dicho proceso son adecuadas.</p>
<p>Investigar las causas de la capacidad baja a través de un proyecto de mejora</p>	<p>Establecido la magnitud del problema se plantea un plan de mejora que aumente la capacidad del proceso, siguiendo los ocho pasos (metodología PHVA) o la metodología DMIAC.</p>

Plan tipo B (capaz pero inestable)

Se dice que se encuentra en un plan tipo B, puesto el proceso es inestable, pero funcionado ante la presencia de causas especiales de variación, cumpliendo con las especificaciones establecidas. Para dicha categoría el proceso está dentro de las especificaciones, pero con desviaciones y cambios significativos (distribución normal), por lo que un futuro podría ocasionar problemas de no cumplimiento de especificaciones. Por lo tanto, para la corrección de dicha inestabilidad se debe identificar y eliminar las causas de la inestabilidad aplicando las actividades recomendadas en el proceso tipo D [49].

Plan tipo A (estable y capaz)

Para este plan el proceso en estudio se especifica como estable y capaz, sin la presencia de problemas muy serios, por lo que las actividades de mejor tienen como finalidad en conservar el estado del proceso y aplicar mejoraras relacionadas a la productividad y operabilidad, sugiriendo las actividades indicadas en la Tabla 12 [49].

Tabla 12. Actividades recomendadas para un proceso tipo A (estable y capaz) [49].

<p>Mejorar e inspeccionar el uso de las cartas de control</p>	<p>Revisar si las cartas de control para el análisis de estabilidad de dicho proceso son adecuadas, caso contrario tomar las acciones correctivas inmediatas.</p>
<p>Investigar alternativas para aumentar la confiabilidad y aumentar la productividad y/u operabilidad del proceso en estudio</p>	<p>Para la detección de los fallos más importantes se usa la metodología AMEF, además de usar herramientas de mejora de productividad y eficiencia, otros que evitan paros de maquinaria no programados, retrasos, etc. y de procesos esbeltos de mejora de flujo y extinción de actividades innecesarias.</p>

Tamaño de la muestra

Permite estudiar una parte de la población representaba y con características en común, facilitando el estudio y presentando resultados apegados a la realidad de la población en estudio. Para determinar el tamaño de la muestra de la población en estudio se utiliza ecuación (34), mencionada a continuación:

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N - 1)E^2 + Z^2pq} \quad (34)$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra calculada

Z= tamaño de la población

p= probabilidad de que ocurra el suceso en estudio (50% porque no existen antecedentes previos)

q= 1-p (probabilidad de que no ocurra el suceso en estudio)

E= error máximo aceptado (a criterio del investigador, pero como máximo 0.05%).

Tipos de muestreo.

Muestreo al azar simple

Basada en la selección de un grupo de tamaño n individuos de una población, con la probabilidad de que cada muestra sea seleccionada, utilizando tablas de números aleatorios, con el principio de que todos los elementos de la población sean enumerados.

Muestreo aleatorio estratificado

Los individuos pertenecientes a la población en estudio tienen características de interés en común, delimitando, identificando y clasificando de acuerdo a los estratos que presentan cada grupo.

Muestreo aleatorio sistemático

Dicho muestreo probabilístico es utilizado cuando los elementos están ordenados. Está basado en la selección de un individuo, y a partir de este mediante una regla determinística (o fórmula de cálculo) ir tomando la muestra a través de intervalos o de manera sistemática

Muestreo aleatorio por conglomerados

Se basa en una división natural de grupos entre sí; establecidos los grupos que dividen a la población de manera aleatoria un elemento k , siendo una variable constante, para luego analizarlo todos los elementos conglomerados que han sido seleccionados.

1.3.Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar el análisis de fallas en el proceso productivo de harina de trigo mediante herramientas de control de calidad en la empresa “Molinos Miraflores S.A.”

Objetivos específicos

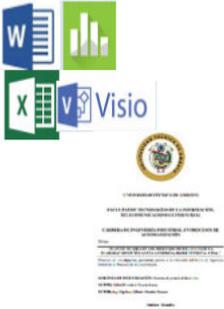
- Identificar los problemas que generan la variabilidad en el proceso productivo de harina de trigo.
- Determinar la capacidad del proceso para establecer la línea base en la fabricación de harina de trigo.
- Analizar las causas que provocan variabilidad en el proceso productivo de harina de trigo
- Elaborar un plan de mejora para reducir las causas de variabilidad en el proceso productivo basándose en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Tabla 13. Lista de materiales empleados en la metodología.

Etapa	Gráfica	Material	Descripción
DEFINIR		Equipos electrónicos (teléfono inteligente y computadora), Word 2017 y listas de chequeo	Utilizados para registrar datos observados como evidencias gráficas, video, audios, etc. que describan y permiten conocer el procedimiento de producción a estudiarse.
MEDIR		Esferográficos, hojas de recolección, base de datos de la empresa y equipos de medición	Con equipos de medición debidamente calibrados se registran los datos en las hojas de verificación y la base de datos manejados por la empresa que conjuntamente serán analizadas y procesadas.
ANALIZAR		Investigaciones bibliográficas, Word, Visio 2017 y listas de chequeo	Sirve para comparar resultados de la medición con temas relacionados que permitan analizar los mismos, generando cuadros informativos, gráficos y texto con ayuda de Word 2017.
MEJORAR Y CONTROLAR		Word 2017 y hojas de evaluación y control	Se usa para elaborar hojas de control y evaluación que permitan controlar las actividades de mejora planteadas anteriormente con la finalidad de lograr los objetivos de la investigación en desarrollo.

2.2.Métodos

Enfoque de la investigación

La investigación emplea el enfoque cuantitativo debido a que está encaminada a la identificación de causas y explicación del problema, a través de la recolección de datos que permitan medir la calidad de producción de harina de trigo empleada la metodología DMAIC en el proyecto Six Sigma en estudio.

Para la recolección de información necesaria también se emplea el enfoque cualitativo debido a que se busca soluciones para el problema encontrada en el proceso de producción; se emplean métodos como entrevistas y observaciones y técnicas hojas de recolección, listas de chequeo, etc. con el fin de cumplir con las expectativas requeridas por el consumidor final.

Modalidad de la investigación

La investigación es de tipo aplicado, el cual se realiza específicamente en la empresa Molinos Miraflores S.A por lo que para el cumplimiento de los objetivos se debe recurrir a la siguiente metodología:

Investigación bibliográfica o documental

La investigación se realiza con el objetivo de detectar, visualizar, ampliar y profundizar conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el problema propuesto; además del apoyo obligatorio en fuentes que brinden información acerca de diagramas, hojas de procesos, registros, reportes de producción, control de calidad y propuestas de mejora que permitan explicar de manera teórica y científica el proceso de la investigación planteada.

Investigación de campo

Es una investigación de campo debido a que se realiza en el lugar de los hechos en contacto directo con los objetos de la investigación, ya que se verifica el estado de los procesos y de la documentación que se emplea en la empresa Molinos Miraflores S.A., permitiendo el conocimiento a fondo del problema y adquiriendo valiosa información con la cual se podrá resolver el problema planteado.

Investigación transversal

Es de tipo transversal debido a que se efectúa en un periodo de 6 meses (octubre - mayo),

comprendiendo el análisis de los procesos productivos de la elaboración de harina de trigo, la recolección de datos y el procesamiento que permita conocer el nivel de calidad de la empresa.

Población y muestra

Población

La investigación toma como población el proceso de producción de la harina de trigo con un promedio diario de 640 unidades (basados en registro de producción), sobre lo cual se debe estudiar cada una de las áreas que componen el proceso, con la finalidad de analizar las causas que generan la variabilidad en el producto final.

Muestra

Al ser una investigación transversal, es decir en un período determinado de tiempo, la muestra de estudio es de tipo sistemática, la cual recorrerá mediante intervalos previamente definidos la población en estudio. Por lo tanto, se sigue el procedimiento y consideraciones para el establecimiento de la muestra:

Se determina que la producción es de 19250 unidades de Harina de Trigo Azul con un aproximado de 640 unidades diarias (producción en los 30 días laborables, duración del proyecto en estudio), por lo que es necesario establecer una muestra mediante el uso de la ecuación (34), los datos expuestos en la Tabla 14 y un nivel de confianza del 95% (indicando que, al ser una población grande existe la probabilidad de que el 95 % de la elementos presenten parámetros comunes en toda la población a estudiarse).

Tabla 14. Tamaño de muestra para el análisis.

Datos	
Z= Nivel de confianza del 95%	1.96
p= probabilidad de que ocurra el suceso en estudio	0.5
q= probabilidad de que no ocurra el suceso en estudio	0.5
E= error máximo aceptado (A conveniencia)	0.042
N=Unidades producidas diariamente	640
Resultado	
n= Tamaño de la muestra calculada	295

Al ser un muestreo sistemático se enumeran cada uno de las unidades de harina de la población, se extrae uno de ellos al azar y a partir de este, los demás elementos se toman dependiendo del valor k calculado empleando la siguiente ecuación (35).

$$k = \frac{N}{n} \quad (35)$$

$$k = \frac{640}{295} = 2.16 = 2$$

La muestra es recogida en jornadas normales de trabajo por parte de los operarios y registrada por el investigador en las hojas de recolección de datos diseñadas (Anexo 19).

Considerando el muestreo sistemático la primera muestra es recogida en la jornada de la mañana (9:00 am), a partir de dicha muestra se considera el marco muestral calculado ($k=2$) para la próxima muestra recogida; en el caso de presentarse eventos que causen la parada del proceso (fallos de máquinas, equipos de medición defectuosos, ausencia de producto en proceso, etc.), dicho registro se elimina y se empieza un nuevo registro.

Para el análisis de variables continuas se emplean datos registrados por los operarios de turno y analistas de laboratorio, lo cuales recogen “*muestras de análisis*” en cada jornada de trabajo. Una “*muestra de análisis*”, es una parte representativa del producto en proceso, la cual es recogida en base a la normativa NTE INEN-ISO 24333 (Cereales y productos derivados: Toma de muestras) que indica la forma de toma de muestras y en la norma NTE INEN-ISO 2859-1 (Procedimientos de muestreo para inspección por atributos) que permite determinar la cantidad de muestras necesarias para ensayo.

Recolección de información

La recolección de información en la empresa “MOLINOS MIRAFLORES S. A”, se realiza en jornadas normales de trabajo, procurando evitar interrupciones y tomando gran cantidad de evidencias posibles que ayuden al desarrollo del proyecto. Se establece 1 mes (30 días laborables) como periodo de observación con la finalidad de que la información recolectada sean lo más fiable posible, de ser el caso se aplica un muestreo. Para la recolección de información basada en la metodología DMAIC se emplean técnicas y herramientas o instrumentos mencionados a continuación:

Tabla 15. Técnicas y herramientas utilizadas en la investigación.

 RECOLECCIÓN DE DATOS 			
ETAPA	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN
DEFINIR	Observación directa, entrevistas y diagramas de flujo	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de observación (Anexo 10) - Seguimiento de visitas. - Listas de control (Anexo 11) - Formatos de flujo de proceso 	Se realiza la visita a la planta de producción en una jornada de producción, en donde se registran todas las etapas del proceso a través de fotografías, y fichas de registro. Se realiza entrevista a los operarios presentes en dicho turno y jefe de producción encargado del proceso acerca de los fallos evidenciados durante las actividades que realizan.
MEDIR	Observación directa	<ul style="list-style-type: none"> - Listas de control (Anexo 11) - Hojas de recolección de datos para variables y atributos (Anexo 15, Anexo 16, Anexo 17 Anexo 1, Anexo 19 y Anexo 20) 	Se recolectan muestras de análisis los cual brindarán datos continuos, a través del uso de equipos debidamente calibrados y registrados en las hojas de recolección de datos por el departamento de calidad. Mientras que para datos de atributos los operarios han sido instruidos para registrar cualquier falla evidenciada en las hojas de registro, con todos los datos solicitados en las misma (jornada, hora, operario, etc.).

Tabla 15. Técnicas y herramientas utilizadas en la investigación (Continuación).

 RECOLECCIÓN DE DATOS 			
ETAPA	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN
ANALIZAR	Observación directa, Análisis documental	- Fichas de observación (Anexo 10) - Listas de control (Anexo 11) - AMEF	Se recolecta información de las causas que generan los fallos definidos, con participación de los miembros que conocen el proceso (operarios y jefe de producción), además de estudios previos realizados y relacionados a la producción harina de trigo clasificándoles en fichas de registro y herramientas de procesamiento.
MEJORAR	Análisis documental	- Formatos de procedimientos documentados	Se establecen las causas que generan los problemas y se recolectan actividades de mejora que busquen la reducción de la variabilidad en el proceso a través de herramientas de mejora.
CONTROLAR	Observación directa, Análisis documental	- Hojas de control y fichas de seguimientos	Se recolecta información acerca de medios de control para las mejoras implementadas, las cuales permitirán recoger información para toma de decisiones futuras que busquen una mejora absoluta del proceso.

Para garantizar la recolección de datos se utilizan equipos e instrumentos debidamente calibrados y certificados con procedimientos estandarizados, indicados en el Anexo 2.

Procesamiento y análisis de datos

Se usan softwares informáticos de Office (Excel y Word) para el procesamiento de información; mientras que para el análisis gráfico de flujogramas y cursogramas analíticos del proceso se emplean el software Visio. Con respecto al procesamiento de datos recolectados se utiliza el software Minitab 2018 e investigaciones relacionadas al tema de estudio, lo que se logra con el procedimiento descrito en la Tabla 16, que permitirá la obtención de resultados de aporten beneficios a la empresa en estudio.

Tabla 16. Procesamiento y análisis de datos basados en la metodología DMAIC.

	Actividad	Técnica o método	Participantes, recolección y procesamiento
DEFINIR	Recolección de listas de fallos, problemas o quejas del proceso y del producto final obtenido.	Lluvia de ideas	Mediante participación de los operarios de turno, jefes de producción y la técnica de lluvia de ideas (Anexo 7) y la 5W - 1H (Anexo 9) se recolectan, se estudian y se clasifican los fallos observados en el proceso productivo, presentando los resultados en la Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27, Tabla 28 y el Anexo 8.
		5W – 1H	
	Determinación de los fallos poco vitales	Diagramas de Pareto	A través de las hojas de recolección de datos iniciales (Anexo 14) y con participación de los operarios de turno se recolecta, se procesa y se analizan dichos datos mediante diagramas de Pareto y uso del software MiniTab.
	Descripción de fallos presentados en el proceso de manera detallada.	Entrevista y observación	Se realiza la entrevista al personal de turno y a los jefes de producción (Anexo 12), permitiendo el detalle de los problemas pocos vitales representados en la Tabla 36 a través software Word.

Tabla 16. Procesamiento y análisis de datos basados en la metodología DMAIC (Continuación).

	Actividad	Técnica o método	Participantes, recolección y procesamiento
MEDIR	Recolección de datos de atributos y de variables	Plan de recolección de datos y planes de muestreo	Mediante los formatos de hojas de verificación de la empresa o diseñadas por el investigador (Anexo 16, Anexo 17, Anexo 18, Anexo 19, Anexo 20) se recolectan y se ordenan, a través del software Excel.
	Determinación de estabilidad del proceso y de variables en estudio	Gráficas de control	Se establece la estabilidad del proceso o de las variables en estudio, a través del análisis del comportamiento de dichos datos mediante carta de control en el software MiniTab.
	Determinación la capacidad del proceso y de variables en estudio	Índices de capacidad y métrica Six Sigma	Se analiza la capacidad del proceso, mediante los índices de capacidad y métricas de Six Sigma procesados y calculados en el software MiniTab.
ANALIZAR	Identificar causa raíz de fallos, inestabilidad y de incapacidad	Diagramas de Ishikawa	Se analiza las causas que generan los problemas de variabilidad mediante diagramas de Ishikawa en base a las 6M, analizando sobre que factor se generan con mayor incidencia los problemas pocos vitales a través software Word.
	Establecer prioridad de mejora a los fallos pocos vitales	Análisis de modo y efecto de las fallas	Se realiza el análisis de prioridad de fallos presentando el análisis y resultados en un AMEF en una hoja de cálculo de Excel, sobre los cuales se deben plantear alternativas de mejora.

Tabla 16. Procesamiento y análisis de datos basados en la metodología DMAIC (Continuación).

	Actividad	Técnica o método	Participantes, recolección y procesamiento
MEJORAR	Identificar áreas de mejora	Plan de mejora	Con los resultados obtenidos observación directa y participación de jefe de producción e investigador se identifican las áreas de mejora sobre las que se debe trabajar para reducir la variabilidad.
	Establecer actividades de mejora		Se analizan los fallos y los efectos que provocan, generando alternativas de mejora descritas en un “plan de mejora” con la intervención de jefe de producción, operarios e investigador, basándose en estrategias de mejora relacionados a la industria en estudio.
CONTROLAR	Establecer de medios de control	Sistemas de control y evaluación	Establecidas las acciones de mejora mediante formatos de control se lleva a cabo la supervisión de dichas actividades, lo cual será analizado y procesado mediante softwares (Excel, Minitab) para observar los resultados obtenidos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de resultados

Antecedentes generales



La empresa Molinos Miraflores S.A. perteneciente a la industria molinera se ubica en la provincia de Tungurahua, ciudad de Ambato, específicamente en la parroquia urbana la Matriz en las calles Av. Miraflores 114 y Pérez de Anda; esta empresa se dedicada a la producción de harina de trigo empleado materia prima importada de países como Canadá y Estados Unidos. Aspira convertirse en el líder a nivel nacional, fomentando el consumo y calidad de sus productos de modo eficiente y constante, con un alto grado de responsabilidad social renovando y transformando su oferta con líneas que consientan al consumidor conseguir productos adecuados dentro de una sola empresa.

En estos últimos años la industria Molinos Miraflores S.A., ha empezado un proceso de renovación de maquinarias y la introducción de procesos nuevos que le ayuden a ser más competitivos; para ello fue necesario la implementación de tecnología avanzada, infraestructura apropiada y personal capacitado, requiriendo una adecuada administración del Talento Humano que ayuden a que todos sus colaboradores se hallen debidamente adiestrados con la finalidad de aprovechar al máximo la inversión realizada. El producto que mercantiliza Molinos Miraflores S.A. cumple con los requerimientos de calidad y gusto del cliente, a través de una comprobada aceptación del mercado, mediante la recopilación instantánea de nuevos competidores, productos sustitutos y variación de preferencia de los consumidores.

Datos generales de la empresa

Tabla 17. Matriz de de datos informativos de la empresa.

MOLINOS MIRAFLORES S.A.	
MISIÓN	VISIÓN
Proveemos alimentos que satisfacen los requerimientos de nuestros clientes, cumpliendo con altos estándares de eficiencia y calidad, respetando los valores y principios de la empresa.	Ser una empresa exitosa, con creciente participación en el mercado nacional, reconocida por sus clientes por la diversificación y calidad de sus productos y servicios.
POLÍTICA DE LA EMPRESA	
<p>Calidad</p> <p>MOLINOS MIRAFLORES S.A., es una empresa comprometida en diseñar, producir y comercializar harina de trigo, así como también de proveer productos complementarios de panadería cumpliendo con los requisitos de nuestros clientes y promoviendo una cultura de mejoramiento continuo.</p>	<p>Servicio</p> <p>Brindamos un servicio integral a nuestros clientes a través de un Asesor Técnico. Impartimos conocimiento para apoyarle en todo lo referente a la elaboración de pan y pastelería.</p>
OBJETIVOS DE CALIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la satisfacción de nuestros clientes. • Mejorar la eficacia en la producción • Mejorar la eficacia en comercialización • Mejorar la eficacia del desarrollo de nuestros productos • Mejorar continuamente los procesos 	
PRINCIPIOS Y VALORES	
<ul style="list-style-type: none"> • Ética en el negocio • Respeto • Lealtad • Integridad • Responsabilidad social 	

Organigrama funcional

En la actualidad en la empresa Molinos Miraflores S.A. consta con 60 trabajadores los cuales están distribuidos en áreas administrativas y de producción, con adecuadas actividades y departamentos como se muestra en la Fig 8.

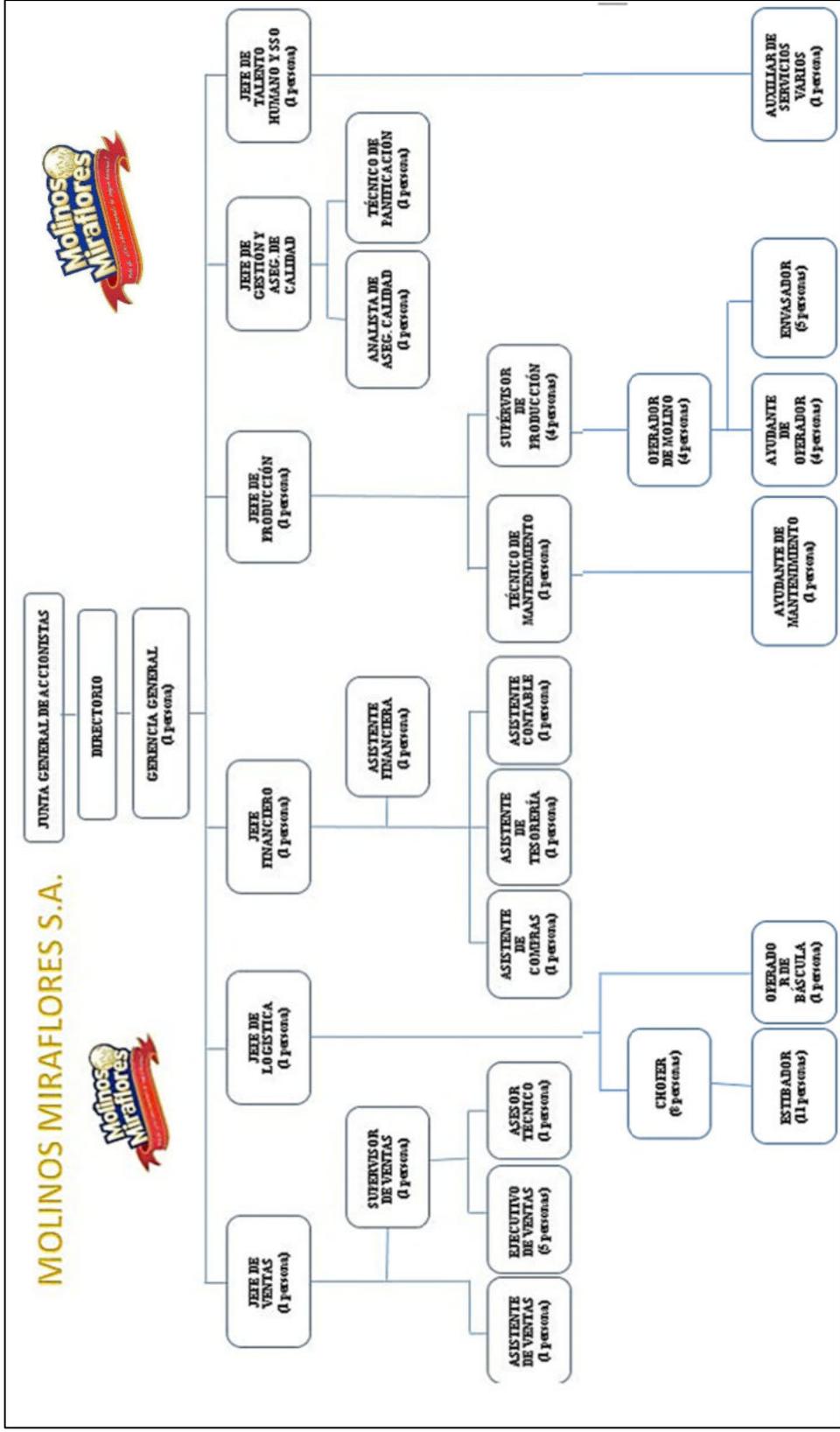


Fig 8. Organigrama funcional de la empresa Molinos Miraflores S. A.

Productos ofertados

En la industria molinera de la empresa en estudio se labora las 24 horas del día en jornadas de 8 horas por cada uno, lo que permite la producción de productos mencionados en la Tabla 18.

Tabla 18. Productos ofertados por la empresa Molinos Miraflores S.A.

	NOMBRE COMERCIAL	PRESENTACIÓN	ENVASES
A	HARINA DE TRIGO PANADERA "AZUL"	COSTALES DE 50 KG Y 9 KG.	
<p>Descripción:</p> <p>Es un producto que se obtiene del proceso de molienda de trigos para conseguir una harina de fuerza y tenacidad elevada, al cual se le ha añadido los nutrientes y agentes de conservación de harina de acuerdo a los términos permitidos por los parámetros técnicos de las normas vigentes.</p>			
<p>Área de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toda clase de pan y diferentes productos de pastelería. • Harina para fermentaciones prolongadas. • Se acopla a distintos tipos de panaderías y procesos. 			

Tabla 18. Productos ofertados por la empresa Molinos Miraflores S.A. (Continuación).

B	<p>HARINA PANADERA</p>	<p>COSTALES DE 50 KG</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Producto obtenido de la molienda de trigos de calidad para producir una harina de fuerza y tenacidad mediana, al cual se le añade micronutrientes y agentes de tratamiento de harina de acuerdo a los niveles permitidos por las especificaciones técnicas de las normas vigentes.</p>			
<p>Área de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todo tipo de pan y diversos productos de pastelería. 			
C	<p>HARINA INTEGRAL (Alto contenido de fibra)</p>	<p>COSTALES DE 45 KG 25 KG Y 9 KG.</p>	

Tabla 18. Productos ofertados por la empresa Molinos Miraflores S.A. (Continuación).

<p>Descripción:</p> <p>Producto obtenido de la molienda de trigos seleccionados para obtener una harina que conserva el salvado y la semita, a la que se ha adicionado micronutrientes y agentes de tratamiento de harina de acuerdo a los niveles permitidos por las especificaciones técnicas de las normas vigentes.</p>			
<p>Área de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de pan Integral y diversos productos integrales 			
<p>D</p>	<p>SEMITA</p>	<p>COSTALES DE 45 KG</p>	
<p>Descripción:</p> <p>Subproducto obtenido del proceso de molienda de trigo, compuesto por partículas finas de salvado de trigo y germen.</p>			
<p>Área de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación animal. • Preparación de alimentos balanceados para consumo animal. 			

Tabla 18. Productos ofertados por la empresa Molinos Miraflores S.A. (Continuación).

E	AFRECHO	COSTALES DE 45 KG	
<p>Descripción:</p> <p>Subproducto obtenido del proceso de molienda de trigo, proveniente de las capas externas del grano (salvado) que quedan después de extraer la harina.</p>			
<p>Área de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación animal • Preparación de alimentos balanceados para consumo animal. 			

Levantamiento del proceso productivo

Diagrama de flujo

En este punto se realiza la descripción de cada una de las etapas para la producción de harina de trigo y las actividades que se realizan en cada una de estas. Este proceso cuenta con 17 etapas de producción con actividades que ayudan a obtener el producto final. Para la realización de este diagrama de flujo se emplea la norma ANSI. A continuación, en la Fig 9, se detallan cada una de estas etapas.

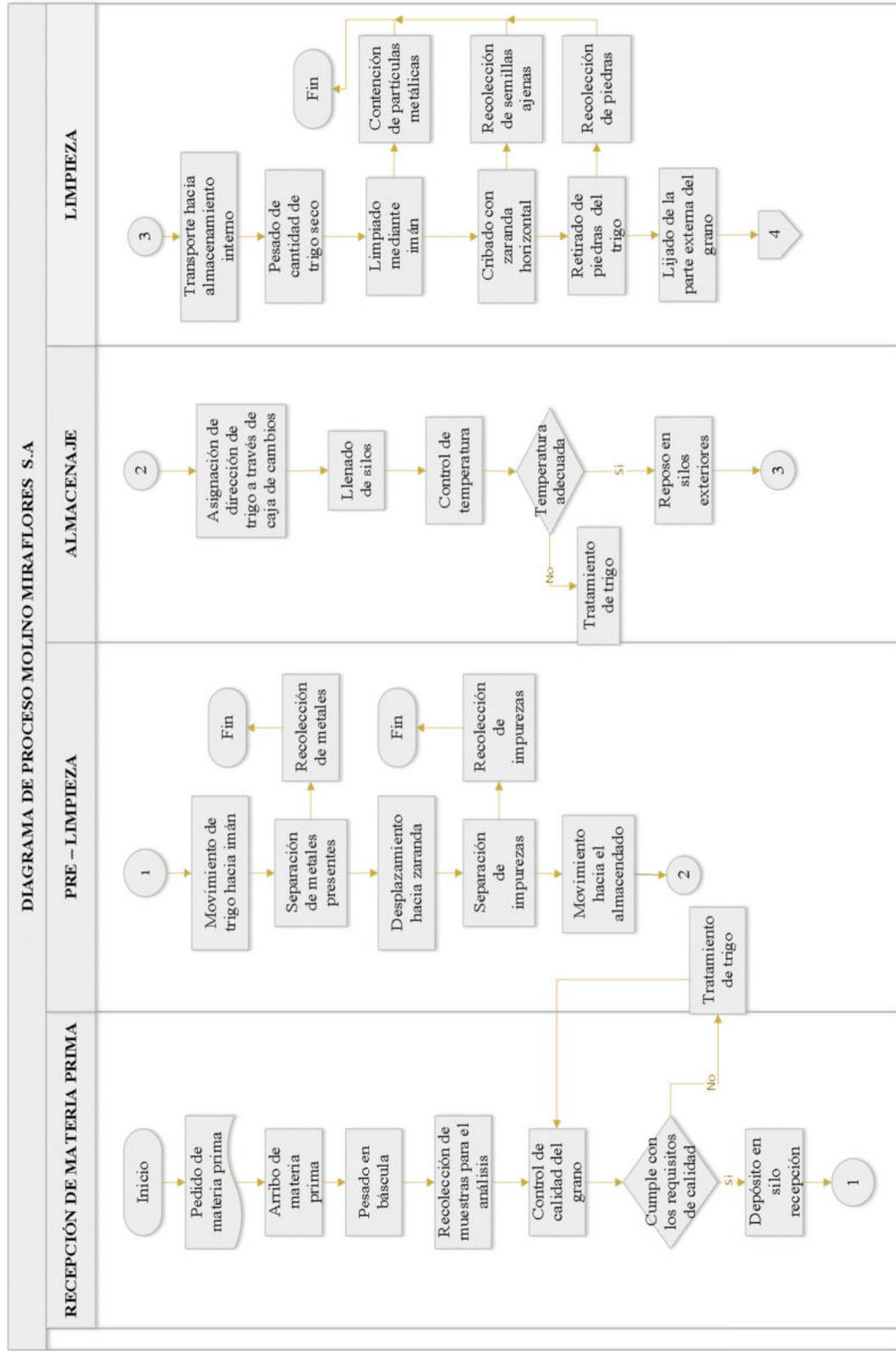


Fig 9. Diagrama de flujo general de proceso producción en la empresa Molinos Miraflores S.A.

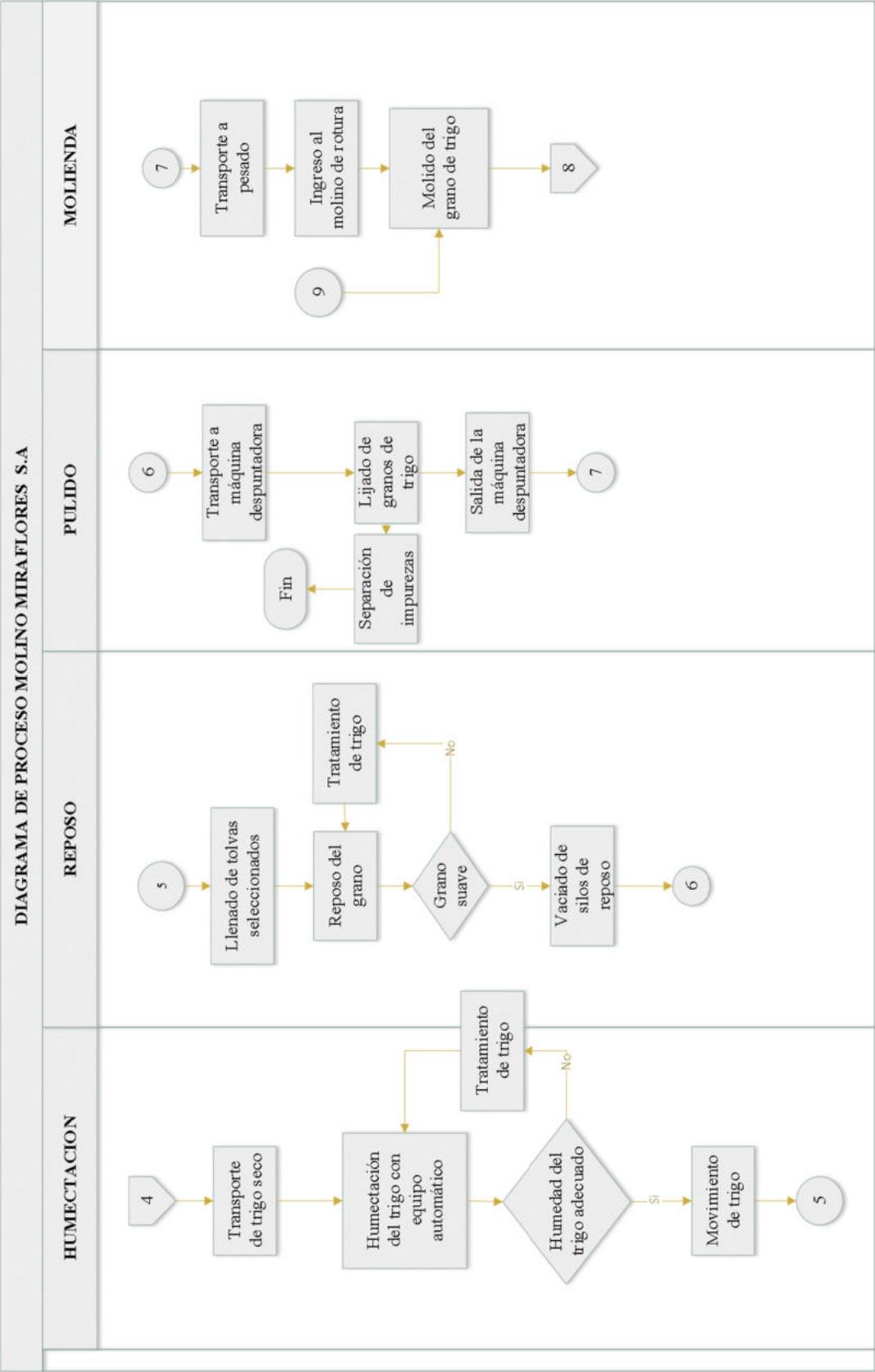


Fig 9. Diagrama de flujo general de proceso producción en la empresa Molinos Miraflores S.A (Continuación).

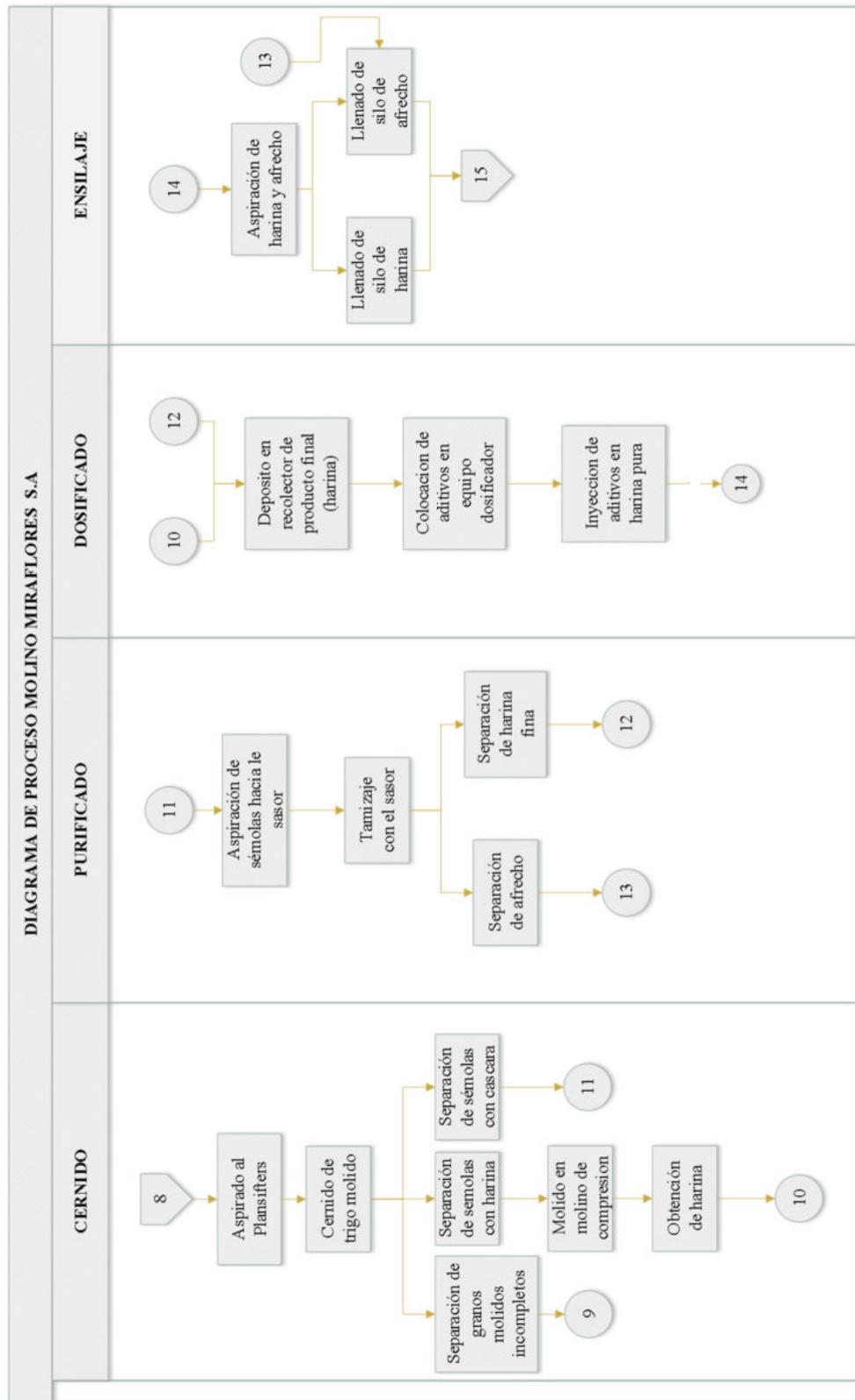


Fig 9. Diagrama de flujo general de proceso producción en la empresa Molinos Miraflores S.A (Continuación).

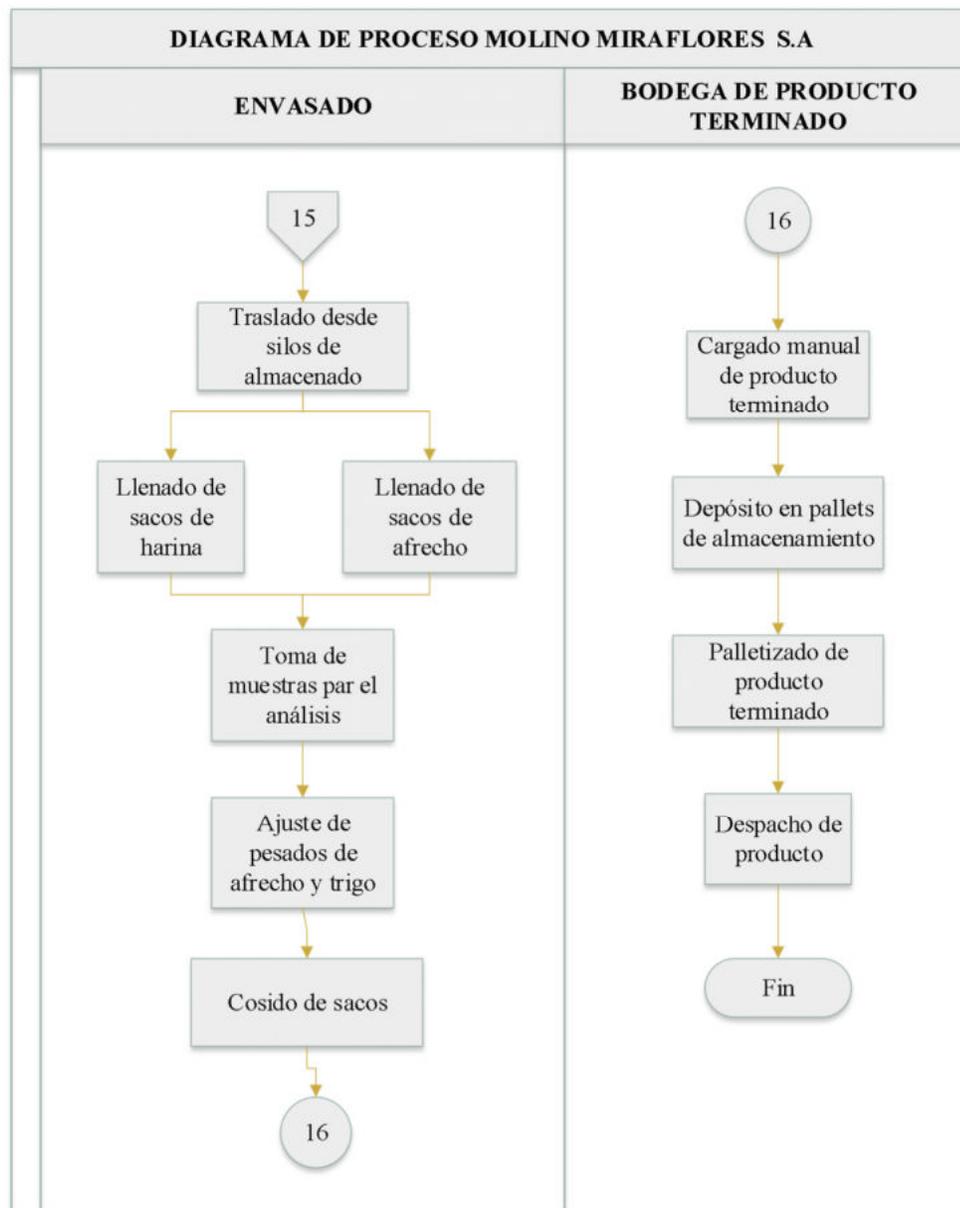


Fig 9. Diagrama de flujo general de proceso producción en la empresa Molinos Miraflores S.A (Continuación).

Descripción del proceso

La industria Molinos Miraflores S.A es una de las empresas que cuenta con sistemas o procesos automatizados en un 40%, lo que involucra que el resto del proceso utilice métodos tradicionales de producción con revisión y operación constante de personal humano que verifica el desempeño de cada maquinaria. Las instalaciones de la planta están definidas por etapas de producción las cuales se detallan a continuación:

- **Recepción**

La materia prima (trigo) es importado desde países como Estados Unidos y Canadá mayores proveedores a nivel de Latinoamérica, además del uso de una cantidad mínima de trigo nacional. Esta materia prima es transportada por camiones desde la graneleras del puerto de carga hacia la planta, el cual es pesado en la báscula camionera para posteriormente ser depositada en el silo de general de recepción de capacidad aproximada de 45 toneladas. Uno de los factores clave en esta tarea es conocer la cantidad de trigo que se deposita; por lo que se realiza el pesado con el camión cargado y posteriormente el pesado en vacío para que la diferencia se conozca como el peso neto de la materia prima. La descarga de materia prima se realiza sobre la rejilla metálica, la cual permite que solo los granos de trigo se depositan en el silo, tal como se indica en la Fig 10. Como antecedentes de problemas relacionados a calidad se ha evidenciado granos de trigo con presencia de materias extrañas y en descomposición orgánica, lo que incurre a olores y producto de baja calidad.



Fig 10. Área de depósito con rejilla metálica de cernido y pesado de materia prima.

Pre - Limpieza

Esta etapa consiste en la eliminación y reducción de materiales ajenos al grano de trigo, por lo que se emplea sistemas de ventilación y aspiración de dicho material; cuando el trigo ha sido depositado en el silo de recepción, este es trasladado mediante bandas de transporte hacia el imán de separación, en donde se permite el paso del trigo y el atrapamiento de los elementos metálicos. Luego de haber realizado esta pre-limpieza el

trigo se traslada hacia la zaranda horizontal vibratoria, la cual es cernida a través de una malla metálica y movimiento oscilatorio horizontal separando las impurezas presentes en el grano (Fig 11). El trigo pre-limpiado continua por una línea de producción mientras que las impurezas son almacenadas en los tanques de impurezas. Este proceso es controlado a través de un sistema HMI (Interfaz hombre – máquina), en la sala de control, desde donde se opera el arranque o apagado de equipos de pre- limpieza, lo cual lo realiza personal capacitado. En muchos casos los problemas evidenciados en esta etapa han sido el exceso de impurezas o falta de mantenimiento en equipos que componen dicha etapa.

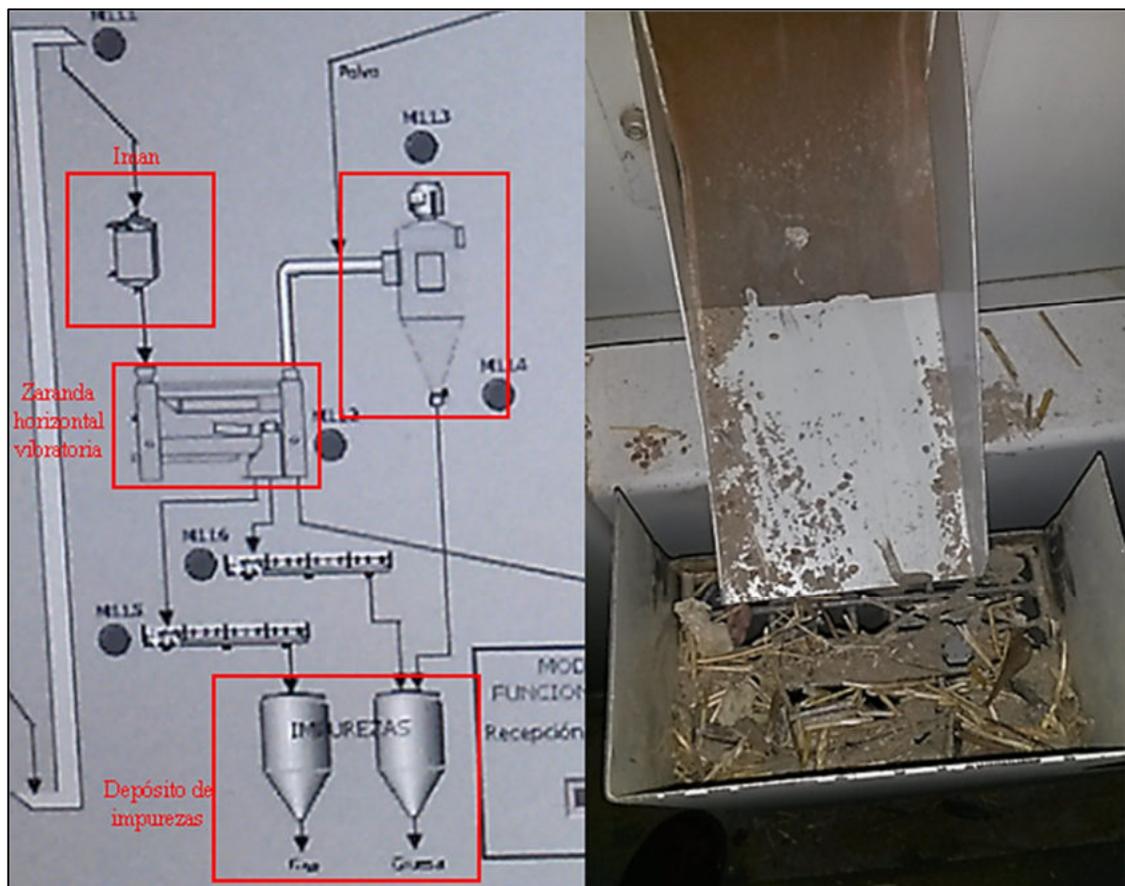


Fig 11. Área de pre - limpieza en pantalla HMI y escombros presentes en el trigo.

- **Almacenaje**

El trigo es transportado a través de los elevadores hacia los silos metálicos de almacenamiento 1, 2 y 3, visualizados y controlados en el sistema HMI del cuarto de control (Fig 12). A detalle el silo 1 y 2 tiene una capacidad de 400, mientras que el silo 3

tiene una capacidad de 680 toneladas. Para el llenado y consumo de los granos almacenado en los silos se emplea el método FIESTA el cual consiste en que el primer trigo que llega al silo este será el primero en ser ocupado. La dirección o destino del trigo es controlado mediante una caja de cambios ubicados sobre los silos, con el cual se dirige el trigo hacia el silo designado. Es importante recalcar que durante este almacenaje es de vital importancia conservar al trigo, por lo que dentro de cada silo están presentes sistemas de termocuplas y ventilación suministrando temperaturas de 25 °C ideal para la conservación del grano, debido a que materia prima es de tipo orgánica y puede cambiar sus características.

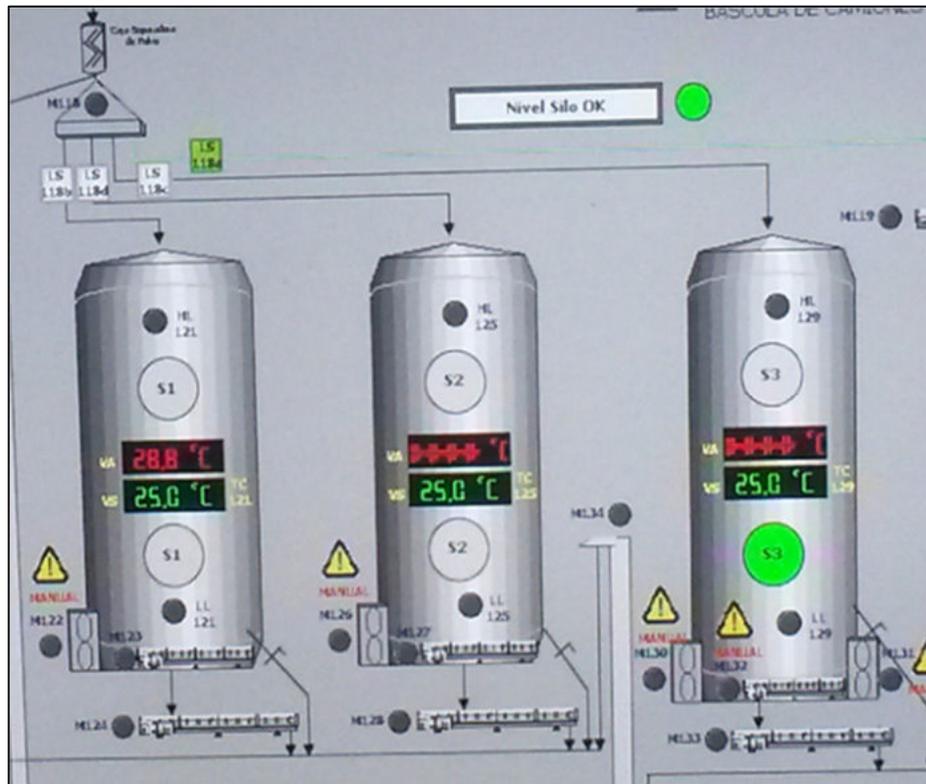


Fig 12. Visualización de la pantalla HMI de los silos de almacenamiento externos.

Cuando la materia prima esta almacenado en los 3 silos de almacenamiento externos estos son trasladados hacia los silos pulmones ubicados en la parte interior (silo general con una capacidad de 140 toneladas, el silo tortolero con una capacidad de 100 toneladas y el silo interior con una capacidad de 50 toneladas) visualizados en las pantallas HMI del cuarto de control indicados en la Fig 13. Este punto es importante debido a que la materia prima que se consume para la molienda debe estar listo para su proceso, pero el realizar la

actividad de traslado de la parte externa hacia la interna conlleva tiempo y ruido, lo que causa molestias hacia la población cercana a la industria, siendo un inconveniente común evidenciado en dicha etapa.

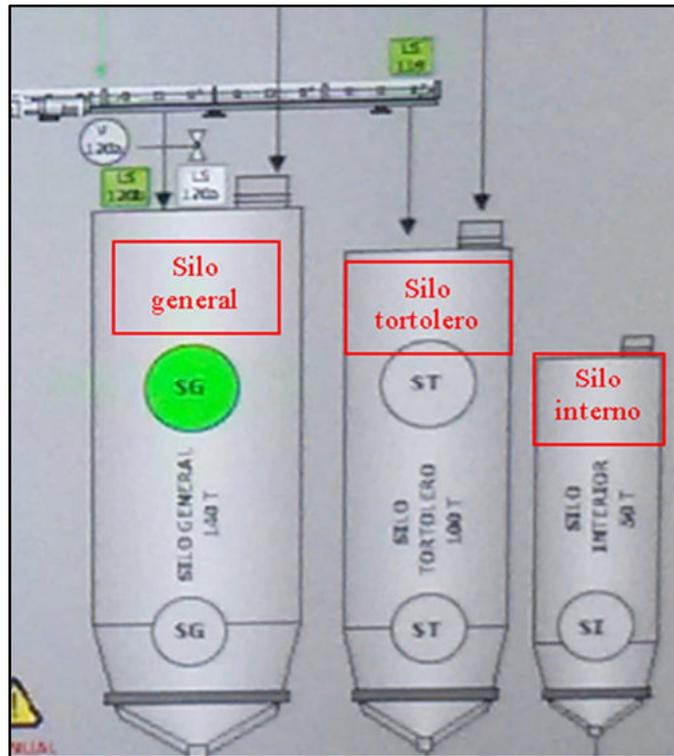


Fig 13. Visualización de los silos de almacenamiento internos en la pantalla HMI.

- **Limpieza**

El trigo almacenado en los silos internos de la planta de producción debe ser limpiado con la finalidad de quitarle la mayor parte de impurezas que pasaron la etapa anterior (Fig 14); en esta fase el primer control es el pesaje de la materia prima a través de la balanza la que indica la cantidad de peso de materia prima que va al proceso, seguido a esto el trigo pasa por un imán que sostiene las partículas metálicas previa entrada a la zaranda horizontal vibratoria de cribas, la máquina antes mencionada retira semillas ajenas al grano tales como alverjas, sojas, pajas, etc.. Luego está la máquina despedradora y la despuntadora, la una se encarga de retirar las piedras presentes en el trigo tal como se indica en la Fig 14, en cambio la restante pule la corteza del trigo para quitarles residuos como tierra, pelusas y barbillas con la finalidad de disminuir la carga microbiológica presente en la superficie.

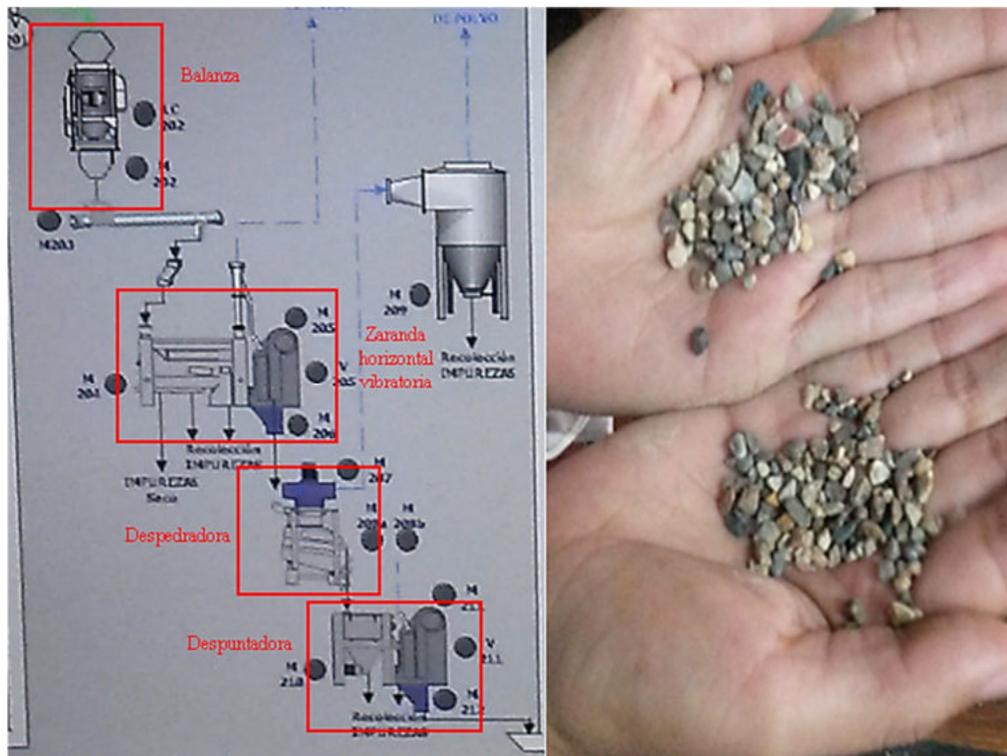


Fig 14. Maquinaria en el área de limpieza y piedras obtenidas de la máquina despedradora.

- **Humectación**

Una vez que se obtiene el trigo limpio y seco pasa a la etapa de humedecido con la finalidad de acondicionar el grano para el proceso de molido, este proceso se realiza a través del Equipo Humectador Automático (SATH) el cual es operado desde el cuarto de control (Fig 15) permitiendo controlar automáticamente el caudal de agua de acuerdo a los requerimientos del proceso.

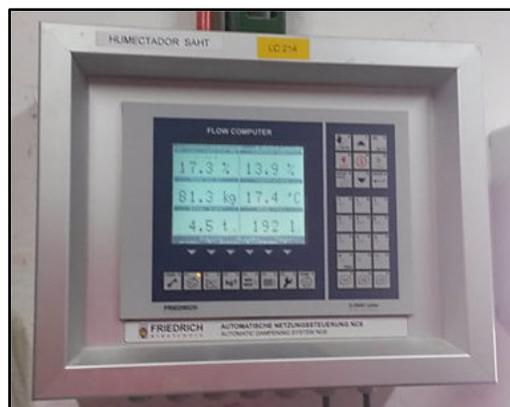


Fig 15. Equipo humectador automático SATH.

- **Reposo**

Cuando el trigo ha sido humedecido este es trasladado secuencialmente hacia cualquiera de las tolvas de reposo (4 de acero y dos de cemento) como se indica en la Fig 16. La capacidad de cada tolva es de 13.5 toneladas, en las cuales el tiempo estimado de reposo oscila entre 20 a 24 horas con la finalidad de que la humedad que está en la superficie del grano entre hacia la estructura interna del mismo para su acondicionamiento, es decir que el grano este suave y en condiciones aptas para el proceso siguiente. Cabe recalcar que aproximadamente cada tolva de almacenamiento se procesa en un estimado de 5 horas con una secuencia controlada y que un excesivo tiempo de reposo afectaría la composición orgánica del grano de trigo conllevando a la disminución de la calidad en la harina.



Fig 16. Tolva metálica de reposo 2.

Los fallos evidenciados en esta etapa son el exceso de tiempo de reposo, lo que genera la descomposición orgánica del grano de manera más rápida.

- **Pulido**

En esta etapa se encuentra una segunda máquina despuntadora, la cual se encarga realizar el pulido de los granos de trigo con la finalidad de reducir la carga microbiológica presente en la corteza del grano y por ende causar un menor tiempo de vida útil en el producto terminado. Posterior a esta operación sigue el control de pesaje en línea para el reporte de materia prima que entra al proceso. De manera no habitual los problemas evidenciados en esta etapa es la presencia de partículas extrañas que han superado las etapas previas de limpieza, además del desgaste de la maquinaria involucrada en el proceso.

- **Molienda**

Es importante mencionar que desde esta etapa el proceso no es automatizado y es operado mecánicamente por personal operativo y paneles eléctricos. Dicha etapa está conformada por 12 bancos de molienda, de los cuales 4 son de rotura y 8 de compresión (Fig 17). El trigo pasa por el banco de rotura los cuales internamente disponen de dos cilindros metálicos estriados (Fig 18), en donde se tritura el grano separando el endospermo de la cáscara (parte blanca de la cáscara), luego esto grano triturado es dirigido hacia los Plansifters para ser cernidos y clasificados de acuerdo al producto obtenido.

Habitualmente los problemas detectados en esta etapa es la rotura inadecuada del grano por el desgaste de los cilindros metálicos de molido, ya que al tener una vida útil estos se desgastan y necesitan de su mantenimiento o cambio.



Fig 17. Molino con cilindros estriados y cilindros lisos.



Fig 18. Cilindros metálicos para máquinas molineras.

- **Cernido**

Una vez que las fracciones de trigo han sido separadas se procede al cernido de los productos obtenidos de acuerdo al diámetro y composición de cada partícula de una manera cíclica hasta obtener partículas finas de harina. El grano triturado después de pasar por el banco de rotura es aspirado hacia el *Plansifter* (Fig 19), en donde se encuentra con una serie de tamices. Estos tamices son telares que tiene diferente diámetro de cernido; entonces los productos separados en el primer tamiz que son granos molidos incompletos y de mayor composición son enviados nuevamente hacia otro banco rotura, en cambio en el siguiente tamizado con diámetro menor se detienen las sémolas con harina separándoles y enviándolas hacia uno de los bancos de compresión para que sean aplastadas y convertidas en harina, nuevamente las partículas que siguen pasando son retenidas en otro tamiz de diámetro menor en donde se obtiene sémolas con cáscara y se envía hacia los sasores para su purificación, mientras que las partículas que han superado todos los tamizados anteriores son enviadas hacia el recolector pues es el producto obtenido como harina. El problema comúnmente encontrado en esta etapa es la avería de los tamices pues el movimiento constante de esta causa la rotura de los telares permitiendo el paso de partículas de diferente diámetro a las que está diseñado cada orificio de los telares.



Fig 19. Plansifter o cernidor

- **Purificado**

Esta etapa se realiza en los sasores y permite quitar partículas de pericarpio pegadas a la sémola para evitar que estén sean convertidas en harina y sean separadas como un subproducto denominado afrecho. Mediante aspiración este es retirado y se direcciona al afrecho, mientras que las partículas de harina son direccionadas hacia los recolectores de producto terminado.

- **Dosificado**

A la harina obtenida se le añade una premezcla de vitaminas y aditivos para mejorar sus características con la finalidad de satisfacer los requerimientos de los clientes, para ello se cuenta con fórmulas especialmente diseñadas dependiendo de las cualidades de la materia prima y de la función que se le dará al producto terminado.

Una vez obtenida la formulación o mezcla esta es añadida a la harina, la cual se realiza a través del equipo dosificador electrónico (Fig 20), el cual suministra en unidades de kilogramos de aditivos por hora (caudal masico). La ventaja principal de este dosificador es que es automático evitando de esta manera la sobredosificación o subdosificación por lo tanto se obtiene un producto homogéneo.



Fig 20. Equipo dosificador automático.

- **Ensilaje**

Mediante flujo de soplado tanto la harina como el afrecho son direccionados hacia los silos de almacenamiento respectivamente (Fig 21). Estos silos deben ser acondicionados de manera que conserven la calidad del producto final. En cada uno de estos existen indicadores de nivel que indican la cantidad de producto existente en cada silo.



Fig 21. Visualización HMI de silos de almacenamiento de producto terminado.

- **Envasado**

Para el envasado se hace uso de la Norma INEN NTE 616, en donde se detallan las características y condiciones. Tanto la harina como el afrecho son almacenados en sacos de polipropileno (Fig 22). La manera de empaque es mediante gravedad y tornillos de transporte que llevan el producto hacia las bocas de desfogue desde donde se lleva a cabo la operación de envasado de sacos en las presentaciones requeridas.



Fig 22. Envasado y etiquetado del producto final.

- **Bodega de producto terminado**

Una vez ya envasado y etiquetado el producto final es paletizado en lotes de 25 unidades cada una y llevado a la bodega de producto terminado en donde se almacena. Estos pallets son apilados de manera vertical (Fig 23), mediante montacargas y están listos para que salgan hacia el mercado nacional e internacional. Los problemas constantes en esta etapa es la constante manipulación y por ende rotura y derrame de los sacos ocasionado la pérdida total del producto.



Fig 23. Bodega de producto terminado.

Cursograma analítico del proceso productivo

El desarrollo del cursograma analítico permite identificar y detallar de una manera clara los almacenamientos, operaciones, inspecciones y traslados de materia prima y maquinaria entre las distintas etapas del proceso de producción indicados en la Tabla 19.

Tabla 19. Cursograma analítico del proceso de producción

		MOLINOS MIRAFLORES S.A						
CURSOGRAMA ANALÍTICO								
Diagrama	1 de 1	RESUMEN						
Producto	Harina de Trigo y afrecho	Actividad	Actual	Actual	Propuesto			
Entrada	Grano de trigo	Operación		60				
Salida	Harina de trigo y afrecho	Combinada		5				
Área	Producción	Inspección		4				
Método	Actual	Transporte		29				
Lugar	Planta de Producción	Espera		5				
Elaborado	Analuiza Álvaro	Almacén		1				
Aprobado	Ing. Soraya Medina	DISTANCIA						
Fecha	25/11/2019	TIEMPO						
N°	Descripción	Dis.	Símbolo					OBS.
		[m]						
1	Pedido de materia prima a proveedores		X					A proveedores internacionales
2	Llegada de materia prima a planta de producción		X					Depende del trafico en la vía

Tabla 19. Corsograma analítico del proceso de producción (Continuación).

3	Traslado de materia prima a balanza	10				X			Mediante camión de carga
4	Pesado de camión con carga		X						
5	Toma de muestras de grano para análisis		X						Realizados por personal capacitado
6	Análisis físico - químico del grano		X						
7	Desarrollo e inspección de informe favorable de resultados de análisis			X					Con datos obtenidos del análisis
8	Traslado de carga al silo general	20					X		A través de elevadoras de cangilones
9	Descarga de materia prima en silo general		X						
10	Traslado de materia prima a sistema imantado	15					X		Mediante sistema de tuberías
11	Separación de metales del grano de trigo		X						
12	Recolección de metales en silo de impurezas		X						
13	Cernido de pajillas y escombros		X						
14	Pesado de trigo pre - limpiado		X						Sistema de pesado instalado automático
15	Traslado de trigo pre - limpiado a silos externos	50					X		Mediante sistema de tuberías
16	Llenado de silos		X						
17	Ventilación de trigo en silos		X						Sistemas automáticos de ventilación
18	Inspección de temperatura del trigo				X				
19	Reposo en silos externos							X	El tiempo depende del flujo de producción
20	Trasladado de silos externos a internos	60					X		Mediante sistema de tuberías
21	Pesado de trigo		X						Sistema de pesado instalado automático
22	Limpieza con sistema imantado		X						
23	Retiro de impurezas metálicas		X						Hacia los silos de impurezas
24	Traslado hacia zaranda horizontal	20					X		

Tabla 19. Cursograma analítico del proceso de producción (Continuación).

25	Cernido en zaranda vertical		X						Posee movimiento vibratorio
26	Retiro de escombros e impurezas		X						
27	Traslado a maquina despedradora	16				X			Mediante sistema de tuberías
28	Despedrado de granos de trigo		X						
29	Traslado hacia maquina despuntadora	15				X			
30	Lijado de granos de trigo		X						Realizada las veces necesarias
31	Aspiración de trigo seco		X						
32	Inspección de flujo de agua a introducir					X			Control de flujo de agua
33	Inyección de agua a los pasajes de harina		X						
34	Humectación del trigo		X						Controlado con equipo humectador
35	Inspección de humedad del trigo					X			
36	Traslado de trigo hacia reposo	20				X			
37	Pesado del trigo		X						Sistema de pesado instalado automático
38	Llenado en tolvas seleccionadas		X						
39	Reposo del trigo					X			24 horas de manera obligatoria
40	Inspección de suavidad del grano					X			
41	Vaciado de las tolvas		X						Dependiendo de la suavidad del grano
42	Transporte hacia etapa de pulido	30				X			
43	Pesado de trigo		X						Sistema de pesado instalado automático
44	Lijado de los granos de trigo		X						Cuantas veces sea necesario
45	Separación de impurezas obtenidas		X						Hacia los silos de impurezas

Tabla 19. Cursograma analítico del proceso de producción (Continuación).

46	Transporte hacia etapa de de molienda	30						X			
47	Molido e inspección de grano de trigo				X						Inspección manual de grano molido
48	Transporte al molino liso							X			Mediante sistema de tuberías
49	Segundo molido e inspección del grano trigo				X						Inspección manual de grano molido
50	Transporte a etapa de cernido							X			Mediante sistema de tuberías
51	Cernido de trigo molido				X						
52	Separación de partículas de trigo				X						Direccionados a los silos de producto
53	Separación de afrecho				X						Direccionados al proceos de molido nuevamente y purificado
54	Separación de sémolas				X						
55	Transporte de sémolas al área de molido	20						X			Mediante sistema de tuberías
56	Molido e inspección de grano de trigo				X						Inspección manual de grano molido
57	Transporte al molino liso	25						X			Mediante sistema de tuberías
58	Apertura de molino de liso				X						
59	Segundo molido e inspección del grano trigo				X						Inspección manual de grano molido
60	Aspiración de partículas de afrecho				X						
61	Separación de harina fina molida				X						Direccionado hacia los silos de producto
62	Transporte de partículas de afrecho	20						X			Mediante sistema de tuberías
63	Cepillado de afrecho				X						
64	Separación de partículas de harina de las de afrecho				X						A través de aspiración
65	Transporte del afrecho a los silos	20						X			Mediante sistema de tuberías
66	Toma de muestras de pasajes de harina				X						Mediante recolectores de harina
67	Preparación de aditivos				X						Empleando hoja de formulacion

Tabla 19. Corsograma analítico del proceso de producción (Continuación).

68	Análisis de mezcla muestra de harina vs aditivos		X							Realizada por personal adecuado
69	Desarrollo e inspección de informe favorable de mezcla			X						
70	Transporte de aditivos preparados	30					X			
71	Colocación de aditivos en equipo dosificador		X							De manera manual
72	Inyección de aditivos en pasajes de harina		X							Mediante equipo dosificador
73	Transporte de pasajes de harina a silos de producto terminado	40					X			Mediante sistema de tuberías
74	Transporte de pasajes de afrecho a silos de producto terminado	40					X			Mediante sistema de tuberías
75	Llenado de silos de producto terminado (harina)		X							Control de nivel de llenado
76	Llenado de silos de producto terminado (afrecho)		X							Control de nivel de llenado
77	Transporte de productos terminados hacia área de envasado	30					X			Mediante aspiración
78	Llenado de costales		X							A través de bocas de desfogue
79	Pesado de costales		X							Con balanza basica (Por unidad)
80	Etiquetado de costales de producto terminado		X							Por unidad
81	Sellado de costales de producto terminado		X							Con maquina de cosido (por unidad)
82	Transporte de costales a pallets de reposo	3					X			Operadores de carga
83	Toma de muestras para el análisis de producto terminado		X							De forma manual
84	Análisis de muestras		X							Realizada por personal capacitado
85	Desarrollo e inspección de informe favorable de análisis de muestras			X						
86	Transporte de pallets hacia bodega	20					X			Con montacargas de traslado
87	Deposito de pallets en bodega		X							Apilados en forma vertical
88	Espera de despacho								X	Depende de los pedidos

Gráfico ABC para especificación del producto a estudiar

En la Tabla 20, se indican datos históricos de los productos ofertados por la empresa en estudio correspondientes al periodo octubre 2018 – octubre 2019, siendo los necesarios para evidenciar los productos de mayor oferta en el mercado nacional e internacional.

Tabla 20. Productos ofertados en un periodo determinado.

CONSUMO CORRESPONDIENTE AL PERIODO OCTUBRE 2018 - OCTUBRE 2019			
	PRODUCTO	CONSUMO ANUAL (UNIDADES)	PRECIO UNITARIO (\$)
1	Harina Roja 50 kg	61381	\$35.25
2	Harina Azul 50 kg	214407	\$32.50
3	Arrobas de Harina tela 9 kg	3242	\$8.50
4	Arrobas polipropileno 9 kg	1486	\$8.70
5	Afrecho 45 kg	74363	\$14.50
6	Semita 45 kg	10390	\$12.38
7	Integral 45 kg	2977	\$55.12
8	Integral 25 kg	150	\$26.53
9	Integral 9 kg	992	\$14.28

Los cálculos de porcentaje de participación monetaria, de valorización y porcentaje de consumo se observa en la Tabla 21.

Tabla 21. Resultados de % de valorización y % de consumo.

CONSUMO CORRESPONDIENTE AL PERIODO OCTUBRE 2018 - OCTUBRE 2019						
	PRODUCTO	CONSUMO ANUAL (UNIDADES)	PRECIO UNITARIO (\$)	% DE PARTICIPACION	VALORI-ZACION	% DE CONSUMO
1	Harina Roja 50 kg	61381	\$35.25	11.11	2163680	20.49
2	Harina Azul 50 kg	214407	\$32.50	11.11	6968228	65.98
3	Arrobas de Harina tela 9 kg	3242	\$8.50	11.11	27557	0.26
4	Arrobas polipropileno 9 kg	1486	\$8.70	11.11	12928	0.12
5	Afrecho 45 kg	74363	\$14.50	11.11	1078264	10.21
6	Semita 45 kg	10390	\$12.38	11.11	128628	1.22
7	Integral 45 kg	2977	\$55.12	11.11	164092	1.55
8	Integral 25 kg	150	\$26.53	11.11	3980	0.04
9	Integral 9 kg	992	\$14.28	11.11	14166	0.13
	TOTAL	369388		100.00	10561522	100.00

Con los resultados obtenidos se ordena con respecto a los porcentajes de consumo de manera descendente y se calcula el porcentaje de consumo acumulado y el porcentaje de participación de consumo acumulado, los resultados se indican en la Tabla 22.

Tabla 22. Resultados de % de consumo y participación acumulados.

CONSUMO CORRESPONDIENTE AL PERIODO OCTUBRE 2018 - OCTUBRE 2019								
	PRODUCTO	CONS. ANUAL (UNID.)	PRECIO UNI. (\$)	VALORI-ZACION	% DE CONS.	Nº ELEM.	% DE CONS POR ZONA	% CONS. ACUM.
2	Harina Azul 50 kg	214407	\$32.50	6968228	65.98	1	65.98	65.98
1	Harina Roja 50 kg	61381	\$35.25	2163680	20.49	1	20.49	86.46
5	Afrecho 45 kg	74363	\$14.50	1078264	10.21	7	13.54	100.00
7	Integral 45 kg	2977	\$55.12	164092	1.55			
6	Semita 45 kg	10390	\$12.38	128628	1.22			
3	Arrobas de Harina tela 9 kg	3242	\$8.50	27557	0.26			
9	Integral 9 kg	992	\$14.28	14166	0.13			
4	Arrobas polipropileno 9 kg	1486	\$8.70	12928	0.12			
8	Integral 25 kg	150	\$26.53	3980	0.04			
	TOTAL	369388		10561522	100.00	9.00	100.00	

Con los resultados de la Tabla 22, se elabora el gráfico ABC (Fig 24), el cual permite determinar que productos son de mayor valor y demanda para centrarse en la investigación a realizarse.

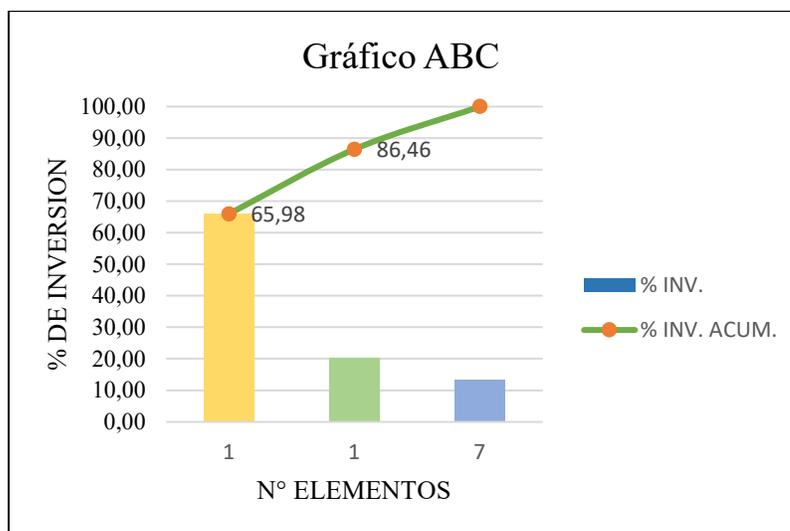


Fig 24. Gráfica ABC de productos en la empresa Molinos Miraflores.

Discusión de resultados:

La zona A es la de mayor importancia debido a que el producto localizado en esta zona (harina azul) tiene un 65.98 % de demanda al año, uno de los motivos es la necesidad diaria de consumo para la elaboración de productos de primera necesidad como pan, galletas fideo, etc. La zona B, por su parte, de menor importancia, tiene un 20.49 % de demanda en el cual tan solo existe un producto (harina roja), estas dos zonas representan el 86,46% de consumo anual. Y por último la zona C con 7 productos es el de menor porcentaje de demanda con un 13,54 %, estas tres zonas representan el 100% de consumo en un periodo de 12 meses.

Clasificando los productos en categorías A, B y C se evidencia que: la zona A representa el 80% de consumo, los modelos B un 15% de consumo, y la zona C representan el 5 % restante de consumo durante el año. En la Tabla 23, se detallan los aspectos antes mencionados.

Tabla 23. Resultados obtenidos tras el análisis ABC.

CONSUMO CORRESPONDIENTE AL PERIODO OCTUBRE 2018 - OCTUBRE 2019									
	PRODUCTO	CONS. ANUAL (UNID.)	PRECIO UNL. (\$)	VALORIZACION (\$)	% DE CONS.	% CONS. ACUM.	ZONA	%	REF.
2	Harina Azul 50 kg	214407	\$32.50	6968228	65.98	65.98	A	65.98	0-80
1	Harina Roja 50 kg	61381	\$35.25	2163680	20.49	86.46	B	20.49	80-95
5	Afrecho 45 kg	74363	\$14.50	1078264	10.21	96.67	C	13.54	95-100
7	Integral 45 kg	2977	\$55.12	164092	1.55	98.23	C		
6	Semita 45 kg	10390	\$12.38	128628	1.22	99.44	C		
3	Arrobas de Harina tela 9 kg	3242	\$8.50	27557	0.26	99.71	C		
9	Integral 9 kg	992	\$14.28	14166	0.13	99.84	C		
4	Arrobas polipropileno 9 kg	1486	\$8.70	12928	0.12	99.96	C		
8	Integral 25 kg	150	\$26.53	3980	0.04	100.00	C		
	TOTAL	369388		10561522	100.00			100	

En la Fig 24 b. se establece a los que corresponde cada producto fabricado en la empresa, la cual se basa en el principio 0-80% A, 80-92% B y 95-100% a la zona C del análisis ABC.

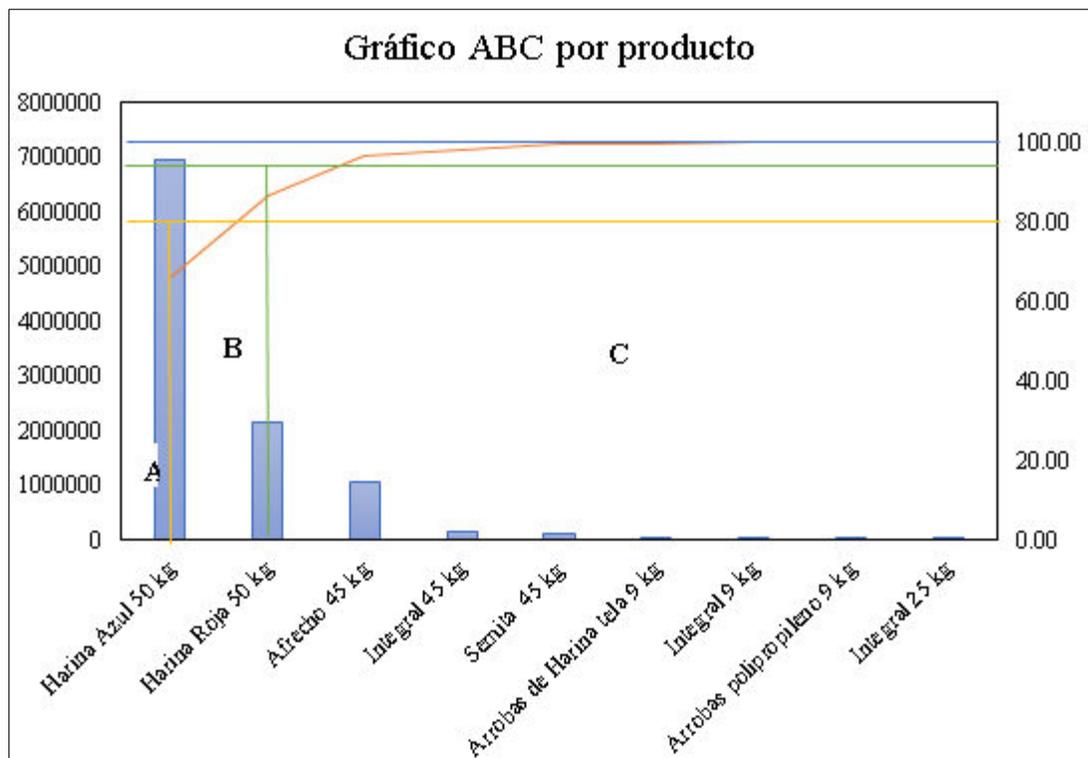


Fig 24 (b). Gráfica ABC por productos

Como se evidencia en la Tabla 23, se obtiene que la **Harina Azul de 50 kg están dentro de la zona A**, lo ideal es centrar el estudio en dicho producto, puesto que en relación a los demás productos representa el que genera mayores ventas y utilidades a la organización, estableciéndose como “*producto estrella*”, además que al realizar un estudio de calidad en este producto evidenciado por el gráfico ABC se está garantizando el control en los demás subproductos, con la finalidad de evitar quejas de clientes y producto final rechazado.

Evaluaciones de los niveles de calidad en el proceso de producción

DEFINIR

En esta fase se definen los procesos críticos de la empresa, los cuales por experiencia del personal de producción reportan que en cada una de las áreas existen fallos o defectos, los cuales son mencionados por los propios operarios (clientes internos) y por el cliente que adquiere los productos (cliente externo), es por eso que para un mejor análisis las áreas se agrupan en cuatro etapas generales de análisis como se indica en la Tabla 24, las que luego se convierten en oportunidades de mejora según la metodología Six Sigma .

Tabla 24. Áreas generales de producción.

GRÁFICA	ETAPAS GENERALES	ÁREAS
	RECEPCIÓN	Recepción Pre – Limpieza Almacenaje
	ACONDICIONAMIENTO.	Limpieza Humectación Reposo
	MOLIDO Y CERNIDO	Molienda Cernido Purificado Dosificado
	ENVASADO	Ensilaje Envasado Bodega de producto terminado

Definidos los procesos críticos en la producción y agrupados de manera general se emplea la técnica de lluvia de ideas “*brainstorming*” con el tema: “Los defectos que se originan en el proceso de producción de Harina de Trigo Azul de 50 kg están afectando a la calidad de los mismos, lo que genera insatisfacción de los clientes internos y externos”. Al aplicar dicha herramienta de calidad se obtienen listas de ideas de fallos en cada una de las etapas de producción (Anexo 8).

Se aplica la herramienta 5W – 1H para conocer de manera profunda la situación actual de la calidad que se presenta en el proceso productivo de la harina de trigo (Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27, y Tabla 28). Esta herramienta se aplica al jefe de área de producción y a los operarios que están de turno en cada una de las áreas antes mencionadas, permitiendo así detallar los diferentes problemas de calidad que se presentan en el proceso.

Tabla 25. 5W - 1H empleado en el área de recepción.

RECEPCIÓN							
	PREGUNTA	RESPUESTA	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
What- Qué	¿Que causa los problemas de calidad en la recepción?	El transporte inadecuado de la carga La estandarización inadecuada de recepción de materia prima	Porque los camiones de transporte no están equipados para trasportar productos a granel. Porque realizan la recepción de materia prima por experiencia.	Porque desconocen normativas a cerca de transporte de producto a granel. Porque se confían que el producto recibido es de buena calidad	Porque el estado no obliga cumplir con estas normativas de transporte Porque observan las fichas y guías de transporte que viene en cada carga	Porque desconocen de parámetros acerca de salubridad de productos. Porque aparentemente el trigo cumple con las especificaciones necesarias. Porque sus instalaciones no cumplen con las indicaciones de almacenamiento adecuadas	Porque los clientes no realizan quejas constantes del producto recibido. Porque es importado desde países extranjeros. Porque suponen que el trigo que almacenan no sufre variaciones ni daños por el excesivo tiempo de almacenamiento
Who- Quién	¿Quiénes están inmiscuidos en los problemas de calidad?	Los proveedores de trigo	Porque son los que proporcionan de materia prima a la planta de producción	Porque el trigo que ellos venden tiene muchas quejas e informalidades.	Porque no almacenan bien antes de ser distribuido		

Tabla 25. 5W - 1H empleado en el área de recepción (Continuación).

RECEPCIÓN								
				Porque son los que desplazan el grano desde el proveedor hacia la planta.	Porque manipulan constante el trigo	Porque deben embarcar en los camiones de transporte.	Porque deben entregar el pedido de trigo hacia el cliente.	Porque es un pedido solicitado por el cliente que necesita.
				Porque son los encargados de determinar la calidad y de procesar el trigo que reciben	Porque es su responsabilidad de reportar cualquier novedad en caso de presentarse averías.	Porque ayudan a garantizar que el producto final sea garantizado desde que se recibe la materia prima.	Porque en caso de variaciones o quejas afectan directamente a la economía y al nombre de la empresa.	Porque significa rechazos de lotes de materia prima y problemas con los proveedores
Where-Dónde	¿Dónde ocurren dichos problemas?	En el área de recepción de materia prima	Porque aquí se deposita el lote de trigo que viene desde las granelleras	Porque cuenta con algunos equipos de limpieza y almacenamiento del grano	Porque algunos de ellos están defectuosos so en malas condiciones	Porque no reciben un mantenimiento preventivo	Porque se descuidan y por ende causan retrasos en el proceso.	
When - Cuándo	¿Cuándo ocurren dichos problemas?	Cuando se reportan arribos de lotes de trigo	Porque generalmente llegan en la noche	Porque los operarios en cargados de recepción están agotados	Porque no se puede observar con claridad las condiciones en las que llega el lote de trigo	Porque son grandes cantidades de trigo que arriban a la planta	Porque al tomar las muestras no lo hace de manera uniforme	

Tabla 25. 5W - IH empleado en el área de recepción (Continuación).

RECEPCIÓN							
How- Cómo ocurre	¿Cómo ocurren los problemas	Al adquirir trigos de diferentes proveedores	Porque generalmente llegan en la noche	Porque los operarios en cargados de recepción están agotados	Porque no se puede observar con claridad las condiciones en las que llega el lote de trigo	Porque son grandes cantidades de trigo que arriban a la planta	Porque al tomar las muestras no lo hace de manera uniforme
		Al tomar muestras de análisis incorrectas	Porque generalmente llegan en la noche	Porque los operarios en cargados de recepción están agotados	Porque no se puede observar con claridad las condiciones en las que llega	Porque son grandes cantidades de trigo que arriban a la planta	Porque al tomar las muestras no lo hace de manera uniforme
How- Cómo resolverlo	¿Cómo podríamos solucionar estos problemas?	Adquiriendo trigo de proveedores certificados	Porque generalmente llegan en la noche	Porque los operarios en cargados de recepción están agotados	Porque no se puede observar con claridad las	Porque son grandes cantidades de trigo	Porque al tomar las muestras no lo hace de manera uniforme
		Realizar mantenimiento de equipos de recepción de materia prima	Porque generalmente llegan en la noche	Porque los operarios en cargados de recepción están agotados	Porque no se puede observar con claridad las condiciones en las que llega el lote de trigo	Porque son grandes cantidades de trigo que arriban a la planta	Porque al tomar las muestras no lo hace de manera uniforme

Tabla 26. 5W - 1H empleado en el área de acondicionado.

ACONDICIONADO						
	PREGUNTA	RESPUESTA	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
What- Qué	¿Que causa los problemas de calidad en la recepción?	El exceso de agua en el acondicionado	Porque se necesita acondicionar el trigo	Para mejor sus propiedades químicas	Porque permiten una mejor preparación para el molido	Porque permiten conservar la calidad hasta obtenerse el producto final
		Condiciones de trigo inadecuadas	Porque tiene problemas de composición.	Porque hubo fallos en la etapa de pre limpieza y limpieza	Porque los equipos de dicha área presentaron fallos	Porque existe falta de mantenimiento
Who- Quién	¿Quiénes están inmiscuidos en los problemas de calidad?	El personal de acondicionado	Porque son los encargados de controlar dicho proceso	Porque están en constante inspección y recolección de la muestra para el análisis	Porque deben informar cualquier problema que se presente	
		Los analistas de parámetros de cumplimiento	Porque son los que analizan la muestra recogidas por parte de los operarios	Porque ellos conocen los parámetros que deben cumplir dicha etapa	Porque saben cómo utilizar los equipos y maquinaria de análisis.	Porque pueden tomar decisiones que eviten los problemas detectados.
Where- Dónde	¿Dónde ocurren dichos problemas?	En los silos de reposos del grano	Porque aquí se deposita el lote trigo que viene desde las etapas previas	Porque existen cambios bruscos de temperatura	Porque la estructura de los silos no cumple con condiciones adecuadas	Porque las instalaciones de la propia planta son longevas

Tabla 26. 5W - 1H empleado en el área de acondicionado (Continuación).

ACONDICIONADO						
When - Cuándo	¿Cuándo ocurren dichos problemas?	Cuando se inyecta agua al grano y se deja en reposo	Porque están en contacto con el agua	Porque su exceso podría ocasionar problemas	Porque el suministro de agua presenta fallos (exceso o escases)	
How- Cómo ocurre	¿Cómo ocurren los problemas	El grano de trigo no se humedece en la parte interna	Porque el grano tratado es demasiado duro	Porque ya viene así desde las graneleras proveedoras	Porque se realizó un proceso de acondicionado inadecuado	Porque no se estandariza las actividades en dicho proceso
How- Cómo resolverlo	¿Cómo podríamos solucionar estos problemas?	Planificar el acondicionado del trigo	Porque ayudara a evitar esperas excesivas	Porque evitara la formación de plagas en el grano acondicionado	Porque permitirá conservar la calidad del grano	Porque evitar problemas al final del producto

Tabla 27. 5W - 1H empleado en el área molido y cernido.

MOLIDO Y CERNIDO						
PREGUNTA	RESPUESTA	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
What- Qué	Equipos de molienda defectuosos	Porque hay constante fricción entre cilindros de molienda.	Porque existe falta de mantenimiento de quipos de molienda.	Porque no se han planificado dichos mantenimientos	Porque ubo desinterés por parte del personal	
	Cernido de harina inadecuado	Porque los tamices de cernido están desgastados	Porque hay constante vibración del equipo Plansifters	Porque existe falta de mantenimiento de dichos equipos	Porque no se llevan planificaciones de mantenimiento	Porque la constante utilización de equipos en dicha área
Who- Quién	El personal de mantenimiento de equipos de molido y cernido	Porque son los que necesitan llevar un control de equipos	Porque en el caso de averías son los responsables de dar solución inmediata.	Porque quizá no cuenten con todas las prestaciones por parte de la empresa	Porque existe desinterés por parte de gerencia de la empresa	
	Los molineros	Porque son los encargados de inspeccionar visualmente la calidad de molido del grano	Porque son los primeros en detectar cualquier problema en dicho proceso	Porque son los principales involucrados en dicha área de producción	Porque ellos (molineros) pudieron cometer errores de operación	Porque desconocen de los errores que pueden generar su desconocimiento

Tabla 27. 5W - 1H empleado en el área molido y cernido (Continuación).

MOLIDO Y CERNIDO						
Where-Dónde	¿Dónde ocurren dichos problemas?	En el Plansifter de cernido	Porque el constante movimiento de dicho equipo de cernido	Porque los tamices de cernido están defectuosos	Porque no reciben un mantenimiento preventivo	
When - Cuándo	¿Cuándo ocurren dichos problemas?	En los molinos de rotura y estriados	Porque aquí se tritura el grano de trigo en harina (polvo blanco)	Porque existe constante fricción entre los cilindros de la máquina	Porque no llevan un control e inspección planificado de dichos equipos	Porque es la parte esencial del proceso de producción
How- Cómo ocurre	¿Cómo ocurren los problemas?	Ocurren al presentarse trigo demasiado duro	Porque hubo problemas externos de materia prima (cultivo y cosecha)	Porque no se realizó un proceso de acondicionado adecuado	Porque hubo fallos en las máquinas del proceso productivo	Porque no se realizaron procesos de mantenimiento a equipos y maquinaria
How- Cómo resolverlo	¿Cómo podríamos solucionar estos problemas?	Implementando planes de mantenimiento Revisando periódicamente las etapas de molido y cernido	Porque ayudan a conocer cuando un equipo necesita mantenimiento	Porque evitaran paras indeseables y perjudiciales	Porque evitarán errores de calidad en el proceso productivo	Porque logrará mantener el prestigio y garantía de la empresa en el mercado nacional

Tabla 28. 5W - 1H empleado en el área envasado.

ENVASADO							
	PREGUNTA	RESPUESTA	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	
What- Qué	¿Que causa los problemas de calidad en la recepción?	Productos defectuosos y rotos	Porque se rompen los sacos en los que están almacenado el producto (harina de trigo)	Porque existe constante manipulación por parte del personal de carga	Porque no tienen procedimientos estandarizados para realizar dicha actividad	Porque los operarios no han recibido capacitaciones sobre manejo de producto personal	Porque la gerencia no ha sido alertada sobre dicha actividad.
		Variabilidad con respecto a las especificaciones requeridas por el cliente	Porque hubo problemas en las atapas previas del proceso	Porque no se realiza control de los parámetros necesarios para garantizar la calidad del producto	Porque hubo problemas de acondicionamiento y molienda por razones comunes que suelen suceder en el proceso.	Porque no realizar inspecciones necesarias del producto en proceso	Porque existen descuidos y confianza en equipos del proceso.
Who-Quién	¿Quiénes están immiscuidos en los problemas de calidad?	El personal de la empresa (empacadores, molineros, etc.)	Porque son los encargados de controlar todo el proceso productivo	Porque inspeccionan cada etapa, con la finalidad de que se cumpla con los parámetros establecidos	Porque ignoran cualquier problema que observen, generando consecuencias futuras	Porque desconocen del estado en que se encuentran la maquinaria que están operando	

Tabla 28. 5W - 1H empleado en el área envasado (Continuación).

ENVASADO						
Where- Dónde	¿Dónde ocurren dichos problemas?	En el empaquetado y pesado de producto final	Porque aquí se evalúan todos los parámetros tanto físicos como químicos de la harina	Porque si presentan variación sobre dichos parámetros, el producto es de mala calidad	Porque su cumplimiento generaría quejas de los clientes y pérdidas de prestigio en el mercado	Porque representaría grandes pérdidas económicas para la empresa
When - Cuándo	¿Cuándo ocurren dichos problemas?	En el laboratorio de análisis	Porque los analistas evalúan la calidad de la harina	Porque los equipos utilizados muestran resultados reales evaluados	Porque se debe ofrecer productos de calidad hacia el mercado	Porque es un producto de consumo humano
How- Cómo ocurre	¿Cómo ocurren los problemas?	La mayoría ocurre por etapas anteriores variables	Porque hay apuro por parte de los operarios de envasado	Porque no existen procedimientos estandarizados para actividades en dicha área de producción	Porque la empresa ha descuidado estandarizar los procesos que deberían una guía clara para los operarios.	Porque no tienen personal para realizar dicha actividad.

Análisis y discusión de resultados:

Tras la aplicación de la técnica de las 5W – 1H en cada una de las áreas del proceso de producción se determina que:

En el área de recepción de materia prima los principales problemas de calidad se dan por el transporte inadecuado del trigo por parte del transportista y los procesos de descarga no estandarizados por el personal que labora en dicha área, esto sucede de manera prolongada cuando la materia prima arriba hacia la planta de producción, pues cada arribo es reportado de cada proveedor que se adquiere, y al momento de ser descargado en la planta los trigos son mezclados dificultando la toma de muestra uniformes que indiquen específicamente la calidad física-química emitida por el laboratorio de análisis [20]. Una solución al problema sería que la adquisición de materia prima se lo haga a proveedores certificados, evitando la compra de trigo a productores que no cumplen con requisitos de transporte, y el caso de presentarse estos proveedores dar una capacitación adecuada y un mantenimiento a los equipos de recepción de materia prima (báscula de pesado, rejillas, silos, etc.) [55].

Para el área de acondicionado lo que genera problemas de calidad es el exceso de suministro de agua al grano y las malas condiciones fisiológicas del mismo pues los involucrados en estos fallos no realizan un control adecuado de la humedad al grano generando exceso de humedad en el grano, pues al estar en reposo se concentra la humedad y podría formar plagas y olores que involucre la cantidad final del grano molido [30]. La solución más fiable es planificar el acondicionado del trigo dejándole como producto seco hasta que se den ordenes de acondicionado evitando el reposo excesivo del grano dentro de los silos de reposo [56].

En el área de molido y cernido los problemas de calidad se dan por los equipos de molienda defectuosos y los métodos de cernido inadecuados los que ocurre por una inspección deficiente del personal como molineros y operarios de cernido los cuales omiten algunas variaciones cuando inspeccionan visualmente la calidad de molido y cernido. Estos problemas ocurren en los molinos de lisos y de estriás pues la constante fricción entre los cilindros de estos equipos provocan el desgaste que con el tiempo no

desgranar completamente el grano de trigo, y cuando este grano pasa a la siguiente fase (cernido) los Plansifter no ciernen completamente el producto pues los tamices incorporados en la parte interna de estos están rotos o desgastados permitiendo el paso de partículas de diferentes diámetro lo que conlleva a producto final de baja calidad que en el mejor de los casos es reprocesarlo [18]. Una manera de disminuir la frecuencia de estos problemas es llevar un plan de mantenimiento de estos equipos, pues así se logrará conocer cuando estos equipos están desgastados para inmediatamente darle la atención correspondiente [11].

En el área de envasado los problemas de calidad se generan con mayor frecuencia pues se realizan controles de calidad ya que el producto está listo para los clientes, al tomar las muestras de harina representativa a la cantidad que se produce esta presentan variabilidad con respecto a las especificaciones requeridas y la empleada (NTE INEN 616) que se dan por problemas acarreados durante todas las etapas de producción ,además del peso de cada unidad por razones como toma de lecturas erróneas de parte del operador o descalibrado del equipo de pesado [57]. Cuando se realizan las pruebas de laboratorio al producto se verifica cada uno de los parámetros (humedad, gluten, proteína, etc.), pues estos ayudan a que la harina al ser transformado en otros productos cumpla con requerimientos nutricionales. Una alternativa de reducir los problemas de calidad sería mejorando el acondicionamiento del trigo pues en esta etapa se trata de aproximar el trigo a los parámetros que se necesitan antes de ser molido y cernido, además de estandarizar las actividades que ayuden a todo el personal a involucrarse en la mejora del proceso [58].

Definidos los defectos de calidad que ocurren en cada área se recolectan datos para conocer la frecuencia con los que se da cada uno de estos durante un mes, la cual ayudara a determinar los fallos potenciales sobre los cuales se actuar para mejorar la calidad del proceso. Los fallos a considerar y a recolectar deben ser medibles y cuantificables para próximas etapas del estudio.

Para el diseño de diagramas de Pareto en cada una de las áreas que componen el proceso de producción de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores S.A”, se usa los datos recolectados y estratificados en la Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31, Tabla 33, Tabla 34, con la finalidad de obtener los defectos pocos vitales presentes en cada área.

Área de recepción de materia prima

Tabla 29. Cuantificación de defectos en el área de recepción de materia prima

ÁREA	RAZÓN DE DEFECTO	FRECUENCIA
RECEPCIÓN	Exceso de humedad en el grano	30
	Variación de color del grano	1
	Recolección inadecuada de muestra	4
	Contenido de almidón insuficiente	2
	Presencia de plagas en el grano	1
	Condiciones de transporte inadecuado	2
	Mezcla de granos de diferentes proveedores	4
	Peso específico inadecuado	8
	Presencia de materias ajenas al grano	12
	Defecto de los granos de trigo	11
	Bajo contenido de gluten	5
	Olores inadecuados del grano	4

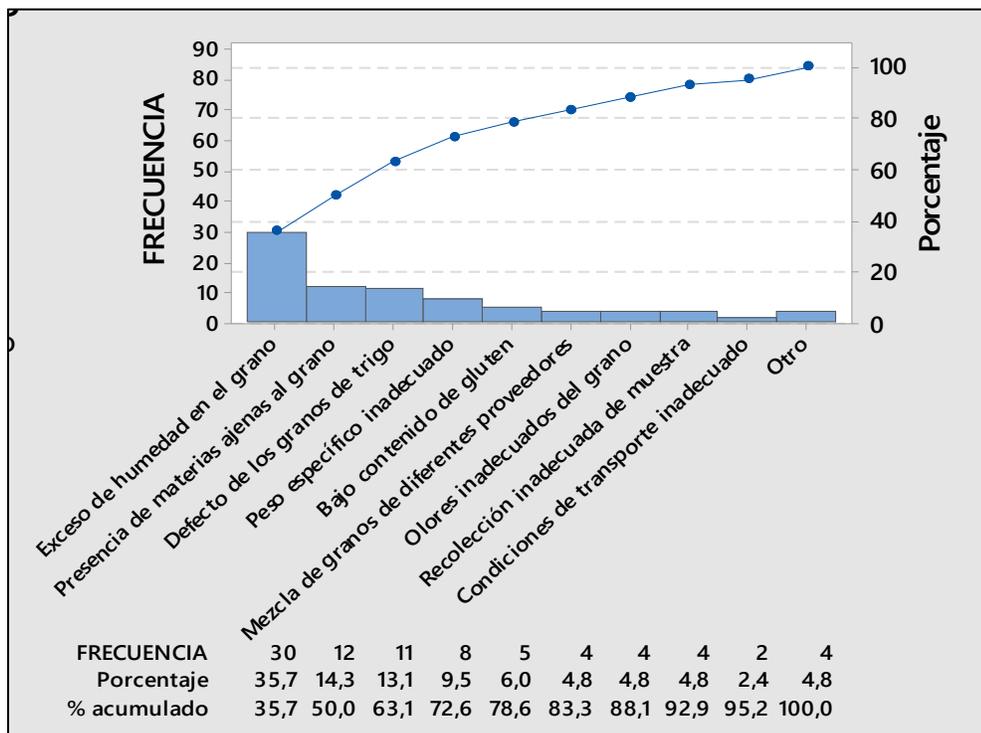


Fig 25. Diagrama de Pareto del área de recepción de materia prima.

Análisis:

A través del análisis estadístico se evidencia que los pocos vitales son: exceso de humedad 35.7%, presencia de materias extrañas 50%, defectos del grano 63.1%, peso específico inadecuado 72.6% y bajo contenido de gluten con 78.6% cubriendo el 80% de los defectos.

Discusión de resultados:

Los defectos que suceden con mayor frecuencia en esta área son: exceso de humedad, presencia de materias extrañas, defectos del grano, contenido de almidón insuficiente, peso específico inadecuado y porcentaje de bajo contenido de gluten cubriendo; los cuales están relacionados con el área de recepción de grano en bruto en la empresa “Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda.”, generados por el traslado de carga en malas condiciones sin cumplir con estándares de transporte de cereales y granos [59]; además de que al llegar a la planta de producción estos son depósitos en un solo silo de depósito mezclando trigos de diferentes proveedores (trigo nacional e internacional) involucrando anomalías fisiológicas del mismo.

- **Pareto de segundo nivel para problemas poco vitales en el área de recepción**

Los datos recolectados son clasificados y estratificados por el investigador en función de los proveedores de grano en bruto (Tabla 30), realizando Paretos de segundo nivel que permitirán detectar que proveedor presenta mayor variabilidad en la materia prima entregada, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 30. Datos recolectados para Pareto de segundo nivel (recepción).

CRITERIO	DEFECTOS					TOTAL
	Exceso de humedad	Presencia de materias extrañas	Defectos del grano	Peso específico inadecuado	Bajo contenido de gluten	
CWRS1	3	4	5	9	7	28
HRS	14	9	6	3	15	47
SRW	2	12	15	13	8	50
NACIONAL	7	8	4	5	7	31
RUSSIAN SW	3	4	12	2	12	33
CPSR	4	1	5	8	3	21
TOTAL	33	38	47	40	52	210

- Exceso de humedad

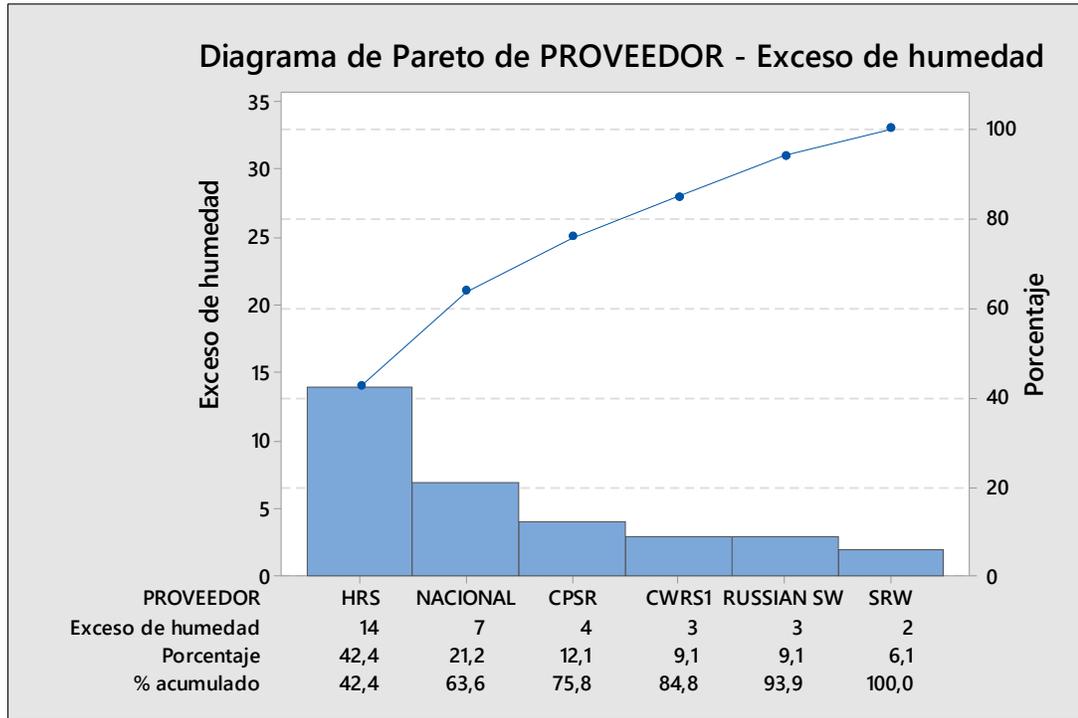


Fig 26. Diagrama de Pareto de segundo nivel de exceso de humedad en recepción

Interpretación:

Se observa en la Fig 26, que los proveedores de trigo HRS y Nacional son los que generan los problemas de humedad en el trigo, lo cual conlleva la creación de inocuidad en el grano almacenado y transportado. Según investigaciones acerca de calidad harinera [60], dicho problema se da por métodos longevos y ambiguos de almacenamiento y transporte, careciendo de certificados de calidad que garanticen su producto ofertado. Por lo tanto, se debe adquirir materia prima en cantidades reducidas para evitar problemas de almacenamiento y procesamiento de dicho grano.

- **Presencia de materias extrañas**

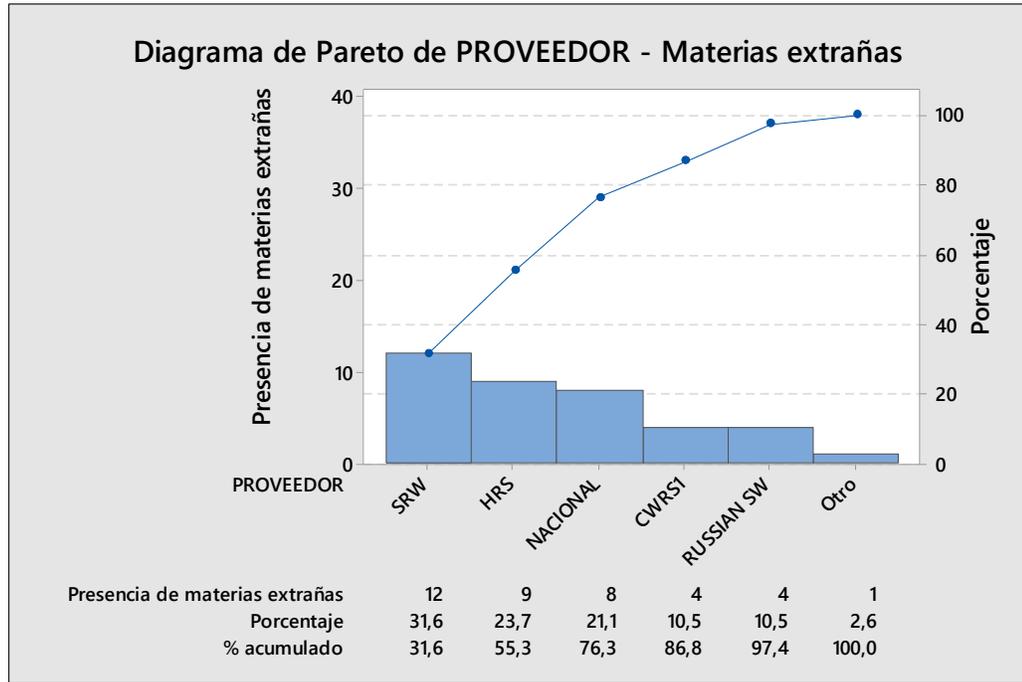


Fig 27. Diagrama de Pareto de segundo nivel de en presencia de materias extrañas en recepción.

Interpretación:

La presencia de materias extrañas en el grano de trigo es frecuente, específicamente en los proveedores SRW y HRS, de acuerdo al diagrama de Pareto de la Fig 27, causados por utilizar transporte en condiciones inadecuadas, donde existe presencia de piedras, granos ajenos, soyas, etc., puesto que el transporte es utilizado para el movimiento de diferentes productos quedando restos de los mismos. Sin embargo, en investigaciones de transporte de grano de trigo [61] a pesar de aplicar protocolos de limpieza, siempre quedan productos que acompañan al grano, mezclándose con el mismo, por lo que, durante el desembarque en el destino, esto se mezcla y causa gran presencia de materias extrañas que deben ser limpiados y reprocesadas con la finalidad de extraer dichas partículas que en un futuro pueden causar problemas de producción.

- Defectos del grano

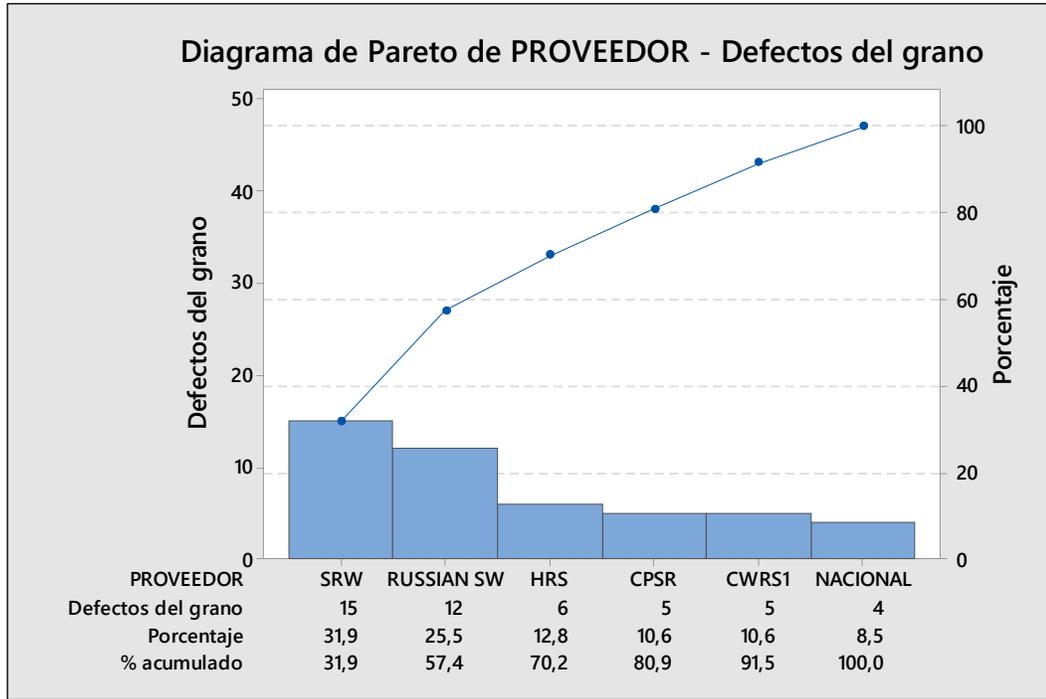


Fig 28. Diagrama de Pareto de segundo nivel d defectos de grano en recepción.

Interpretación:

Mediante la observación de la Fig 28 , se evidencia que los defectos de grano se encuentran con frecuencia en los proveedores SRW Y Russian SW, por lo constante manipulación del producto y por problemas de cosecha como lo afirma un artículo de almacenamiento de granos (Temperatura y humedad) [62]. Dicho defecto directamente depende de las condiciones de cosecha, lo cual se da por plagas presentes en la formación del grano, que debe ser extinguida por los agricultores. Sin embargo, al hacer esto se está forzando al crecimiento normal del grano, causando la deformación del mismo. Otra razón de dicho problema es la constante manipulación del grano durante el almacenamiento y transporte, puesto que los operarios lo realizan de forma artesanal (palas plásticas), golpeando y deformando el grano que está en operación.

Área de acondicionado

Tabla 31. Cuantificación de defectos en el área de acondicionado.

ÁREA	RAZÓN DE DEFECTO	FRECUENCIA
ACONDICIONADO	Exceso de humedad en el grano	81
	Presencia de plagas en el grano	1
	Baja cantidad de proteína seca	5
	Toma de muestras incorrectas	4
	Exceso de materias extrañas	9
	Porcentaje de almidón bajo	10
	Peso específico inadecuado	11
	Defecto del grano de trigo	14
	Condiciones climáticas adversas	0
	Temperatura de acondicionada variable	7
	Paradas de máquinas no programadas	1
	Olores inadecuados del grano	57

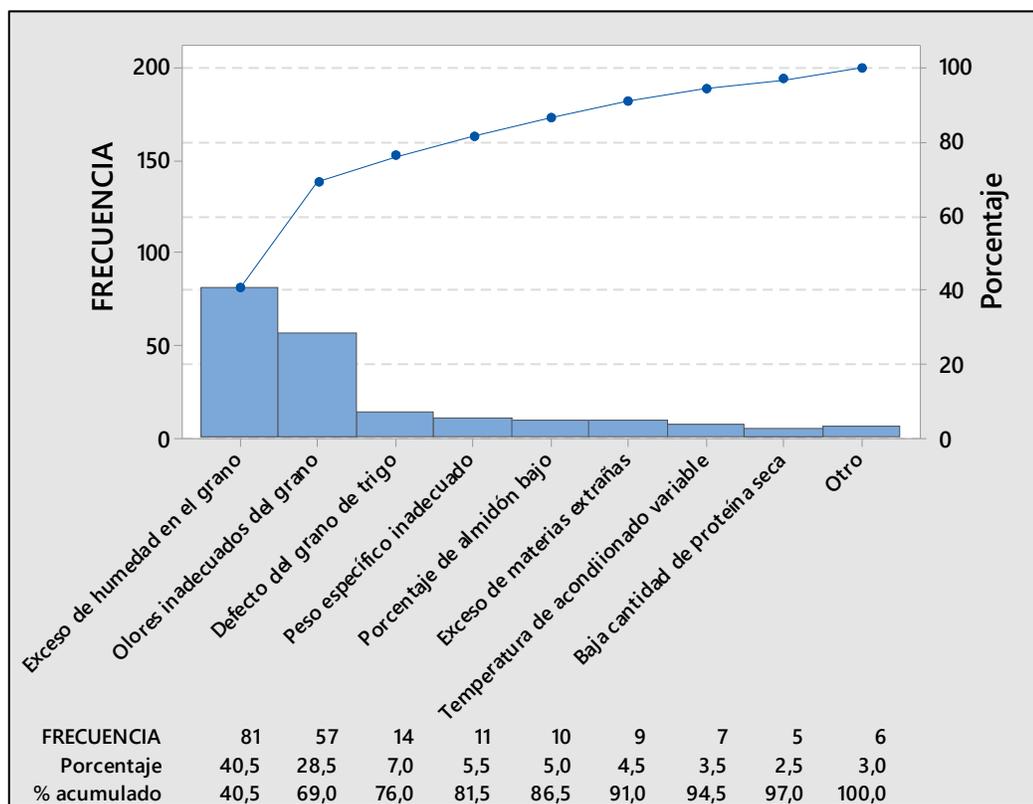


Fig 29. Diagrama de Pareto del área de acondicionado.

Análisis:

Mediante el análisis estadístico se evidencia que los pocos vitales son: exceso de humedad 23.9%, olores inadecuados del grano 69% y defectos del grano de trigo con un 76%, cubriendo el 80% de los defectos.

Discusión de resultados:

Los defectos que suceden con mayor frecuencia en esta área son: exceso de humedad debido a problemas de caudal de humectación de agua y reposo del grano en las tolvas de almacenamiento, olores inadecuados pues en el acondicionado la presencia de humedad afecta a la composición interna del grano, disminuyendo nutrientes como contenido de gluten, peso específico y almidón que involucran la colocación adicional de aditivos con la finalidad de conservar la calidad el grano a procesarse. Dichos problemas deben ser corregidos con un tiempo de acondicionamiento adecuado, que en investigaciones de industria harinera deben varíen entre 10 a 30 horas [41].

Área de molienda y cernido

Tabla 32. Cuantificación de defectos en el área de molienda y cernido.

ÁREA	RAZÓN DE DEFECTO	FRECUENCIA
MOLIENDA Y CERNIDO	Humedad inadecuada	56
	Pasajes de harina con variación de color	28
	Porcentaje de almidón bajo	12
	Desgaste de cilindros lisos y estriados	2
	Atrancamiento de molino	1
	Tamices de cernido defectuosos	24
	Falta de mantenimiento en maquinaria	1
	Peso específico inadecuado	14
	Carencia de proteína seca	17
	Mezcla de harina y subproductos	4
	Presencia de materias ajenas al grano	19
	Bajo contenido de gluten	16
	Condiciones climáticas adversas	0
	Tuberías de traslado con impurezas	1

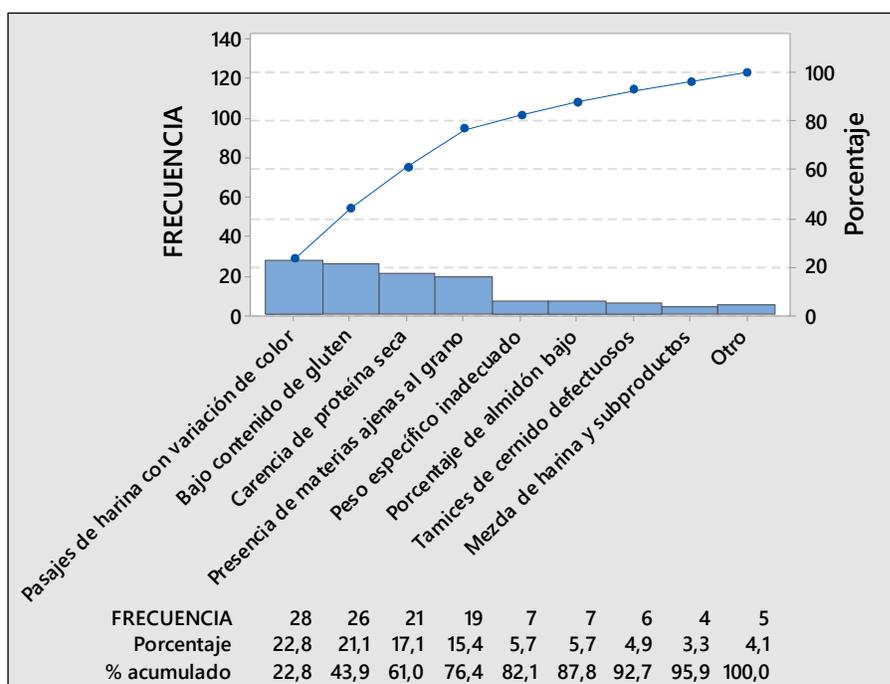


Fig 30. Diagrama de Pareto del área de cernido.

Análisis:

Mediante el análisis estadístico se evidencia que los pocos vitales en el área de cernido son: pasajes de harina con variación de color 22.8%, bajo contenido de gluten 43.9%, carencia de proteína 61% y presencia de materias ajenas al trigo 76.4% que cubren el 80 % de los defectos en esta área.

Discusión de resultados:

Los defectos que suceden con mayor frecuencia en esta área son: pasajes de harina con variación de color debido presencia de cenizas por algunas partículas ajenas al trigo que han sido molidas y de algunos residuos presentes en los molinos de rotura y compresión, semejantes a los de la investigación en la planta procesadora de alimentos y cereales [63]; además de carencia de proteína y bajo contenido de gluten (carencia de nutrientes) que afectan el contenido nutricional del producto final según la normativa NTE INEN 6-16 de requisitos de harina de trigo [64]. Otro defecto de mayor relevancia en el proceso es la presencia de materias extrañas que superan la etapa de cernido y algunas se encuentran en las tuberías de traslado y tamices defectuosos debido a la constante vibración del equipo *Plansifters* de cernido provocando el paso de partículas ajenas al trigo pero similares a su tamaño.

Área de envasado

Tabla 33. Cuantificación de defectos en el área de envasado.

ÁREA	RAZÓN DE DEFECTO	FRECUENCIA
ENVASADO	Exceso de humedad en la harina	79
	Contenido de UCDC inadecuada	28
	Excesiva cantidad de cenizas	32
	Bascula de pesado descalibrado	2
	Reprocesos de producto terminado	7
	Presencia de hierro inadecuado	10
	Índice de caída inadecuado	27
	Número de caída variable	41
	Insuficiente cantidad de proteína	14
	Granulometría inadecuada	25
	Contenido inadecuado (Peso)	56
	Presencia de pecas en el producto	31
	Unidades descocidas o rotas	68

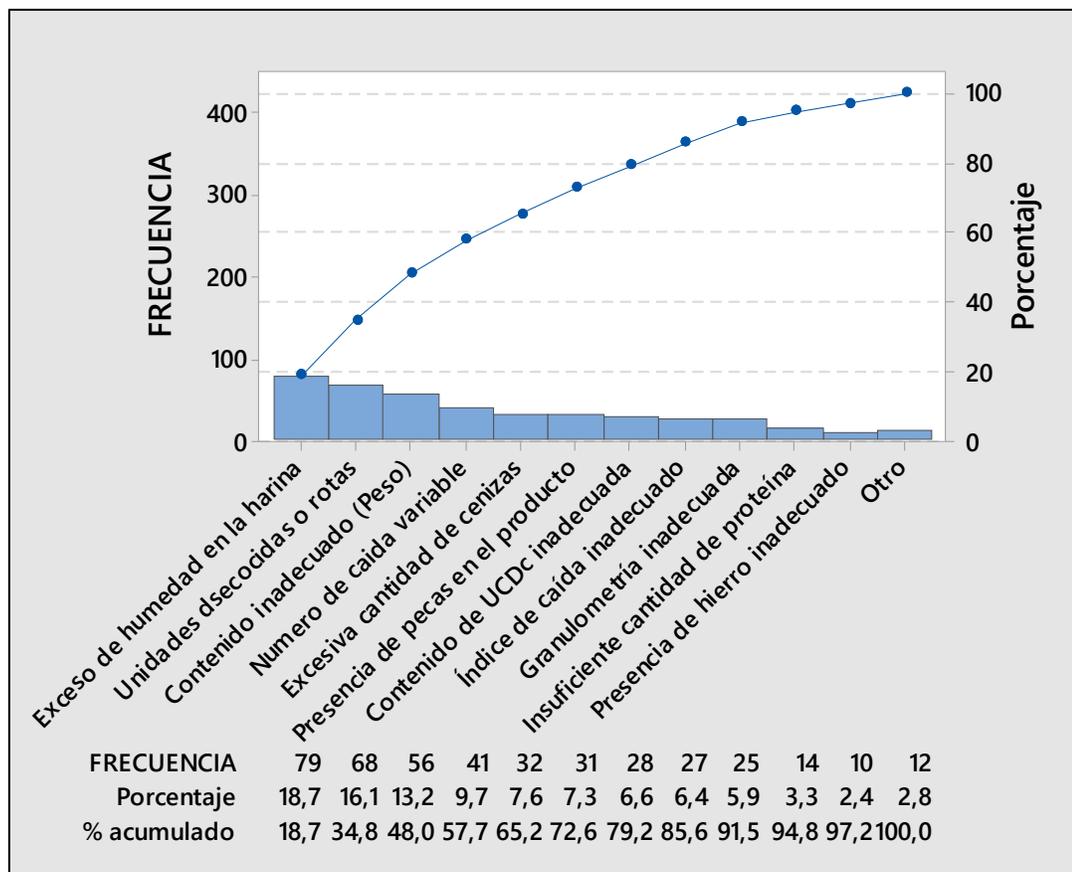


Fig 31. Diagrama de Pareto del área de envasado.

Análisis:

Mediante el análisis estadístico se evidencia que los pocos vitales en el área de envasado son: exceso de humedad 18.7%, unidades descocidas o rotas 34.8%, contenido inadecuado (peso) 48 %, numero de caída (Falling Number) 57.7%, presencia de cenizas 65.2%, presencia de pecas en el producto 72.6% y contenido de UCDC excesivo 79.2%.

Discusión de resultados:

Los defectos más frecuentes que suceden en esta área son: exceso de humedad, problemas de índice de caída inadecuada, contenido de UCDC excesivo que afectan la calidad final de la harina y al ser distribuida al cliente recurren las quejas, dichos defectos al ser comprados con la investigación de “Molinos” afirman que causan un problema frecuente de calidad disminuyendo la misma [16]. Otro defecto frecuente son los sacos rotos o defectuosos los cuales se dan por la constante manipulación de personal y maquinaria de carga, además de problemas de contenido inadecuado debido a errores de la báscula de pesado y operarios de dicha actividad; finalmente a problemas de granulometría y presencia de pecas debido a problemas generados en los equipos de molienda y cernido.

- **Pareto de segundo nivel para problemas poco vitales en el área de envasado.**

Mediante los datos recolectados y estratificados por jornadas en la Tabla 34, se realiza Paretos de segundo nivel con los defectos pocos vitales (los de mayor incidencia en la variabilidad del proceso) detectados previamente en el área de envasado.

Tabla 34. Datos recolectados para Pareto de segundo nivel (envasado).

CRITERIO	DEFECTOS						
TURNO	Exceso de humedad	Sacos rotos o descocidos	Contenido de unidad adecuada	Contenido de UCDC excesivo	Presencia de pecas producto final	Índice de caída inadecuada	TOTAL
Mañana	25	14	36	21	11	30	137
Tarde	33	22	27	9	10	12	113
Velada	19	13	15	28	7	10	92
TOTAL	77	49	78	58	28	52	342

- Exceso de humedad

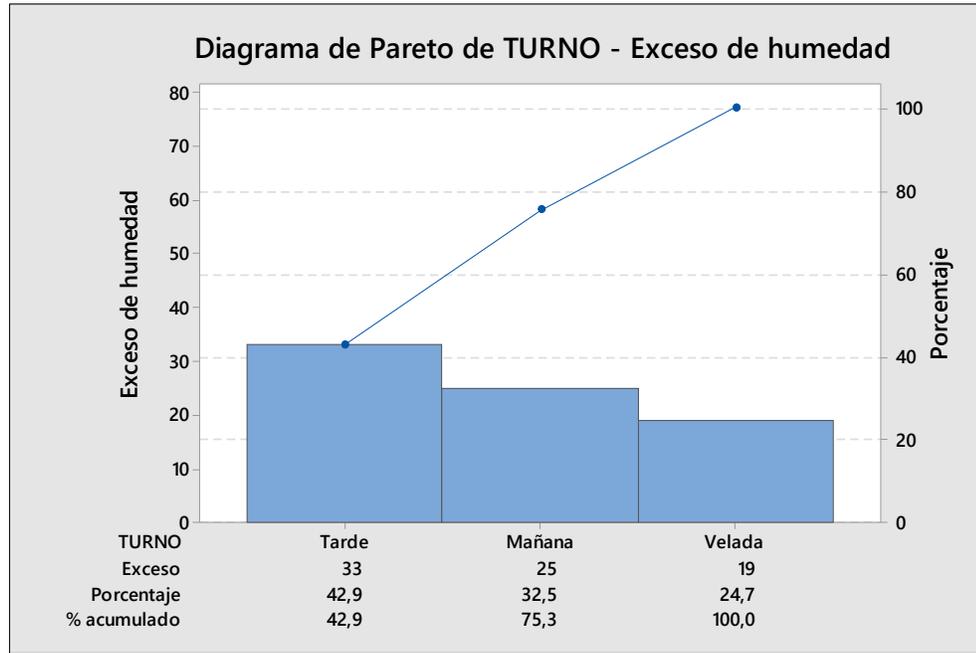


Fig 32. Diagrama de Pareto de segundo nivel de exceso de humedad (Envasado).

Interpretación:

En la Fig 32 se observa que el problema de exceso de humedad en la harina se genera con mayor frecuencia en la jornada de la tarde, debido a que en este turno por lo general el calor se concentra en la superficie del silo por los constantes cambios climáticos que se dan día a día. Esta variante de clima penetra al interior de la harina ya almacenada y al funcionar con la poca cantidad de agua en el interior, ocasiona el incremento de dicha variable (humedad) a pesar de que sea tratado de manera minuciosa en las anteriores etapas, este producto debe ser reprocesada y almacenada durante periodos de tiempo más largos para que ayuden a quitar el agua mediante sistemas de secado y ventilación en el interior de los silos.

- **Contenido de unidad inadecuada**

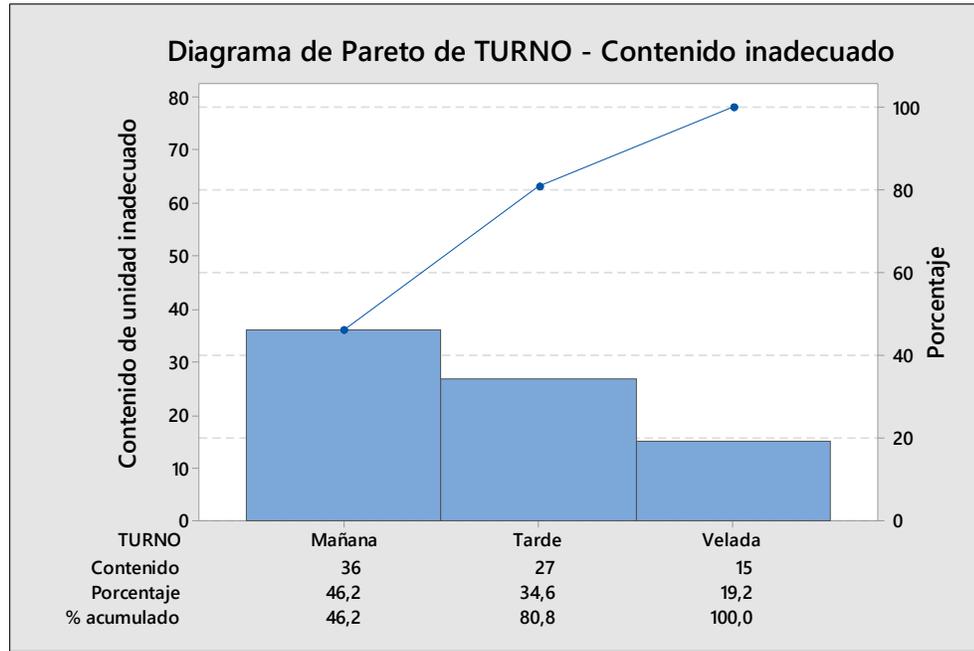


Fig 33. Diagrama de Pareto de segundo nivel de contenido de unidad inadecuado (Envasado).

Interpretación:

En la Fig 33, se observa que el problema contenido de unidad inadecuado se da con mayor frecuencia en la mañana y tarde, generados por razones como: procedimiento de llenado de envases inadecuado por parte del operario de turno por desconcentraciones o por lectura de peso incorrecta, además por equipos de pesado (bascula) con falta de mantenimiento y descalibrados que causan directamente contenido inadecuado de contenido neto de producto. Otro problema no muy usual, pero que suele suceder es la pérdida de humedad cuando el producto ya ha sido y sellado, puesto que estando almacenado por periodos largos esperando ser despechados, la harina sufre cambios y pérdidas de nutrientes por diferentes factores como el clima y la superficie de almacenado, ocasionado el problema antes mencionado. Con la finalidad de evitar inconvenientes de este tipo ciertas investigaciones están apegadas a la normativa NTE INEN OIML R 87 (Cantidad de producto en envase) [65], que tiene como objeto establecer cantidades adecuadas y etiquetados nominales predeterminados en un producto

- **Unidades descocidas o rotas**

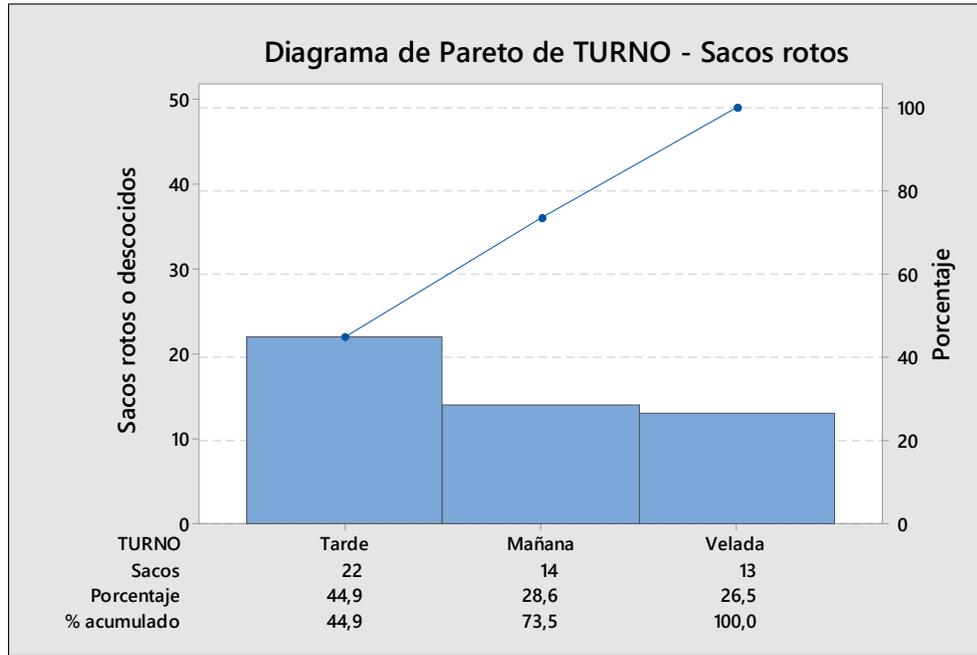


Fig 34. Diagrama de Pareto de segundo nivel de unidades descocidas (Envasado).

Interpretación:

Con el diagrama de Pareto visualizado en la Fig 34, se observa que la mayor cantidad de sacos rotos se produce en la jornada laboral de la tarde, ya que en dicha jornada existe mayor intervención de factor humano para la apilación de producto termina, lo cuales entran en contacto directo con el producto causando roturas o descocidos debido a la estibación que ejecutan. Con la finalidad de evitar dichos problemas la normativa NTE INEN 616 menciona que la harina debe envasarse en recipientes que cumplan condiciones, higiénicas resistivas nutritivas y técnicas que eviten contacto con superficies contaminantes que afecten la calidad del producto [64].

En la Tabla 35 se realiza un resumen de los defectos pocos vitales de cada área determinados con la aplicación del diagrama de Pareto sobre los cuales se debe atacar con la finalidad de mejorar el proceso.

Tabla 35. Defectos pocos vitales de cada obtenidos tras aplicación de Pareto.

ÁREA	DEFECTOS POCO VITALES
Recepción de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de humedad - Presencia de materias extrañas - Defectos del grano - Peso específico inadecuado - Bajo contenido de gluten
Acondicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de humedad - Olores inadecuados
Molienda y cernido	<ul style="list-style-type: none"> - Variación de color (R1) - Carencia de proteína - Bajo contenido de gluten - Presencia de materias extrañas
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de humedad - Granulometría inadecuada - Contenido de UCDC excesivo - Sacos rotos o descocidos - Contenido de unidad adecuada - Presencia de pecas producto final - Índice de de caída inadecuada

Descripción de defectos pocos vitales que provocan la variabilidad la calidad del producto final

Tabla 36. Detalle de fallos en las áreas de producción de harina de trigo.

<p><u>Presencia de materia extrañas (Trigo)</u></p>	<p>Descripción: Muchas de las ocasiones se encuentran cantidades excesivas de piedras, pajas, hojas en el grano los cuáles deben ser separados, pero cuando ya se ha hecho dicha limpieza algunas partículas ajenas superan afecta la harina cuando ha sido molida.</p>	
<p>Tipo de inspección Para recepción y acondicionado de emplea el equipo Dockage Tester y se determina en porcentaje, mientras que para molienda y cernido se cuenta las materias extrañas (unidades) por lo que se encuentra en un a menor cantidad.</p>	<p>Requerimientos: Max: 1.5% con respecto a la muestra [66]</p>	
<p><u>Color (Harina)</u></p>	<p>Descripción: La harina en su totalidad debe ser crema, pero se encuentra variabilidad en su color por lo que este debe ser separado para producto rechazado o en mejor de caso reprocesado.</p>	<p>Requerimientos: Color crema</p>
<p>Tipo de inspección De manera visual por operarios a los pasajes y en laboratorio con las muestras de análisis por parte de los analistas.</p>		

Tabla 36. Detalle de fallos en las áreas de producción de harina de trigo (Continuación).

<p style="text-align: center;"><u>Granulometría (Harina)</u></p>	<p>Descripción: Sirve para analizar la textura de la harina, ya que las partículas deben tener un diámetro establecido en las normas para garantizar la aplicación de las mismas.</p>	
<p>Tipo de inspección A la muestra de la harina se lo hace pasar una serie cernidores en el tamiz de laboratorio hasta determinar toda la cantidad que paso n porcentaje del total de la muestra.</p>	<p>Requerimientos: Min: 95 % [64]</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Cenizas (Harina)</u></p>	<p>Descripción: Es el porcentaje de residuo inorgánico que se queda después de que se incinera la muestra pues tiene diferente composición mineral que la harina que se ha quemado.</p>	
<p>Tipo de inspección Se realiza en una mufla la cual trabaja a una temperatura de 950° C.</p>	<p>Requerimientos: Min: 1 % [64]</p>	

Tabla 36. Detalle de fallos en las áreas de producción de harina de trigo (Continuación).

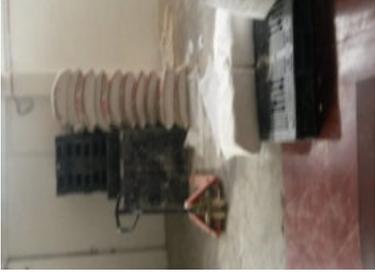
<p><u>Rotos o descocidos</u></p>	<p>Descripción: Observados cuando existe fugas de la harina por los costales, por agujeros generados por las máquinas y por el persona y equipo de carga.</p>	
<p>Tipo de inspección Se realiza de manera visual al producto.</p>	<p>Requerimientos: No deben existir fugas de harina</p>	
<p><u>Peso (Contenido inadecuado)</u></p>	<p>Descripción: Es importante para que no existe devoluciones o quejas de los clientes por falta de producto en las unidades adquiridas.</p>	
<p>Tipo de inspección Mediante balanza de pesado se toma la lectura de pesado de las unidades.</p>	<p>Requerimientos: Ideal: 50 kg</p>	

Tabla 36. Detalle de fallos en las áreas de producción de harina de trigo (Continuación).

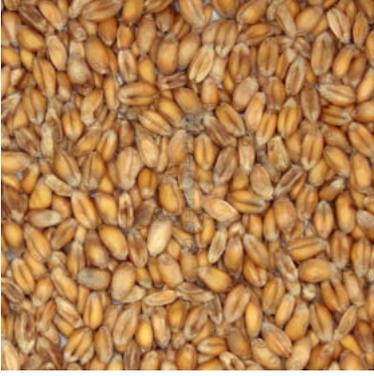
<p style="text-align: center;"><u>Presencia de pecas</u></p>	<p>Descripción: La presencia de las pecas es un indicador de molido de materias extrañas o de equipos con presencia de impurezas sobre los cuales se deben actuar inmediatamente.</p>	
<p>Tipo de inspección Inspección visual de la cantidad que se evidencia calificados cualitativamente como moderado o abundante</p>	<p>Requerimientos: Cantidad moderada</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Defectos del grano</u></p>	<p>Descripción: Al grano desde su recepción viene variado en su tamaño, quebrado, chupados o con anomalías en su estructura física debido al origen de su cultivo a constantes manipulaciones durante el transporte.</p>	<p>Requerimientos: Max. Dañados: 5 % [57]</p>
<p>Tipo de inspección Inspección visual a la muestra a la cual se le observa todos los varan en su estructura física.</p>		

Tabla 36. Detalle de fallos en las áreas de producción de harina de trigo (Continuación).

<p style="text-align: center;"><u>Peso específico (Grano)</u></p>	<p>Descripción: Se emplea para evaluar el rendimiento del grano antes de ser transformado en harina, debido a que un grano bien estructurado rinde mejor que un grano chupado.</p>
<p>Tipo de inspección Se toma la muestra de granos y se les deposita en un recipiente de un volumen de 1 litro, luego se pesa esta cantidad.</p>	<p>Requerimientos: Min: 81 kg/hl [66]</p>
<p style="text-align: center;"><u>Proteína seca (Grano)</u></p>	<p>Descripción: Se realiza el control ya que su exceso o carencia disminuye la calidad nutricional de la harina que se obtendrá.</p>
<p>Tipo de inspección Se realiza a través del equipo analizador infrarrojo cercano NIR a la muestra de estudio.</p>	<p>Requerimientos: Min: 10 % [64]</p>
<p style="text-align: center;"><u>UCDc (Almidón dañado)</u></p>	<p>Descripción: Es importante este tipo de proteína pues garantiza el contenido nutricional de la harina</p>
<p>A través del equipo SD MATIC</p>	<p>Requerimientos: Max: 27.5 Min:24.5 (Establecidos por la empresa)</p>
<p style="text-align: center;"><u>Índice de caída (Falling Number)</u></p>	<p>Descripción: Sirve para detectar daños de germinación que se da en el trigo, pues este factor al salir de los límites puede formar plagas en el grano que incide en la calidad final del producto terminado.</p>
<p>Tipo de inspección Se realiza en el equipo FN 1500 Falling Number empleando otros materiales como tubos de ensayo</p>	<p>Requerimientos: Min:230 Max:330 (Establecidos por la empresa)</p>

Tabla 36. Detalle de fallos en las áreas de producción de harina de trigo (Continuación).

<p style="text-align: center;"><u>Gluten (Grano, Harina)</u></p>	<p>Descripción: Proteína importante para mantener la calidad del grano, mientras que en la harina es importante para mantener una elasticidad uniforme cuando se mezcle con agua.</p>
<p>Tipo de inspección Se realiza a través del equipo analizador infrarrojo cercano NIR a la muestra de estudio.</p>	<p>Requerimientos: Min: 28 % [64]</p>
<p style="text-align: center;"><u>Humedad (Trigo y harina)</u></p>	<p>Descripción: El exceso de humedad permite que el grano de descomponga de manera más rápido, mientras que en la harina el exceso amasa de manera solida cuando se almacena.</p>
<p>Tipo de inspección Se realiza a través del equipo analizador infrarrojo cercano NIR a la muestra de estudio.</p>	<p>Requerimientos: Max: 14.5 % (Grano) [64] Max: 15 % (Trigo)</p>
<p style="text-align: center;"><u>Gluten (Grano, Harina)</u></p>	<p>Descripción: Proteína importante para mantener la calidad del grano, mientras que en la harina es importante para mantener una elasticidad uniforme cuando se mezcle con agua.</p>
<p>Tipo de inspección Se realiza a través del equipo analizador infrarrojo cercano NIR a la muestra de estudio.</p>	<p>Requerimientos: Min: 28 % [64]</p>

MEDIR

Variables

Una vez definido el proceso de elaboración de harina de trigo y determinadas las variables críticas de estudio en cada área, se realiza la clasificación de acuerdo al tipo al que pertenecen (continua o de atributo), como se muestra en la Tabla 37. Dichas variables deben ser potencialmente medibles, controlables y corregibles, pues permitirán el estudio actual del proceso.

Tabla 37. Variables críticas de estudio.

PRESENTACIÓN	DISCRETA	CONTINUA	PROCESO CRÍTICO
	Defectos del grano	Humedad % de materias extrañas Gluten Peso helectrolítico	RPM
	Olores inadecuados	Humedad	ACON.
	Variación de color	Proteína seca (Carencia de nutrientes) Gluten (Carencia de nutrientes) Presencia de materias extrañas (%)	MOL. Y CER.
	Presencia de pecas Rotos o descocidos Contenido faltante o excesivo	Humedad Granulometría UCDc Número de caída	ENVASADO

Estudio de capacidad y estabilidad de los procesos de elaboración

Con los datos recolectados y ordenados se procede a observar y analizar el comportamiento del proceso a través del tiempo, empleando las “*cartas control*”, mientras que para el estudio de capacidad del proceso se utiliza “*métrica Six Sigma e índices de capacidad*”, lo cual en conjunto permitirán establecer la línea base del proyecto, para luego investigar las posibles causas comunes o especiales que generan variabilidad, que permitirán generar alternativas de mejora y de control que ayuden reducir dichos problemas.

ÁREA DE RECEPCIÓN

En esta área las variables de estudio son medibles (con equipos de medición calibrados), tomando datos de manera lenta, a razón de que el pedido de materia prima (trigo) se hace cada vez que la misma se termina, por lo tanto, los datos a estudiar se lo realiza de manera individual, haciendo uso de los datos mostrados en la Tabla 38, Tabla 39, Tabla 40 y Tabla 41.

- **Humedad**

Tabla 38. Datos para la elaboración de cartas individuales (% de humedad).

Lote N°	Humedad	Lote N°	Humedad
1	14.50	23	14.50
2	14.60	24	14.60
3	14.50	25	14.40
4	14.60	26	14.50
5	14.60	27	14.60
6	14.60	28	14.50
7	14.60	29	14.40
8	14.60	30	14.50
9	14.50	31	14.60
10	14.60	32	14.50
11	14.50	33	14.30
12	14.60	34	14.50
13	14.60	35	14.50
14	14.60	36	14.50
15	14.70	37	14.50
16	14.60	38	14.40

Tabla 38. Datos para la elaboración de cartas individuales (% de humedad) (Continuación).

17	14.60	39	14.60
18	14.50	40	14.50
19	14.60	41	14.50
20	14.50	42	14.50
21	14.50	43	14.70
22	14.60	44	14.50

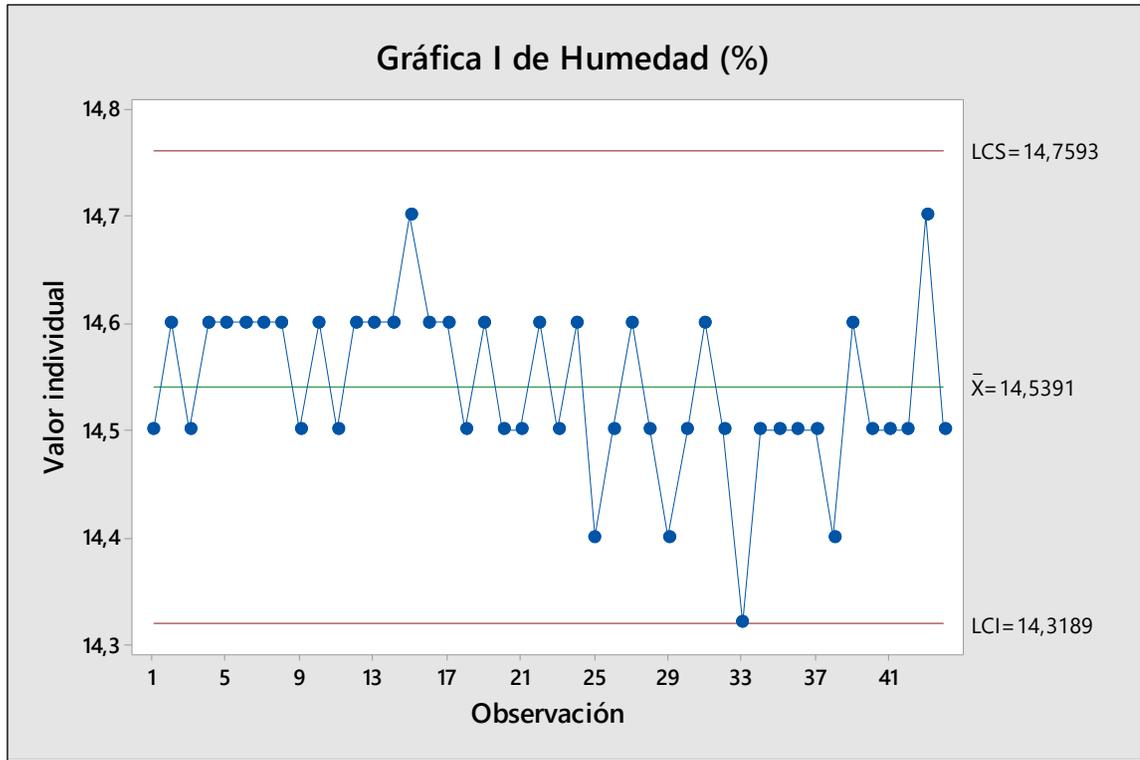


Fig 35. Carta de control individual para la variable humedad (recepción).

Interpretación:

Como se visualiza en la Fig 35, correspondiente a la carta de control para la variable humedad se evidencia que la línea central es igual a 14.53; mientras que el límite superior y límite inferior tienen un valor de 14.75 y 14.31 respectivamente; sin ningún punto que se encuentre fuera de los límites de control está fuera de los límites de control, por lo que el proceso en estudio se dice que mantienen una estabilidad adecuada. Sin embargo, se observa que sigue un patrón repetitivo de puntos, por lo que es necesario investigar las causas de comportamiento de dichos puntos.

Discusión de resultados:

A pesar de tener un proceso aparentemente controlado, existe variación con respecto a la humedad máxima del trigo (15%) debido a diferentes proveedores del grano; pues en estas graneleras de origen el almacenamiento se lo hace en lugares cerrados con temperaturas elevadas que penetra la estructura interna del grano aumentando la humedad; la cual acelera la descomposición y genera la germinación del mismo. Además, los métodos de transporte no cumplen con las especificaciones pues al realizar el cambio de clima de una zona cálida a una templada la humedad varía de forma representativa causando un daño mecánico al grano que influyen en su rendimiento durante el proceso de molienda.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable % de humedad**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (15 % máximo de humedad en grano de trigo), centrándose en la teoría “variable entre más pequeña mejor”

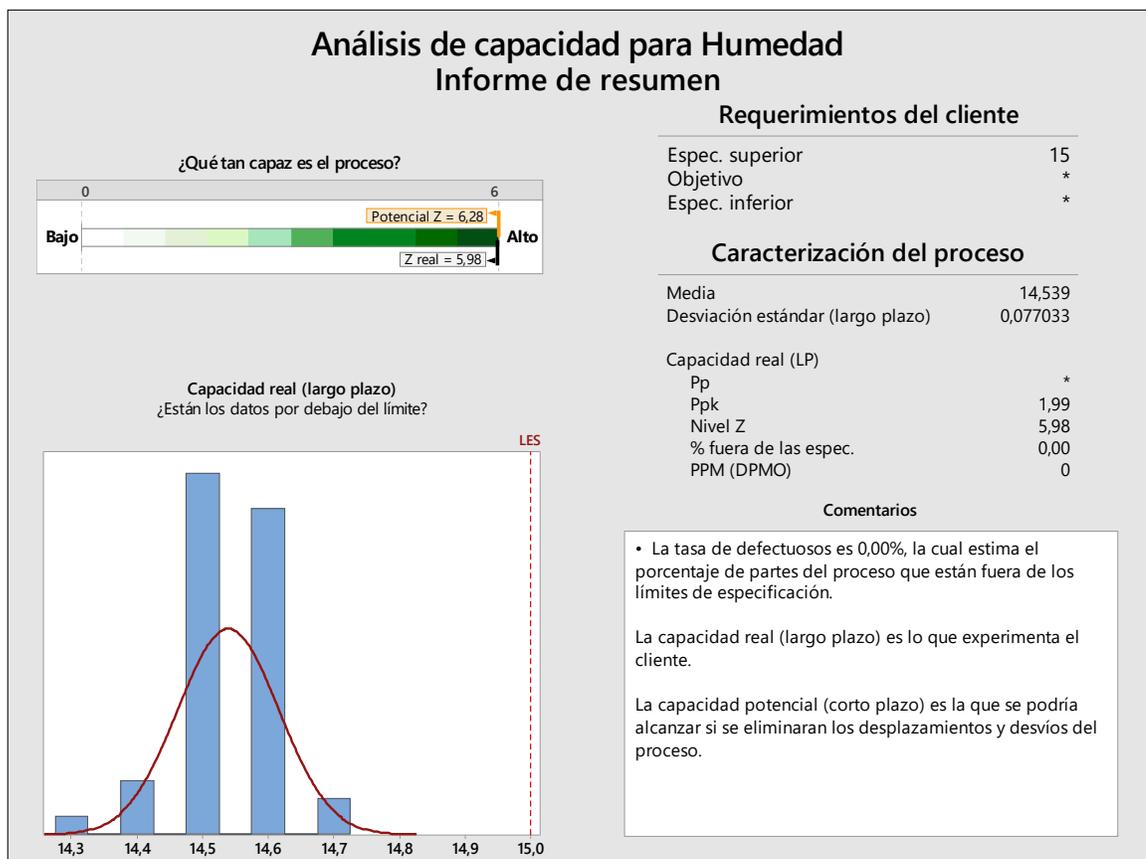


Fig 36. Capacidad del proceso de la variable humedad en Minitab (recepción).

Interpretación:

En la Fig 36, se evidencia el análisis de capacidad para la variable humedad, donde se observa que el índice Ppk es mayor a 1.25, siendo un indicador claro de que el “*proceso con respecto a dicha variable es incapaz*” de cumplir con la especificación superior establecida. Además, al tener un nivel sigma de 5.98, se aproxima a la meta del Six Sigma, sin muestras de análisis fuera de las especificaciones y por ende sin ninguna muestra defectuosa si se analiza un millón de las mismas (PPM).

En sí, analizando la estabilidad y capacidad del proceso con respecto a la humedad del trigo, se establece que es un proceso moderadamente “*inestable y incapaz*”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo A, que permitirá mejorar y eliminar problemas no muy serios que permitan incrementar la operabilidad del proceso con respecto a la humedad del grano de trigo que llega a recepción de la planta.

- **Materias extrañas**

Tabla 39. Datos para la elaboración de cartas individuales (% de materias extrañas).

Lote N°	Materias extrañas	Lote N°	Materias extrañas
1	0.722	23	0.776
2	0.565	24	0.871
3	0.583	25	0.796
4	0.877	26	0.673
5	1.115	27	0.728
6	0.778	28	0.477
7	1.046	29	1.052
8	0.993	30	0.986
9	1.159	31	1.186
10	1.192	32	0.781
11	1.033	33	0.638
12	0.969	34	0.981
13	1.269	35	1.230
14	1.094	36	0.651
15	1.256	37	1.234
16	0.785	38	1.299
17	0.887	39	1.064
18	1.489	40	0.686
19	1.277	41	0.811
20	1.133	42	1.161
21	1.162	43	1.105
22	0.893	44	0.964

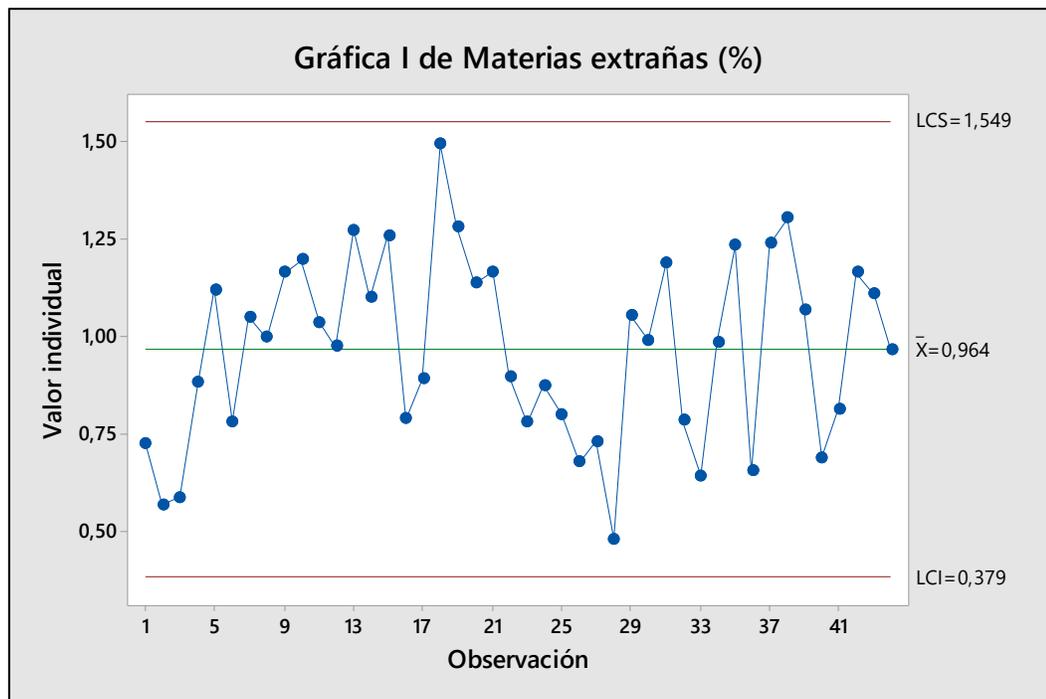


Fig 37. Carta de control individual para la variable materias extrañas (recepción).

Interpretación:

En la Fig 37, perteneciente a la carta de control individual para la variable materias extrañas se visualiza que los cálculos arrojan resultados de 0.964 como límite central, 1.549 como límite de control superior y 0.379 con un límite de control inferior, sin observar puntos fuera de los límites de control; además se observa claramente que los puntos fluctúan a lo ancho de la carta de control con tendencia a caer en la línea central, por lo que se dice que es un “proceso estable”.

Discusión de resultados:

Aparentemente se visualiza un control adecuada sobre la variable analizada (materias extrañas), pero no se cumple con las especificaciones requeridas por la empresa (1% porcentaje máximo de materias extrañas), por lo que se observa la variación común de los puntos a lo largo de la carta de control; esta variación se da comúnmente debido a que el transporte se hace de manera, inadecuada, pues los contenedores al transportar diferentes productos y no darles la limpieza adecuada tras su desembarque, estos se acumulan y se mezclan con el grano de trigo, ocasionado presencia de materias extrañas durante la carga,

descarga y recepción de trigo en la planta de producción. Una solución para reducir el porcentaje de materias extrañas empleada en la empresa Molineros San Luis [67], es la adquisición de materias prima a proveedores debidamente certificados, los cuales cumplen con parámetros de calidad de almacenamiento y transporte de productos a granel que garanticen una carga de trigo adecuada.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable % de materias extrañas**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (1 % máximo de materias extrañas), centrándose en la teoría “variable entre más pequeña mejor”.

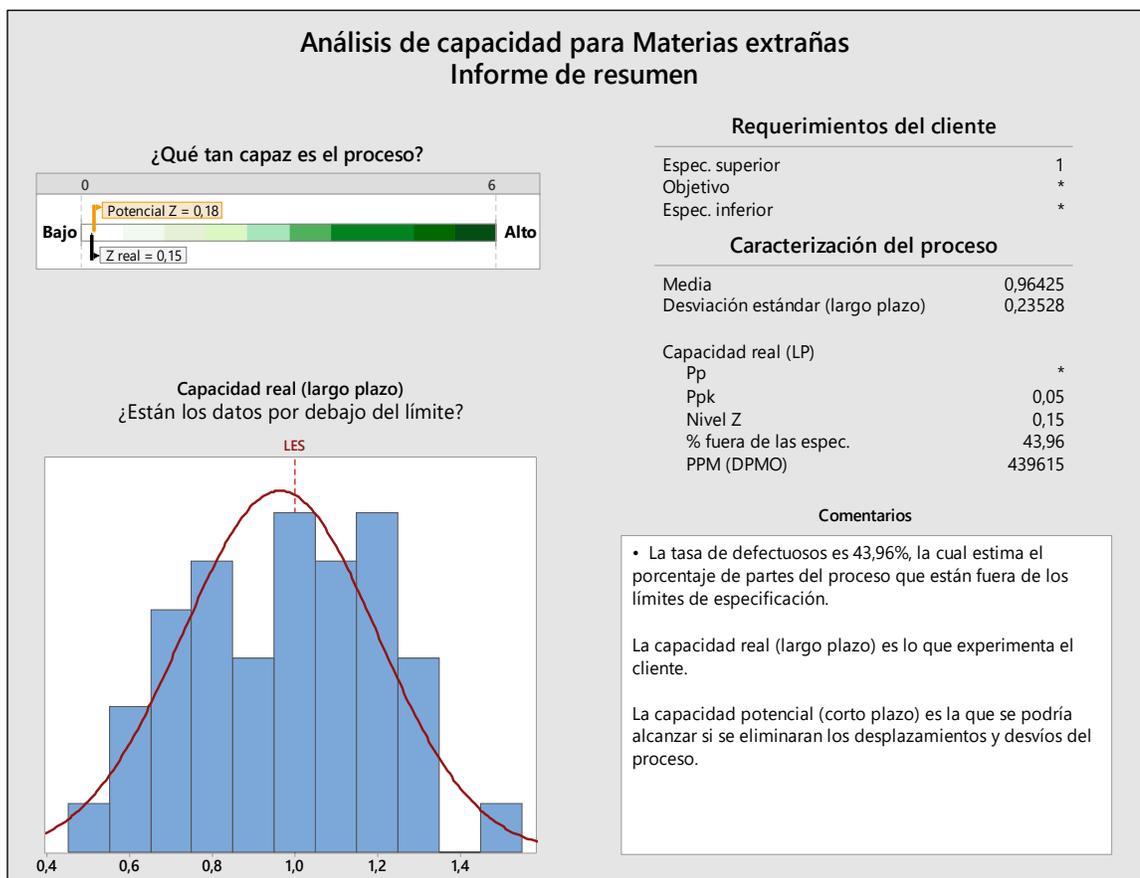


Fig 38. Capacidad del proceso de la variable materias extrañas en Minitab.

Interpretación:

En la Fig 38, se evidencia el análisis de capacidad para la variable humedad, obtenida en el software Minitab, donde se el valor de la capacidad potencial del proceso que tiene un valor de $Ppk = 0.05$, indicando que el proceso tiene un mal desempeño, es decir es un “proceso incapaz” de cumplir con la especificación superior establecida (1% máximo de

materias extrañas). Si se analiza 1 millón de muestras de trigo se obtendrían al menos 439615 de las mismas con problemas de materias extrañas, lo cual llevando a porcentajes fuera de las especificaciones representaría el 43.96 %, que involucra grandes dificultades para la molienda del grano. Además, el nivel Z es demasiado bajo con respecto a la meta 6 Sigma, por lo que es necesario aplicar herramientas severas de mejora.

En sí, analizando la estabilidad y capacidad del proceso con respecto al % de materias extrañas presentes en el trigo, se establece que es un proceso “*estable e incapaz*”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo C, que permitirá mejorar y eliminar problemas serios que están afectando el no cumplimiento de especificaciones.

- **Glúten húmedo**

Tabla 40. Datos para la elaboración de cartas individuales (% de gluten húmedo).

Lote N°	Glúten Húmedo	Lote N°	Glúten Húmedo
1	31.9	23	31
2	32.1	24	30.6
3	31.2	25	27.4
4	30.5	26	30.8
5	30.5	27	30.8
6	31	28	31.3
7	30.4	29	30.2
8	32.8	30	30.8
9	30.6	31	31.3
10	28.2	32	33.4
11	31.1	33	30.8
12	31.3	34	31.4
13	32.5	35	30.6
14	32.9	36	31.2
15	31.6	37	29.5
16	30.7	38	31.8
17	29.8	39	31.2
18	31.2	40	30.6
19	30.6	41	31
20	31.5	42	30.5
21	28.5	43	30.5
22	30.9	44	32.4

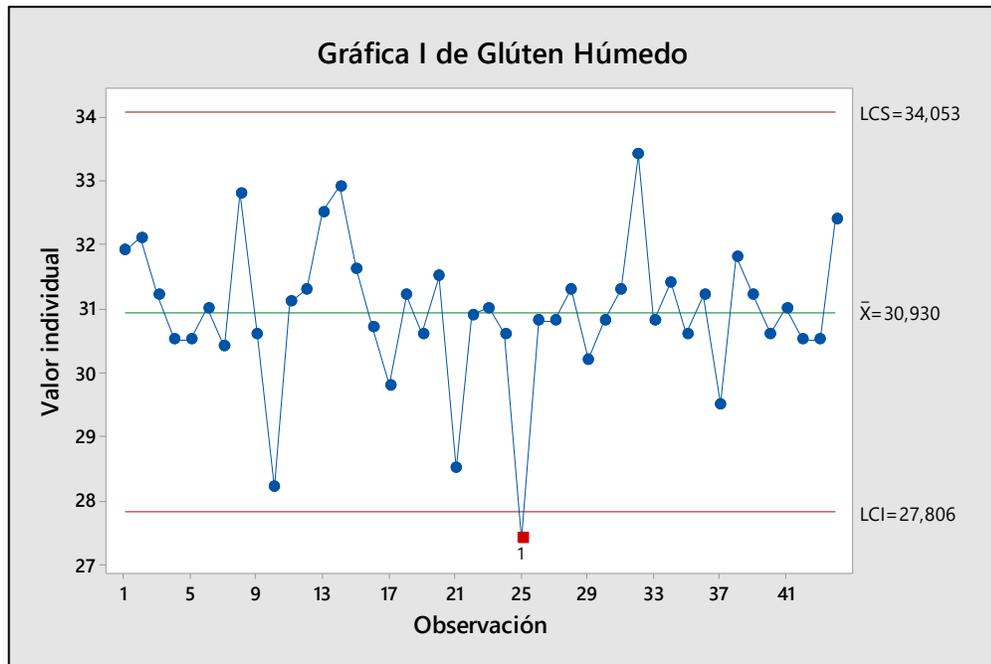


Fig 39. Carta de control individual para la variable gluten húmedo (recepción).

Interpretación:

A través de la carta de control observada en la Fig 39, se observa que los resultados obtenidos en la línea central tienen un valor de 30.93, mientras que el límite de control superior e inferior tienen un valor de 34.053 y 27.806, respectivamente. Se observa claramente que 1 punto están fuera de los límites de control y que ciertos puntos sufren cambios repentinos; lo que indica que el “*inestable*“. Al calcular el índice de inestabilidad St se obtiene un valor 2.27%, por lo que se deben determinar las causas por la que los granos contengan un contenido de gluten húmedo bajo, si la cantidad de dicho parámetro es bajo puede causar problemas en la panificación de la harina.

Discusión de resultados

Con esta carta se evidencia la variabilidad con respecto al contenido de gluten húmedo en el trigo que se receipta para su procesamiento, por la tanto, dicha variabilidad puede ocasionar inconvenientes como contenido de humedad excesiva y un contenido proteínico bajo [68], los cuales generan problemas de inocuidad, e inciden directamente a la descomposición estructural del grano de trigo. En muchos de los casos el contenido de gluten es inferior a lo establecido por la empresa (28%), por lo que el trigo debe ser

adecuado, con la finalidad de que alcance el contenido proteínico que brinda un gluten húmedo apropiado; esto involucra un tiempo de almacenamiento adicional a temperaturas entre 20 a 22 °C hasta que el grano sea acondicionado, generando retrasos hacia las siguientes etapas de producción.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable gluten húmedo**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (28 % mínimo de gluten húmedo), centrándose en la teoría “variable entre más grande mejor”.

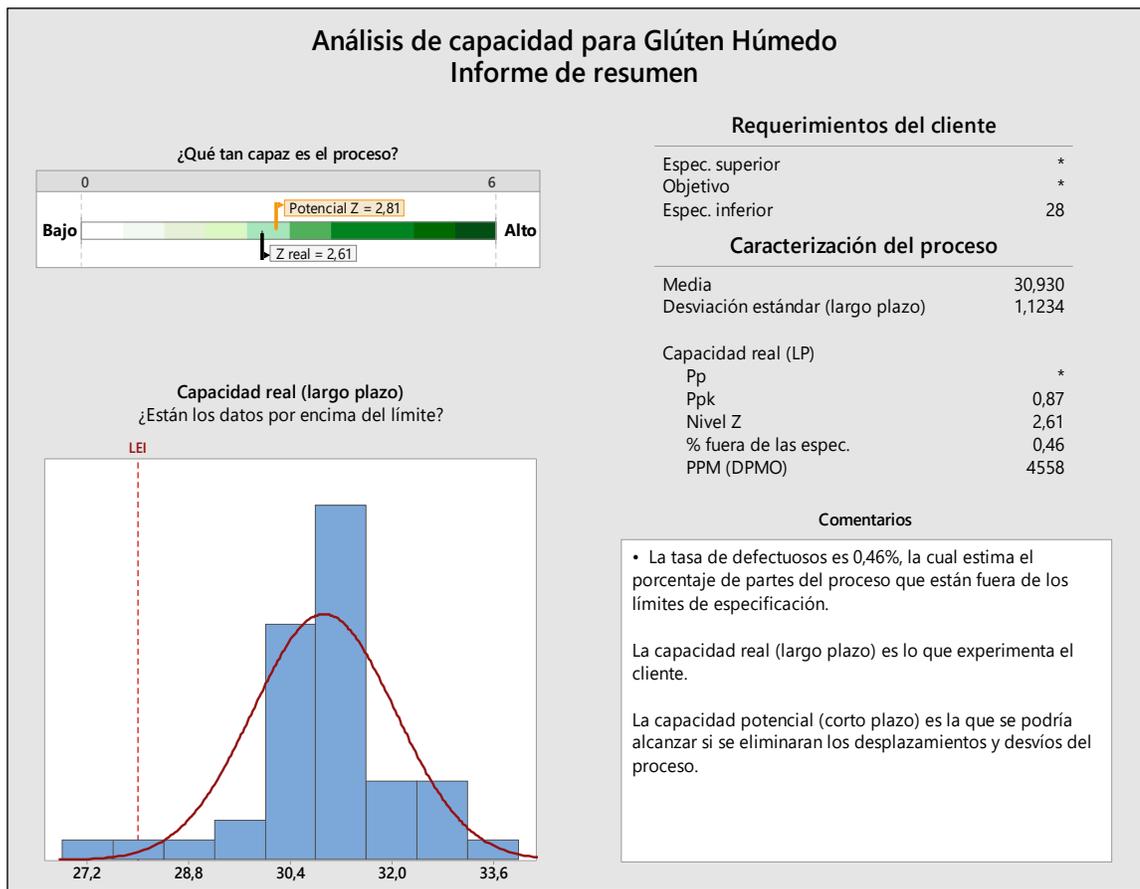


Fig 40. Capacidad del proceso de la variable gluten húmedo en Minitab.

En la Fig 40, se evidencia el análisis de capacidad para la variable gluten húmedo, donde el índice de capacidad potencial es 0.87, inferior al 1.25, condición para que sea adecuado; por lo tanto, el “proceso es incapaz “de cumplir con la especificación mínima requerida. Además, se observa que tiene un valor bajo de nivel Z (2.51) lejos del a meta del Six Sigma, por lo que si se analiza en PPM alrededor de 4558 tendrán problemas de gluten húmedo, representando el 0.45% de las muestras que se analizan. Dichos números llevan

a plantear estrategias de mejora inmediatas que permitan alcanzar las especificaciones requeridas con respecto al contenido de gluten.

Analizando la estabilidad y capacidad del proceso con respecto al contenido de gluten húmedo en el grano de trigo, se establece que es un proceso moderadamente “*inestable e incapaz*”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo D, con la finalidad de mejorar el proceso con respecto a dicha variable.

- **Peso helectrolítico**

Tabla 41. Datos para la elaboración de cartas individuales (peso helectrolítico).

Lote N°	Peso helectrolítico	Lote N°	Peso helectrolítico
1	81.8	23	82.1
2	82	24	82.2
3	81.9	25	81.9
4	82.1	26	82.3
5	82	27	82
6	81.7	28	82.2
7	82.1	29	82.5
8	82	30	82.2
9	81.7	31	81.7
10	81.6	32	81.8
11	82.4	33	81.6
12	82.5	34	82.1
13	82.5	35	81.9
14	82.3	36	82
15	81.6	37	82
16	82.6	38	82
17	81.7	39	82.1
18	82.2	40	82.1
19	81.9	41	82.5
20	82.3	42	82.1
21	82.2	43	82.5
22	82.1	44	82.8

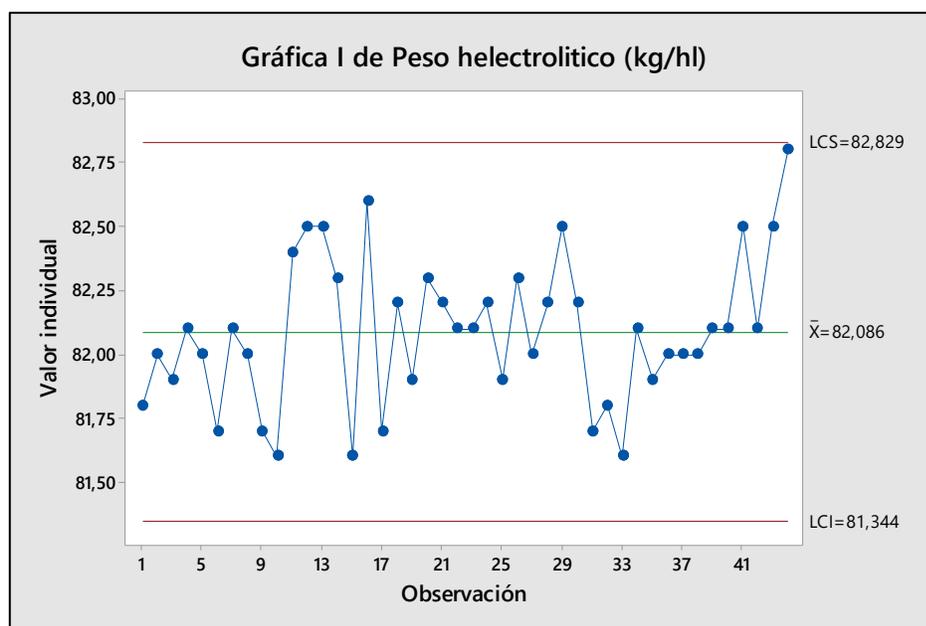


Fig 41. Carta de control individual para la variable peso electrolítico (recepción).

Interpretación:

A través de la carta de control observada en la Fig 41, se observa que los resultados obtenidos en la línea central tienen un valor de 82.06, mientras que el límite de control superior tiene un valor de 82.829 y el límite de control inferior tiene un valor de 81.344. Se evidencia que todos los puntos están dentro de la carta de control, indicando que es un “proceso estable”; sin embargo, se observa que los puntos no tienen tendencia a caer en la línea central pues fluctúan a lo ancho de toda la carta de control, siendo un claro indicador de que el grano de trigo varía en su peso helectrolítico, motivando la búsqueda de las causas naturales que generan dicho problema.

Discusión de resultados

El peso helectrolítico es un factor influyente del rendimiento del grano vs la harina obtenida; esto quiere decir que si se receipta una determinada cantidad de kilogramos de grano de trigo al ser procesado (molido), se debe obtener la misma cantidad de harina, lo cual es imposible. Las causas de dicho problema se dan por la variedad de granos con diferentes características de composición interna y externa del grano, tales como granos de diferente tamaño, incompletos, con densidad variable (inflados) y granos llenos de humedad, lo cual en su mayoría contienen más cáscara que salvado.

En la empresa “Molinos e Industrias Quito” se basa en el requerimiento básico de que el peso helectrolítico del grano de trigo debe ser de 76 kg/hl [59], el cual permite obtener una mejor correlación entre el peso helectrolítico y el rendimiento, incrementando la cantidad de producto final obtenido y mejorando la eficiencia del proceso.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable peso helectrolítico.**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (81 kg/lit mínimo de peso helectrolítico), centrándose en la teoría “variable entre más pequeña mejor”.

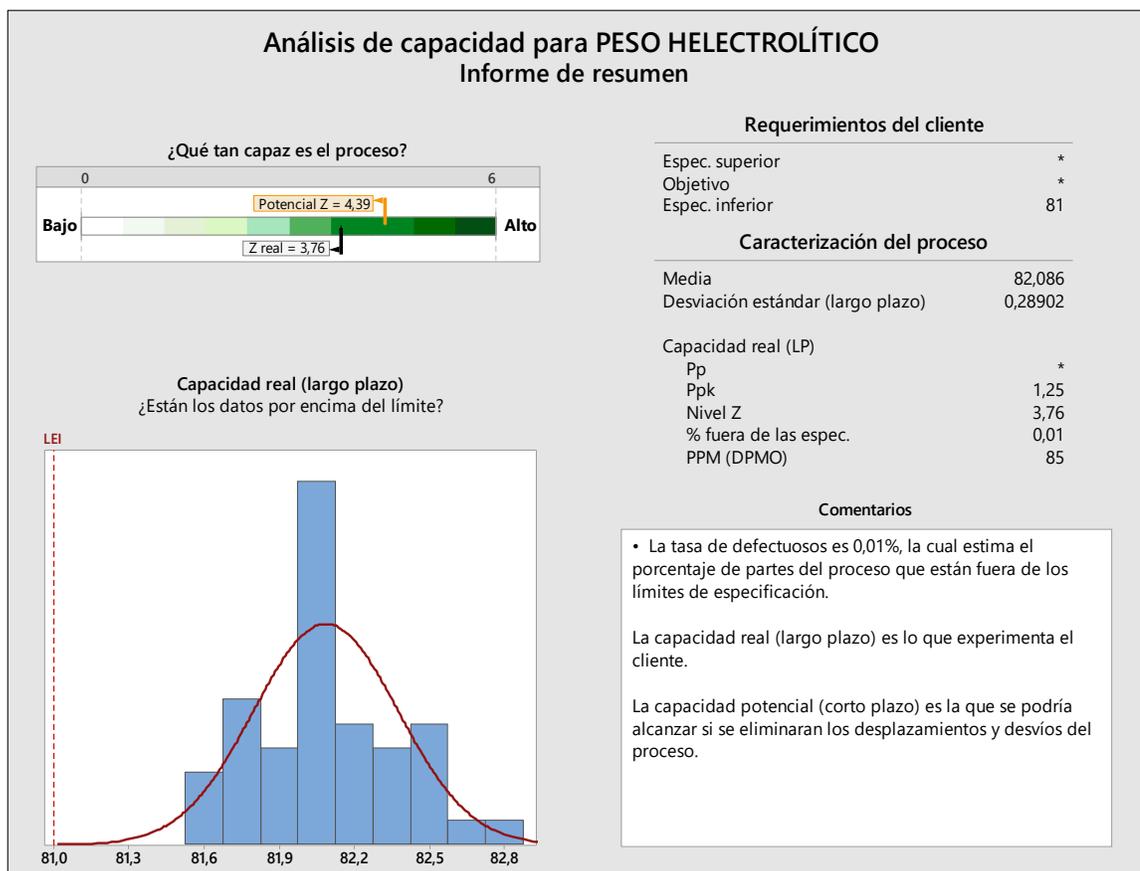


Fig 42. Capacidad del proceso de la variable peso helectrolítico en Minitab.

En la Fig 42, se evidencia el análisis de capacidad para la variable peso helectrolítico, donde se obtiene un valor de 1.25 como capacidad potencial del proceso (Ppk), por lo que el “proceso es capaz “de cumplir con la especificación establecida de dicho parámetro. Al analizar 1 millón de muestras de trigo se obtendrían al menos 85 de las mismas con problemas de contenido de gluten, lo cual llevando a porcentajes fuera de las

especificaciones representaría el 0.01 %, siendo relativamente un valor bajo y controlable. Sin embargo, el nivel Z actual es demasiado bajo (3.76) con respecto a la meta 6 Sigma, por lo que se debe aplicar planes de mejora sobre el proceso actual

Con el análisis de las cartas de control y la aplicación de los índices de capacidad se determina que el proceso con respecto al peso específico del grano de trigo, se establece que es un proceso “*estable y capaz*”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo A.

ÁREA DE ACONDICIONADO

Se utiliza una carta de control tipo $\bar{X}-\bar{R}$ ya que el acondicionado es un proceso continuo que dura generalmente 3 horas, en la cual se toman 4 muestras aleatoriamente, que representan significativamente la cantidad de trigo que se está acondicionando y permite detectar cambios significativos en la media del proceso y en la amplitud de la dispersión. Para dicho análisis se utiliza los datos registrados en la Tabla 42.

- **Humedad**

Tabla 42. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R.

HUMEDAD														
Mue. N°	M1	M2	M3	M4	Mue. N°	M1	M2	M3	M4	Mue. N°	M1	M2	M3	M4
1	14.1	14.1	14.1	14	16	14.2	14.1	14.1	14	31	14.1	14.2	14.2	14.2
2	14	14	14	14.2	17	14	14	13.9	14.1	32	14.3	14.3	14.3	14.3
3	13.8	14.2	13.8	13.7	18	14.1	14.1	14.1	14.1	33	14.3	14.3	14.2	14.2
4	13.7	13.7	14.3	14.3	19	14.1	14.1	13.6	13.8	34	14.4	14.4	14.3	14.3
5	14.4	14.3	14.3	14.2	20	14.1	14.1	14.1	14.1	35	14.4	14.3	14.2	14.3
6	14.3	14.3	14.2	14.2	21	14.2	14.2	14.1	14.2	36	13.9	14.2	14.1	14.1
7	13.8	13.8	14.3	14.2	22	14	14	14	14	37	14.2	14.3	13.9	13.9
8	14.5	14.5	14.2	14.3	23	14.2	14.1	14.2	14.3	38	14.1	14.1	14.3	14.3
9	14.2	14.2	14.2	14.2	24	14.3	14.1	14.1	14.1	39	14.2	14.2	14.2	14.2
10	14.2	14.2	14.3	14.3	25	14	14.1	14	14	40	14.1	14.2	14.2	14.1
11	13.8	13.7	13.9	13.9	26	14.1	14.1	14.2	14.1	41	14.3	14.5	14.4	14.5
12	14.3	14.4	14.5	14.3	27	14	14	14	14	42	13.9	14.2	14.2	14.2
13	14.1	14.1	14.1	14.3	28	14.1	14.1	14.1	14.1	43	14.2	14.1	14.2	14.2
14	14.2	14.1	14	14	29	14.3	14.2	14	14.2	44	14.2	14.1	14.2	14.2
15	14.1	14.1	14.1	14.1	30	14	14	13.9	13.9	45	14.2	14.2	14.2	14.2

Tabla 42. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (Continuación).

HUMEDAD														
Mue. N°	M1	M2	M3	M4	Mue. N°	M1	M2	M3	M4	Mue. N°	M1	M2	M3	M4
46	14.1	14.1	14.1	13.7	66	13.8	13.8	13.8	13.8	86	13.8	13.9	13.8	13.8
47	14.3	14.3	14.3	14.2	67	13.8	13.8	13.9	13.9	87	13.8	13.7	13.8	13.8
48	14.2	14.2	14.2	14.2	68	13.9	13.8	13.9	13.8	88	13.6	13.8	13.7	13.8
49	14.1	14.1	14	14	69	13.9	13.9	13.9	13.9	89	13.9	13.8	13.9	13.9
50	13.5	13.6	14.1	14.2	70	13.9	13.9	13.7	13.8	90	13.9	13.9	13.7	13.7
51	14	14.1	14.2	14	71	13.1	13.2	13.7	13.7	91	14	13.9	13.8	13.8
52	14	14	14	14	72	13.3	13.4	13.7	13.8	92	13.8	13.7	13.7	13.7
53	13.8	13.8	13.9	13.9	73	13.9	13.8	13.8	13.9	93	13.9	13.9	13.9	13.9
54	13.8	13.8	13.7	13.8	74	13.8	13.8	13.7	13.7	94	14	14.1	14	14
55	13.3	13.8	13.8	13.9	75	13.6	13.7	13.6	13.5	95	13.8	13.7	13.9	14.1
56	14	13.9	14	13.9	76	13.6	13.6	13.7	13.7	96	13.9	14	13.9	14
57	13.8	13.9	13.9	13.9	77	13.7	13.7	13.6	13.7	97	14	14.1	13.7	13.6
58	13.5	13.6	13.8	13.7	78	13.9	13.9	13.8	13.9	98	13.6	13.7	13.7	13.8
59	13.5	13.6	13.7	13.8	79	14	14	13.7	13.7	99	13.7	13.7	13.7	13.7
60	13.6	13.6	13.9	14	80	14.1	14.1	14.1	14	100	13.4	13.4	13.7	13.7
61	13.6	13.6	13.6	13.6	81	13.9	13.9	13.9	14	101	13.9	13.9	13.8	13.9
62	13.6	13.6	13.7	13.5	82	13.8	13.8	13.9	14	102	13.7	13.8	14	14.1
63	13.7	13.9	13.8	13.8	83	14.1	14.1	14.1	14.2	103	13.8	13.8	13.9	13.8
64	13.8	13.8	13.9	13.9	84	14.1	14.1	14.1	14.1	104	13.6	13.8	13.7	13.7
65	13.8	13.9	13.8	13.9	85	14.1	14	14	14	105	13.8	13.7	14.1	13.7

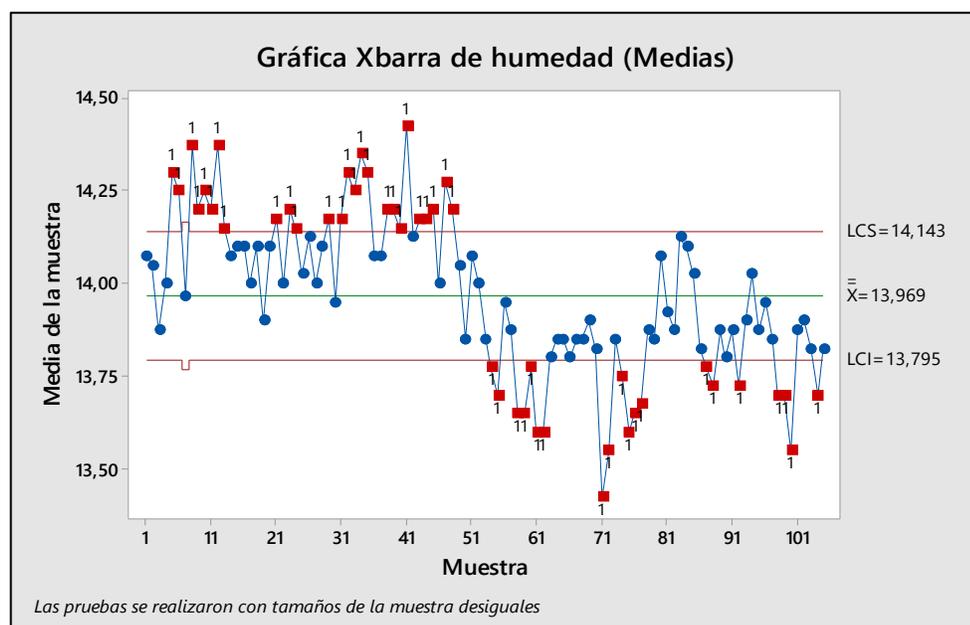


Fig 43. Carta de control de medias (\bar{X}) para la variable humedad.

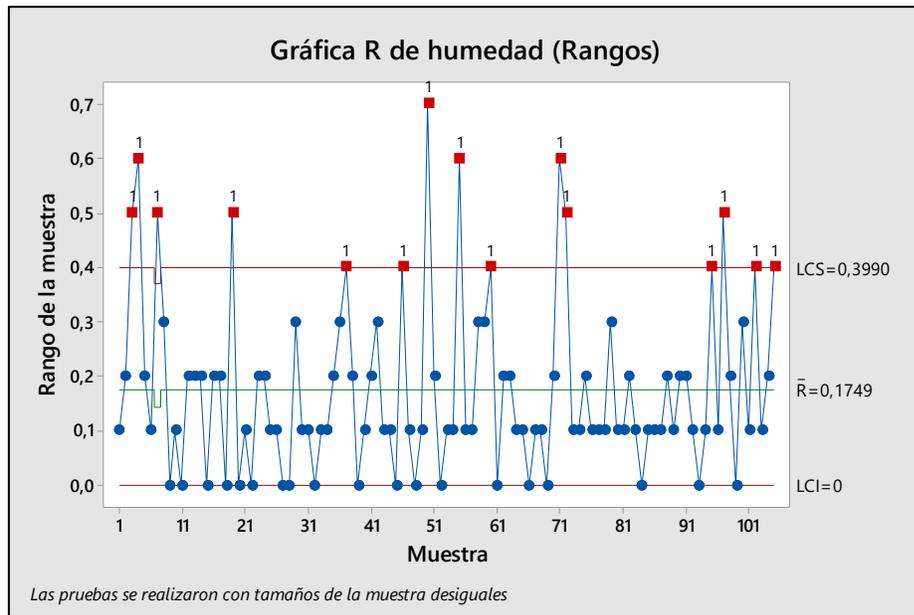


Fig 44. Carta de control de rangos (\bar{R}) para la variable humedad.

Interpretación:

En la Fig 43, se observa la carta de control de medias para la variable humedad, donde se observa que los valores calculados para la línea central es 13.959, mientras que el límite de control superior es 14.143 y el límite inferior es de 13.795, al calcular el índice de inestabilidad St se obtiene un valor de 69.5 %, puesto que 73 puntos están fuera de los límites, por lo que existen desplazamientos en la media del proceso.

Ahora al calcular los límites de control con la carta de control para rangos (Fig 44), se obtiene un valor de 0.174 como línea central, 0.399 como límite superior y un valor de 0 como límite inferior, además se observa 15 puntos fuera de los límites de control, y al calcular el índice de inestabilidad se obtiene un St de 14.73 %, siendo un indicador claro de cambios en la amplitud de la dispersión.

Por lo tanto, se establece que el proceso de control de humedad en el área de acondicionado es altamente “*inestable*”, por lo que se debe investigar las causas que generan puntos fuera de control.

Discusión de resultados

En la carta de control se observa que el proceso es inestable, indicando que la humedad en el acondicionado varía de manera notable, debido a diferentes causas, como el exceso

de flujo de agua hacia el lote de trigo para suavizar su estructura, sin considerar si el tiempo de acondicionado es corto o largo.

Además, con el comportamiento de los subgrupos en la carta se evidencia que existe un patrón de mezcla, pues varios puntos se colocan lejos de la línea central y muy cercanos a los límites de control [69]; esto se da porque en cada recolección de las muestras existe la rotación de trabajadores debido a los cambios de jornada, y cada uno de estos toma la muestra en diferentes tiempos para que sea analizada, además que estos análisis son determinados de forma manual en el equipo NIR en el laboratorio y también de manera automática mediante el uso del equipo SATH lo que ocasiona variación en los resultados obtenidos tras el análisis.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable % de humedad**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (14.5 % máximo de humedad), centrándose en la teoría “variable entre más pequeña mejor”.

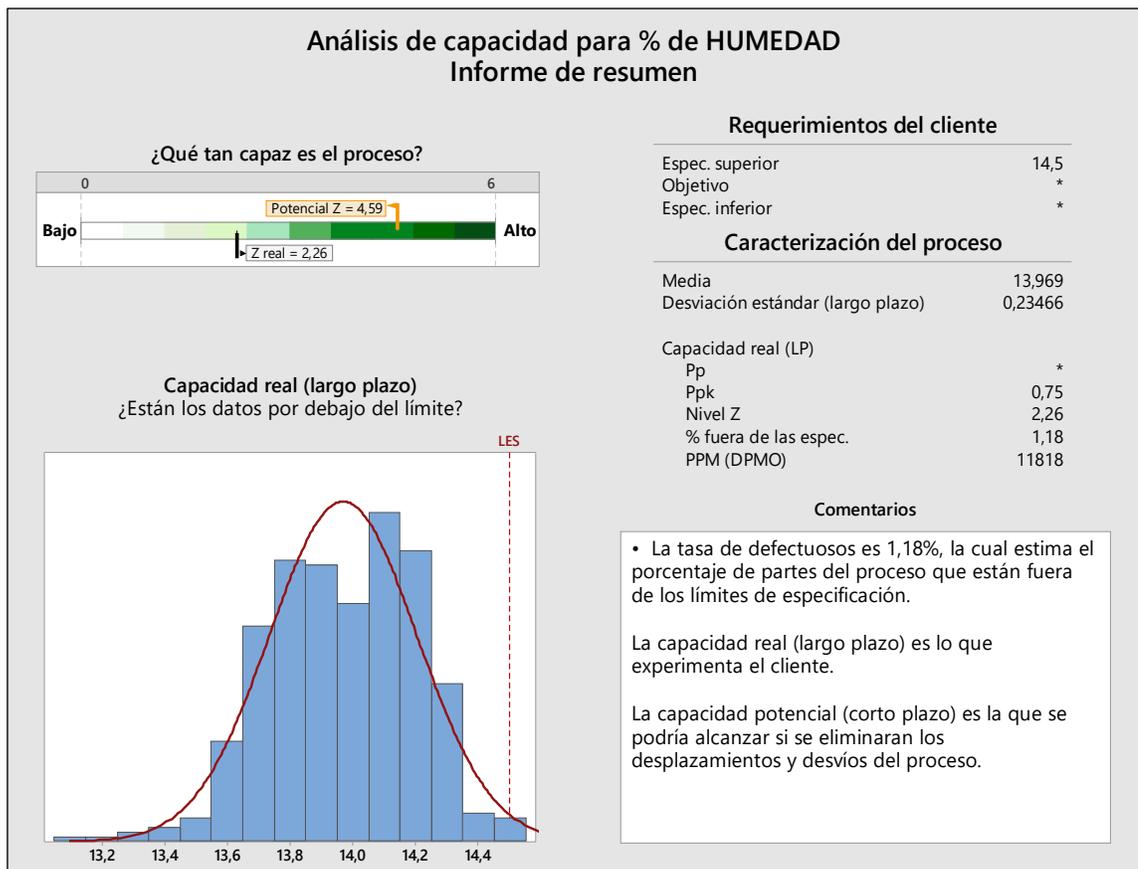


Fig 45. Capacidad del proceso de la variable de humedad en Minitab (acondicionado).

Interpretación:

En la Fig 45, se evidencia el análisis de capacidad para la variable humedad, donde se observa que el índice Ppk es mayor a 0.75, siendo un indicador claro de que el “*proceso es incapaz*” de cumplir con la especificación superior establecida. Además, al tener un nivel sigma de 2.26, se determina que está muy lejos la meta del Six Sigma, con un 1.118 % fuera de las especificaciones si se analiza un millón de muestras de análisis.

En sí, analizando la estabilidad y capacidad del proceso con respecto a la humedad del trigo, se establece que es un proceso moderadamente “**inestable e incapaz**”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo D, para una mejora inmediata.

ÁREA DE MOLIDO Y CERNIDO

Se usa una carta de control tipo $\bar{X}-\bar{R}$, pues este proceso es continuo, que se lo realiza durante la jornada laboral (24 horas divididos en 3 horas), se toma 3 muestra en cada jornada y se lo analiza con la finalidad de evaluar los parámetros físico – químicos y cumplir con requerimientos exigidos por los clientes. Para dicho análisis se utiliza los datos registrados en la Tabla 43 y Tabla 44.

- **Proteína**

Tabla 43. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (proteína).

% PROTEINA															
Mue. N°	M1	M2	M3	Mue. N°	M1	M2	M3	Mue. N°	M1	M2	M3	Mue. N°	M1	M2	M3
1	15.7	15.9	15.5	21	15.6	15.6	15.3	41	15.7	15.7	16.2	61	16.1	16	16
2	15.5	16	15.8	22	15.6	15.7	15.7	42	15.8	15.8	15.8	62	17.4	17.6	16.2
3	15.7	15.7	15.7	23	15.7	16.1	16.1	43	15.9	16	15.8	63	16.1	16	16.2
4	15.7	15.5	14.9	24	15.4	15.7	16.3	44	15.8	16.2	15.9	64	16	15.9	16
5	15.8	15.7	15.9	25	15.8	15.6	15.6	45	15.8	15.9	16.2	65	15.6	15.9	15.9
6	15.8	15.9	16	26	16.1	15.8	15.6	46	15.9	16.3	16	66	16.2	16	16.3
7	15.7	15.5	15.3	27	16.3	16.3	16.1	47	15.9	15.9	16	67	15.9	16	16
8	15.8	16.1	15.9	28	15.7	15.6	16.1	48	16.1	16.2	16.2	68	15.9	16.1	16.1
9	15.9	15.7	15.9	29	16.1	16.2	15.9	49	16.2	16.1	16.2	69	16	15.9	16.3
10	15.8	15.6	15.6	30	16.3	16.2	16.3	50	15.9	15.9	16.1	70	16.1	15.8	16.1
11	15.9	15.7	15.5	31	14.9	14.9	16.3	51	15.9	16.3	16.2	71	15.9	16	16
12	15.6	15.6	15.7	32	16.3	16	16.2	52	15.8	16.4	16.1	72	16.2	16.1	16
13	15.6	15.8	15.7	33	16.2	15.9	16	53	16.1	15.8	15.6	73	15.8	16	15.9

Tabla 43. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (proteína) (Continuación).

14	15.6	15.6	15.5	34	16.3	15.9	15.9	54	15.8	15.9	16.2	74	16	16.2	16
15	16.2	16	16	35	15.7	16	16	55	15.7	16.1	16.2	75	16.2	16.1	16.1
16	15.5	15.9	15.4	36	15.8	15.8	15.6	56	16.2	16.1	15.6	76	16.2	15.8	16
17	15.9	15.9	15.9	37	15.8	15.7	15.8	57	15.6	16.2	15.9	77	16.1	15.8	16.1
18	16.2	15.9	15.5	38	15.6	15.9	16	58	15.9	16	16	78	15.9	15.9	15.9
19	15.7	15.7	15.9	39	16.1	16.1	15.8	59	15.9	16.3	16	79	16.1	15.9	16.2
20	15.9	15.6	16.1	40	16.3	15.7	16	60	16.1	15.9	15.8	80	15.8	16	16.2

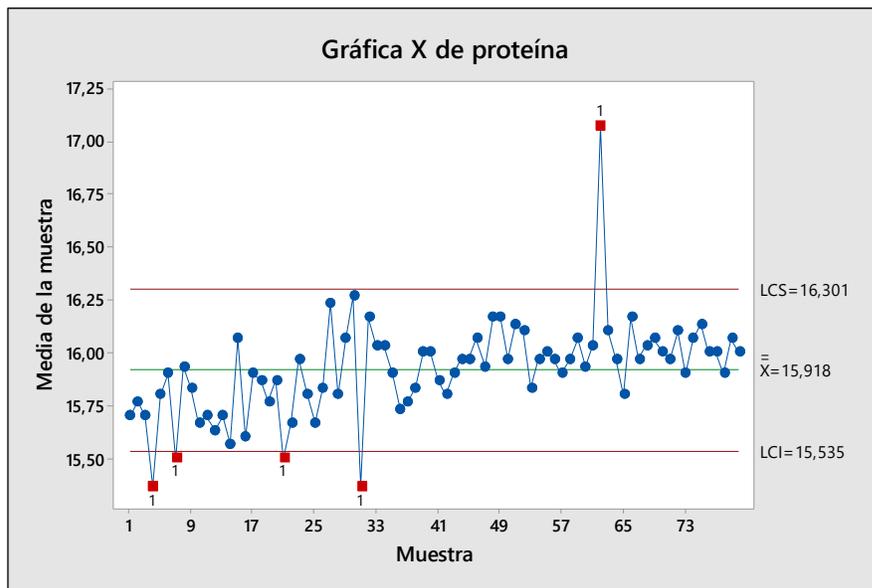


Fig 46. Carta de control X-R para la variable proteína (a).

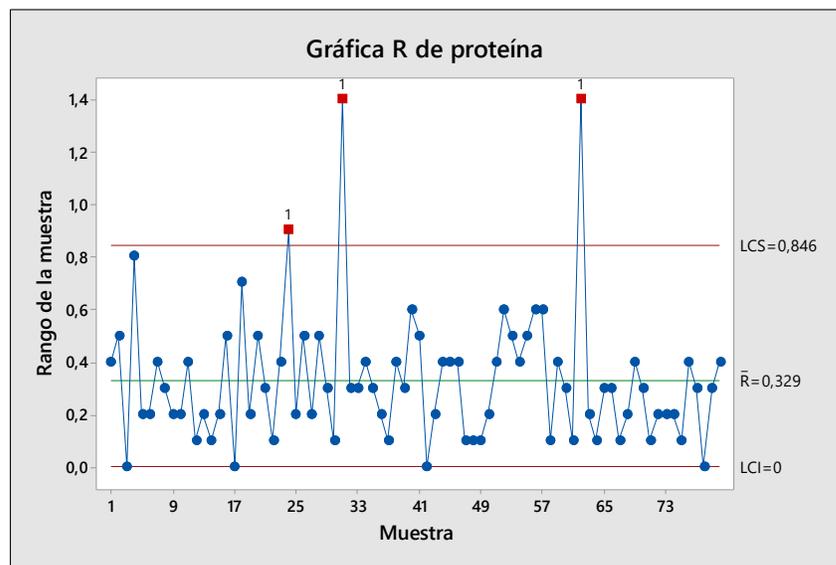


Fig 47. Carta de control X-R para la variable proteína (b).

Interpretación:

Mediante el uso de la carta de control de medias para la variable proteína visualizada en la Fig 46, se observa que los valores calculados para la línea central es 15.918, mientras que el límite de control superior es 16.301 y el límite inferior es de 15.525; al calcular el índice de inestabilidad St se obtiene un valor de 8.75 %, pues 7 puntos están fuera de los límites, indicando que el proceso es inestable indicando que hay desplazamientos de la curva con respecto a la media del proceso.

En cambio en la Fig 47, al calcular los límites de control con la carta de control para rangos (R), se obtiene un valor de 0.329 como línea central, 0.846 como límite superior y un valor de 0 como límite inferior, además se observa 3 puntos fuera de los límites de control lo que indica que el proceso con respecto al contenido de proteína es ligeramente inestable, pues el valor de St es 3.75 % indicando cambios en la amplitud de la curva del proceso.

Entonces, se establece que el proceso de control de proteína en el área de molienda y cernido es “*inestable*”, por lo que se debe investigar las causas que generan puntos fuera de control.

Discusión de resultados

Claramente se observa que en las cartas de control para medias y rangos (X-R) existen puntos fuera de los límites, por lo tanto existe inestabilidad. Además, se observa que se comporta como el patrón 1 de variabilidad, ya que existen desplazamientos o cambios en el nivel proceso, pues existen más de 9 puntos en el mismo lado de la línea central indicando que existen pequeños cambios rápidos en el contenido de proteína del grano [39]. Estos cambios se generan debido a que el método de recolección de la muestra para la inspección se lo hace de una manera no periódica, pues los trabajadores lo hacen cuando ellos creen necesario, cumpliendo con la toma de 3 muestras establecidas por el personal analista. Además, la variación del contenido de proteína también depende del grano de trigo, pues al ser importado desde países extranjeros depende mucho de como haya sido cultivado y en qué zona geográfica ha sido cosechado.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable % de proteína.**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (15 % mínimo de proteína), centrándose en la teoría “variable entre más grande mejor”.

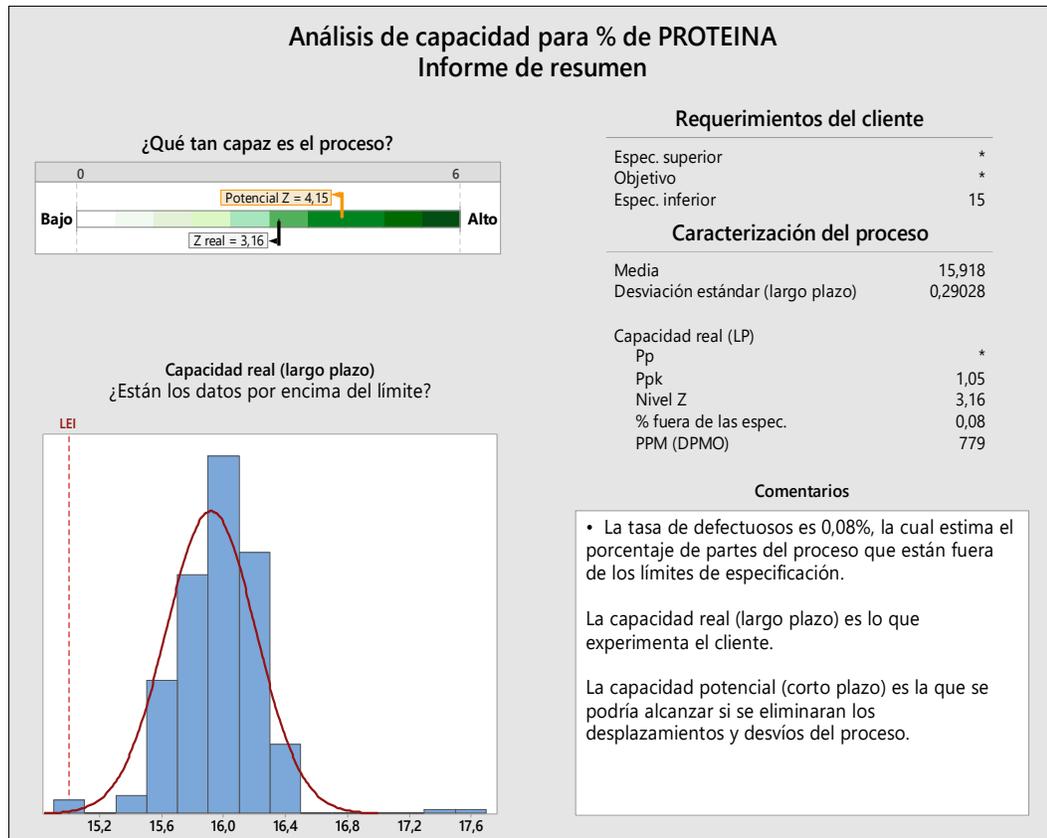


Fig 48. Capacidad del proceso de la variable proteína en Minitab.

Interpretación:

En la Fig 48, se evidencia el análisis de capacidad para la % de proteína, donde el índice de capacidad potencial es 1.05, inferior al 1.25, condición para que sea adecuado; por lo tanto, el “proceso es incapaz “de cumplir con la especificación requerida. Además, se observa que tiene un valor bajo de nivel Z (3.16) lejos del a meta del Six Sigma, por lo que si se analiza en PPM alrededor de 779 tendrán problemas de contenido de proteína, representando el 0.08% de las muestras que se analizan. Dichos números llevan a plantear estrategias de mejora inmediatas que permitan alcanzar las especificaciones establecidas.

Analizando la estabilidad y capacidad del proceso con respecto al contenido de proteína, se establece que es un proceso “*inestable e incapaz*”, por tanto, se coloca en el plan de

mejora tipo D, con la finalidad de mejorar el proceso con respecto a dicha variable.

- **Glúten**

Tabla 44. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (gluten).

% GLUTEN															
Mue. N°	M1	M2	M3	Mue. N°	M1	M2	M3	Mue. N°	M1	M2	M3	Mue. N°	M1	M2	M3
1	32.4	31.5	31.9	21	31.7	30.7	30.8	41	32.5	31.6	32	61	31.9	31.7	31.4
2	31.3	31.6	31.9	22	31	31.9	30.8	42	31.7	32.2	32.6	62	32.7	32.6	32.4
3	31.8	31.6	31.6	23	32.2	31.5	31.6	43	33.4	31.5	31.8	63	32	32.6	32.1
4	32.2	32.1	32.1	24	31.4	32.1	31.9	44	30.9	31.6	31.4	64	32	32.8	32.3
5	32.1	32.5	32.4	25	31.5	31.6	31.3	45	31.8	32.8	31.6	65	32.6	30.2	31.6
6	32.4	32.8	32.4	26	30.9	31.6	31.7	46	32.8	31.3	31.7	66	30.7	30	29.1
7	33.4	31.9	32.3	27	32	32.4	32.5	47	31.8	32	32.6	67	29.2	28.9	30.3
8	32.5	31.9	32.9	28	32.3	31.6	31.8	48	33	32.6	32.4	68	30.2	29.5	29.7
9	32.5	32.6	32.2	29	32.2	32.3	31	49	31.7	32.4	32.3	69	31.3	31.1	32.5
10	32.5	32.7	32.6	30	31.6	32.5	31.8	50	32.5	32.5	32.9	70	32.2	32.4	32.1
11	33.2	32.7	32	31	32.1	31.7	31.4	51	32.2	31.9	31.4	71	32.6	32.2	31.6
12	32.1	31.6	33	32	32.2	31.1	31.5	52	32.2	33.4	32.6	72	32.5	32.1	32
13	31.7	31.7	32.5	33	31.7	31.5	30.9	53	32.8	32.1	32.5	73	32	31.9	31.7
14	31.7	31.7	31.7	34	31.5	31.7	33.1	54	32.5	32.5	32	74	31.9	31.6	32.1
15	32.3	31.7	31.8	35	32.7	33.2	32.7	55	32.2	32.1	32.1	75	31.3	30.7	31.6
16	32.4	31.6	32.3	36	31.5	31.5	31.9	56	31.9	32.5	31.8	76	29.9	30.5	31
17	31.6	32.2	31.9	37	32.1	32	31.7	57	31.8	32.1	32.1	77	30.8	30.8	30.7
18	32.4	31.7	31.5	38	32.1	32	31.7	58	31.8	32.1	32.1	78	31	30.9	31.2
19	31.8	31.1	31.4	39	32.1	32	31.7	59	31.5	31.8	31.8	79	31.5	30.7	30.6
20	31.5	31.6	31.7	40	32.3	31.5	31.6	60	32	31.4	31.6	80	31	29.3	30

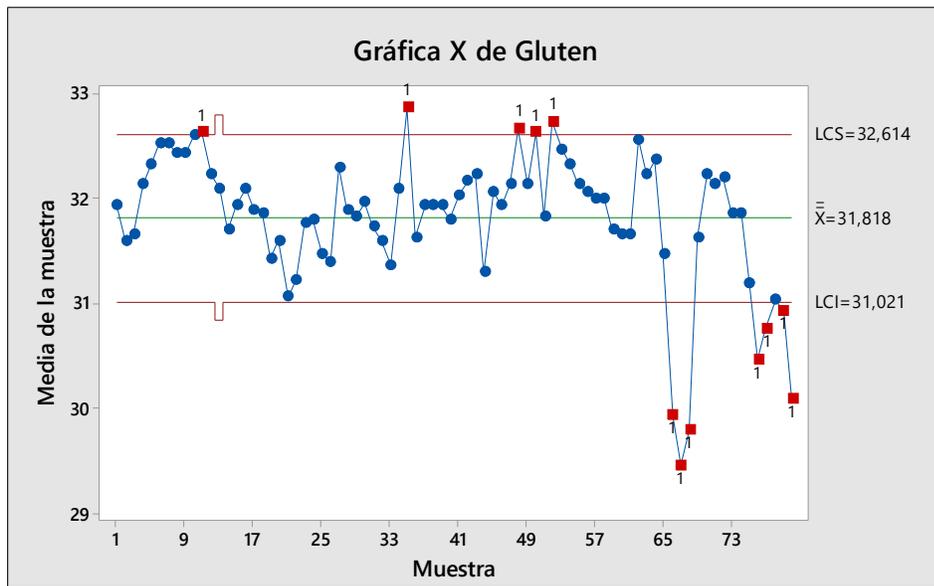


Fig 49. Carta de control X-R para la variable gluten (a).

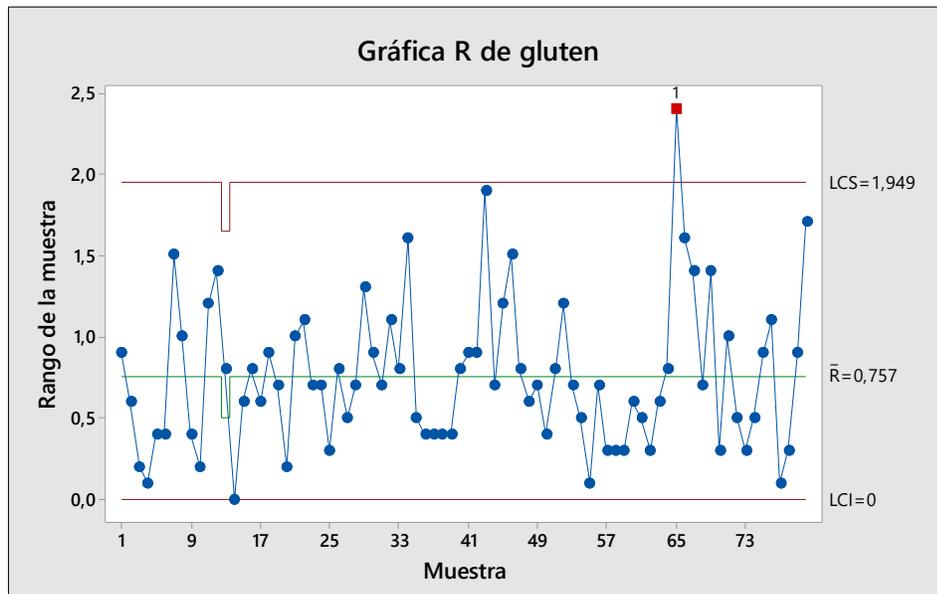


Fig 50. Carta de control X-R para la variable gluten (b).

Interpretación:

Como se observa en la Fig 49, que representa una carta de control para medias, se observa que los valores calculados para la línea central es 31.818, mientras que el límite de control superior es 32.592 y el límite inferior es de 31.043; observándose 12 puntos fuera de los límites, lo que indica que el proceso es variable con un índice de inestabilidad de 15.18 %.

En la Fig 50, se observa la carta de control para rangos, en donde se tiene un valor de 0.757 como línea central 1.949 como límite superior y un valor de 0 como límite inferior, además se observa 1 punto fuera de los límites de control lo que indica que el proceso con respecto al contenido de glúten es inestable con un valor de St es 1.25 %.

Entonces, se establece que el proceso de control de gluten en el área de molienda y cernido es “*inestable*”, por lo que se debe investigar las causas que generan puntos fuera de control.

Discusión de resultados

En la carta de control de $\bar{X} - \bar{R}$ se observa que el proceso es inestable, pues el gluten además de ser una proteína nutritiva es un excelente absorbedor de agua que ayuda a reducir el contenido de humedad en la harina cuando el grano ha sido molido. Se observa que más de 9 puntos están en un lado de la línea central identificando cambios rápidos en el contenido de gluten del trigo, generado por la mezcla de diferentes trigos, pues cada uno de estos son receptado de diferentes proveedores nacionales e internacionales. En un estudio de indicadores de calidad de harina de trigo [70] describe que el contenido de gluten debe tener un porcentaje mínimo (28%) para garantizar la calidad de la harina, ya que en las evaluaciones de panificación, la harina al ser amasada debe tener una elasticidad que genere un volumen adecuado del pan, pues en caso contrario se la considera como harina floja y de mala calidad involucrando pérdidas cuantificables en a la industria.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable % de gluten**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (28 % mínimo de glúten húmedo), centrándose en la teoría “variable entre más grande mejor”.

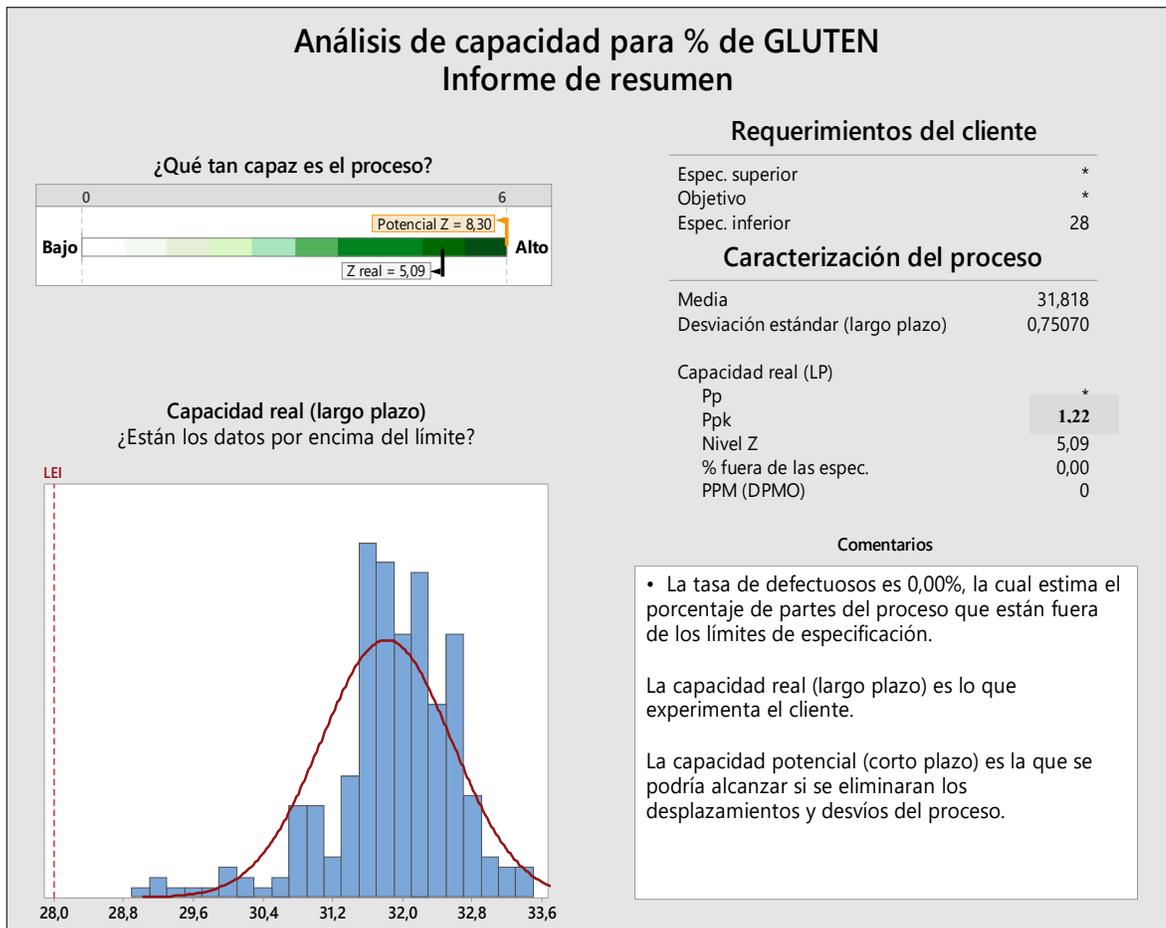


Fig 51. Capacidad del proceso de la variable gluten húmedo en Minitab (molienda y cernido).

Interpretación:

En la Fig 51, se evidencia el análisis de capacidad para la variable gluten, donde tomado en cuanto el centrado del proceso se observa que el índice de capacidad potencial del proceso $Ppk = 1.70$, siendo un proceso adecuado es decir “capaz” de cumplir con las especificaciones establecidas; además tiene un nivel Z de 5.09 muy cerca a la meta de los Six Sigma objetivo de las industrias, por lo que no se detectan artículos muestra de análisis fuera de las especificaciones del contenido de gluten.

Con el análisis de las cartas de control y la aplicación de los índices de capacidad se determina que el proceso con respecto al contenido de gluten, se establece que es un proceso “*inestable y capaz*”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo B.

ÁREA DE ENVASADO

Carta de control para atributos en el área de envasado

La carta de control utilizado para evaluar la variabilidad en este proceso es el tipo P, pues se basa en una distribución binomial, ya que si una unidad presenta algún defecto este no pasa. Para este análisis se inspeccionan 295 unidades y se registran los que tengan defectos, tal como se indica en la Tabla 45.

Tabla 45. Datos utilizados para elaborar gráfica de control tipo P (envasado).

ENVASADO				
Defecto Días observados	Presencia de pecas	Rotos o descocidos	Contenido inadecuado	UNIDADES DEFECTUOSAS
1	4	3	5	12
2	2	5	2	9
3	1	7	2	10
4	7	2	4	13
5	0	9	1	10
6	6	7	2	15
7	6	5	2	13
8	7	1	6	14
9	1	6	0	7
10	7	2	5	14
11	2	4	7	13
12	4	9	6	19
13	2	3	0	5
14	5	6	5	16
15	4	8	2	14
16	1	7	7	15
17	8	1	0	9
18	8	2	2	12
19	3	5	0	8
20	0	4	1	5
21	6	8	2	16
22	3	3	6	12
23	3	8	0	11
24	1	6	3	10
25	5	2	1	8
26	0	9	4	13
27	6	9	1	16
28	5	10	6	21
29	7	9	6	22
30	8	8	4	20

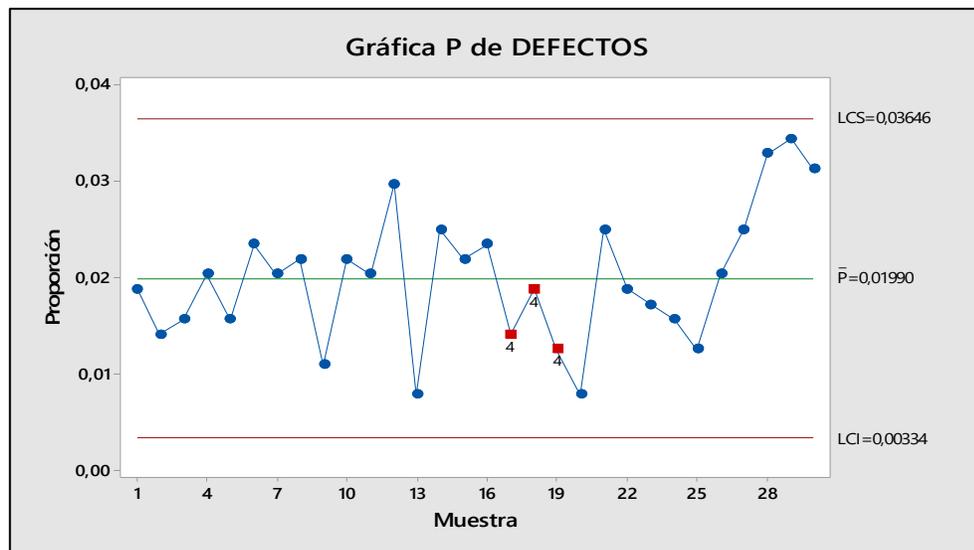


Fig 52. Gráfica tipo P para análisis de defectos en el área envasado.

Interpretación:

Observando la carta de control tipo P de la Fig 52, se obtiene un valor de 0.01990 como línea central, el valor del límite superior de 0.03646 y el límite inferior de 0.00334; al transformar en porcentajes dichos valores se espera los defectuosos varíen entre 3.64 % y 0.33 % con una media de 1.90 %; lo que indica que de cada 641 unidades de harina inspeccionadas a diario al menos 12 presentes defectos como: contenido inadecuados, rotos o descocidos o presencia de pecas.

Claramente se observa que ningún punto está fuera de los límites de control por lo que el “proceso es estable”; sin embargo, se observa que no todos los puntos tienden a caer de cualquier lado de la línea central pues existe variabilidad a lo ancho de la carta de control, por lo que se deben identificar si dicha variación se da por causas comunes o especiales.

Discusión de resultados

Mediante el uso de la carta de control tipo P empleada para los defectos en el área de envasado se puede observar el comportamiento del proceso a través del tiempo, determinándose que es estable porque ningún punto está fuera de los límites; sin embargo, al llevar el promedio de defectuosos (1.90%) a unidades (12), se evidencia que es una cantidad excesiva representando pérdidas elevadas a la empresa. Además, se evidencia que ciertos puntos tienden a ascender y aproximarse al límite superior debido a que estos

días se presentan mayor cantidad de defectos, pues indican que ocurrió algo especial como paros de máquinas no programados o desgaste de los cilindros de molido que afectan la calidad del producto final.

Como alternativa de solución a dicho problema la empresa reprocesa los productos defectuosos, pues estos al ser productos de consumo humano debe cumplir con condiciones nutricionales e higiénicas elevadas para ser expuestos al mercado; sin embargo, la alternativa antes mencionada conlleva tiempos y gastos extras a la industria [71].

Índice de capacidad

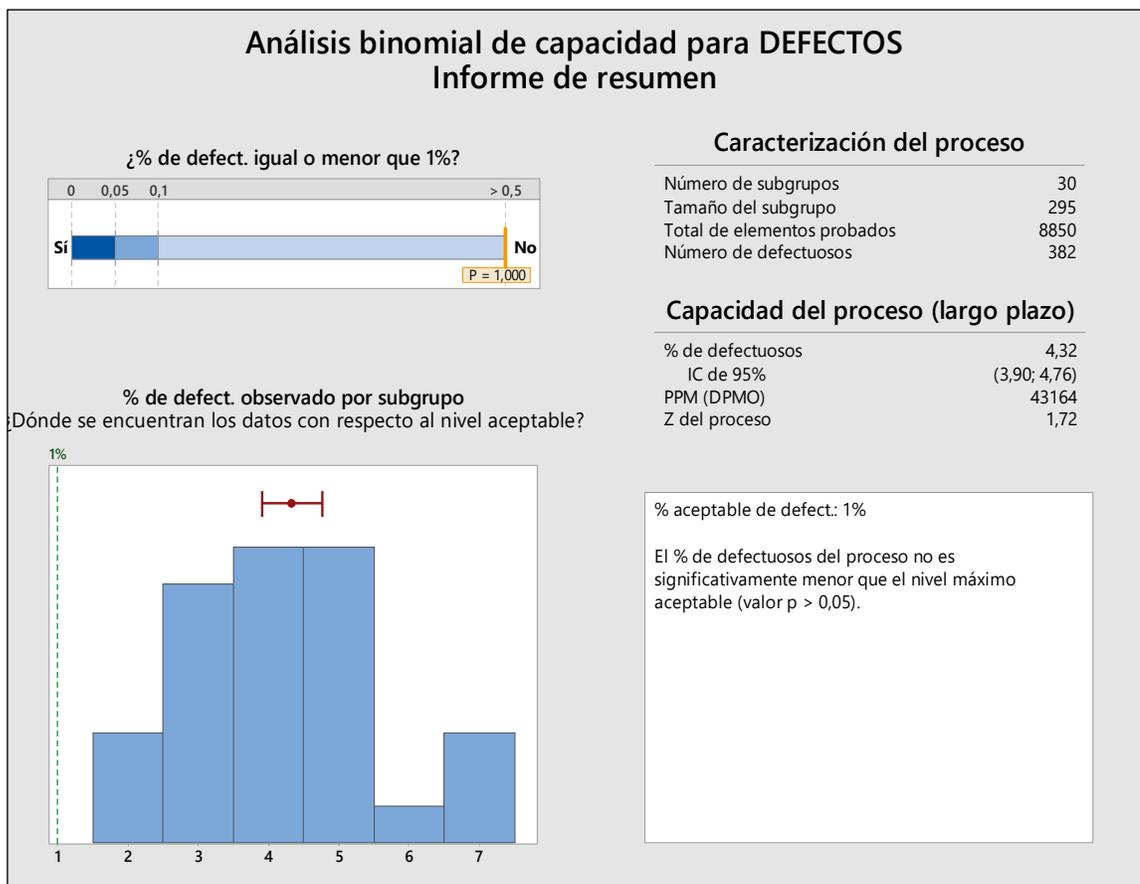


Fig 53. Análisis de capacidad del proceso de envasado.

El nivel Z del proceso se observa en la Fig 53, además se calcula los PPM utilizando la ecuación (32), evidenciando los siguientes resultados:

$$PPM = \frac{\text{Cantidad de unidades defectuosas}}{\text{Cantidad de unidades inspeccionadas}} * 1000000$$

$$PPM = \frac{382}{8850} * 1000000$$

$$PPM = 43\ 164$$

Para el cálculo del índice de capacidad y el rendimiento del proceso de envasado se utiliza la Tabla 5; como no es exacto se interpola usando la ecuación (33).

Valor del índice de capacidad (Cp)

$$X = 1.72$$

$$X_1 = 1.5 \quad Y_1 = 1$$

$$X_2 = 2.5 \quad Y_2 = 1.33$$

$$Y = 1 + \left(\left(\frac{1.72 - 1.5}{2.5 - 1.5} \right) * (1.33 - 1) \right)$$

$$Y = Cp = 1.07$$

Valor Yield (Rendimiento)

$$X = 1.72$$

$$X_1 = 1.5 \quad Y_1 = 93.32$$

$$X_2 = 2.5 \quad Y_2 = 99.379$$

$$Y = 96.41 + \left(\left(\frac{3.23 - 3.3}{3.2 - 3.3} \right) * (95.54 - 96.41) \right)$$

$$Y = Yield = 94.65 \%$$

Interpretación:

En el área de envasado basado en una distribución binomial (si se evidencia algún defecto el producto es separado) se determina que el valor del índice de capacidad del proceso tiene un valor de Cp= 1.07, siendo "incapaz"; además se observa que al inspeccionar un millón de unidades de harina de trigo azul, al menos 43 164 presentarán defectos como: rotos o descocidos, incompletos o con presencia de pecas o manchas que afectan la calidad del producto final; ubicándose en un nivel sigma de 3. Con el rendimiento calculado existe la probabilidad del 94.65 % de que una unidad envasada esté libre de defectos al realizar el análisis e inspección dicha área, por lo se debe tomar acciones para la mejora de los productos defectuosos.

Analizando la estabilidad y capacidad del proceso de envasado, se establece que es "estable e incapaz", por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo C.

Carta de control para variables en el área de envasado

Se emplea la carta tipo $\bar{X}-\bar{R}$, puesto que este proceso de envasado es continuo y constante formando lotes de harina, desde donde se toman muestras adecuadas y representativas cada cierto periodo de tiempo y durante cada jornada laboral.

- **Humedad**

Tabla 46. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (gluten).

% HUMEDAD											
Subg.	M1	M2	M3	Subg.	M1	M2	M3	Subg.	M1	M2	M3
1	14.57	14.31	13.73	28	13.71	13.84	13.79	55	14.19	14.01	14.15
2	14.28	14.22	14.28	29	13.85	13.81	13.28	56	14.09	14.19	14.24
3	13.99	13.73	13.84	30	13.67	13.49	13.61	57	14.17	14.10	14.59
4	13.87	13.81	13.74	31	13.95	13.76	13.90	58	14.41	14.52	14.40
5	14.66	13.90	13.54	32	13.88	13.89	13.55	59	14.24	14.35	14.21
6	13.45	13.42	13.44	33	13.59	13.82	13.80	60	13.93	14.05	14.02
7	13.48	13.59	13.71	34	13.74	13.48	13.25	61	14.19	14.13	14.17
8	13.77	13.74	14.01	35	13.71	13.80	13.56	62	14.66	14.79	14.19
9	14.32	13.33	14.09	36	13.42	13.39	13.75	63	13.95	13.94	13.91
10	14.11	14.09	13.64	37	13.67	13.79	13.67	64	13.82	13.91	14.15
11	14.05	13.64	13.69	38	13.58	13.79	13.61	65	14.56	14.57	14.21
12	14.15	13.57	14.03	39	13.63	13.74	13.88	66	14.18	14.22	14.19
13	14.16	14.17	14.00	40	13.97	13.96	13.98	67	14.25	14.19	14.15
14	13.88	14.10	14.02	41	14.12	14.23	14.12	68	14.16	14.23	14.15
15	13.96	14.09	14.14	42	13.71	13.91	13.80	69	14.05	14.17	14.06
16	13.44	13.67	13.71	43	13.82	13.81	14.11	70	14.12	14.11	14.10
17	14.33	14.04	14.06	44	14.23	14.12	14.05	71	14.05	14.05	13.88
18	13.94	13.89	14.05	45	13.99	13.99	14.15	72	13.97	14.24	14.14
19	14.03	13.86	13.57	46	14.09	14.18	14.16	73	14.25	14.30	14.23
20	13.90	13.82	13.63	47	14.30	14.05	13.99	74	14.19	14.25	14.18
21	13.63	13.88	13.98	48	13.94	13.90	13.78	75	14.10	13.91	13.97
22	13.85	14.01	13.98	49	13.99	13.88	13.98	76	14.18	14.17	14.08
23	13.98	14.09	13.83	50	14.03	13.95	13.72	77	14.15	14.09	14.25
24	13.61	13.69	13.87	51	13.74	13.75	13.82	78	14.12	14.06	14.18
25	13.84	13.77	13.81	52	14.02	13.88	13.88	79	14.38	14.23	14.15
26	13.81	13.82	13.68	53	13.99	14.12	14.11				
27	13.57	13.28	13.41	54	13.94	14.00	14.35				

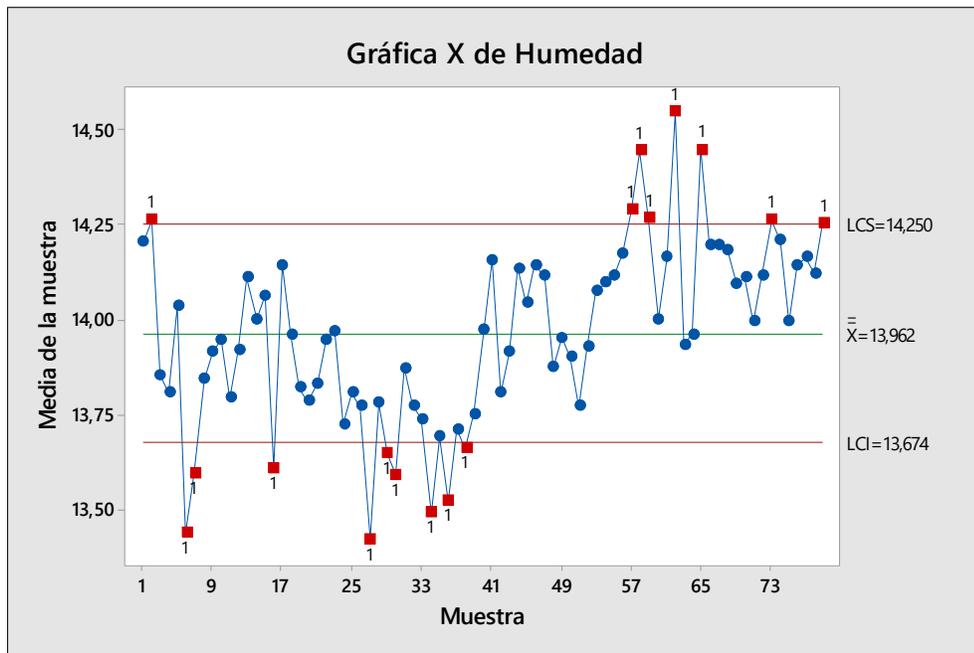


Fig 54. Carta de control X-R para la variable humedad (envasado - a).

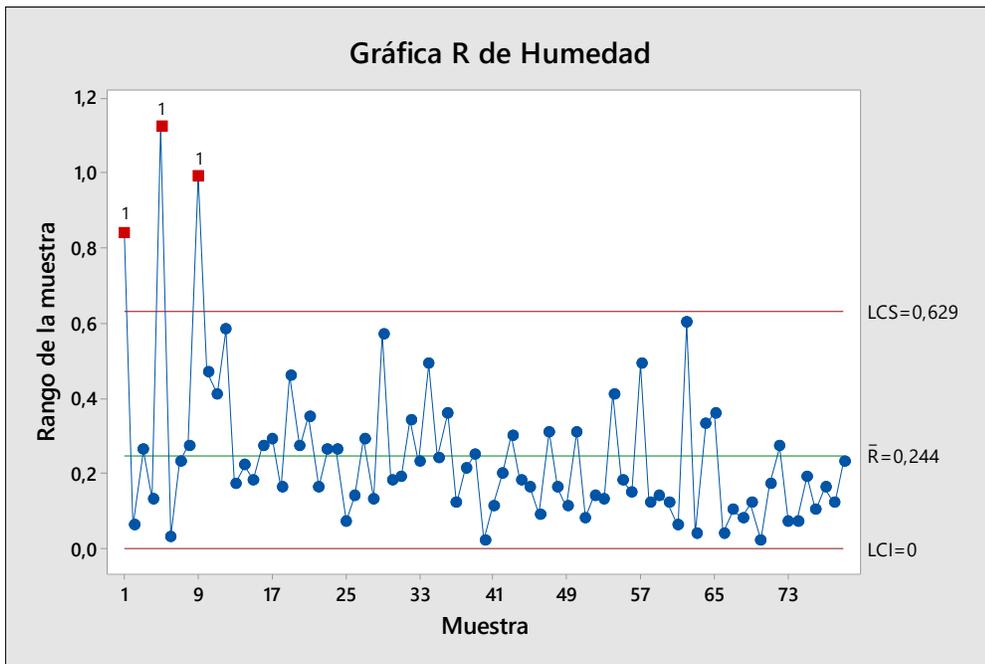


Fig 55. Carta de control X-R para la variable humedad (envasado - b).

Interpretación:

En la Fig 54, que representa una carta de control para medias (\bar{X}), se observa que los valores calculados para la línea central es 13.952, mientras que el límite de control

superior es 14.250 y el límite inferior es de 13.674; se observan 17 puntos fuera de los límites, y al calcular el índice de inestabilidad se obtiene un valor de 21.51 %. Mientras tanto en la Fig 55, se observa la carta de control para rangos (R), en donde se tiene un valor de 0.244 como línea central, 0.629 como límite superior y 0 como límite inferior, observándose 3 puntos fuera de los límites de control.

Por lo tanto, se establece que el proceso de control de % de humedad en el área de envasado es “*inestable*”, por lo que se debe investigar las causas que generan puntos fuera de control.

Discusión de resultados

Como se observa en la Fig 54 y Fig 55, el proceso es inestable porque varios puntos están fuera de los límites de control, dicha inestabilidad se da porque la humedad de la harina ya obtenida depende mucho de la dureza del grano de trigo, del acondicionamiento y de la longitud de molido o trituración (cantidad de roturas que se da al grano), pues en estas etapas previas se va controlando el porcentaje de la humedad con la finalidad de no superar la especificación máxima (14.5%). Además, existen puntos lejos de la línea central y cerca del límite superior e inferior, generados por los métodos de acondicionamiento y molienda, pues estos varían dependiendo del acondicionamiento con tiempos cortos o del ajuste a los equipos de molienda.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable % de humedad**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (14.5 % máximo de humedad), centrándose en la teoría “variable entre más pequeña mejor”.

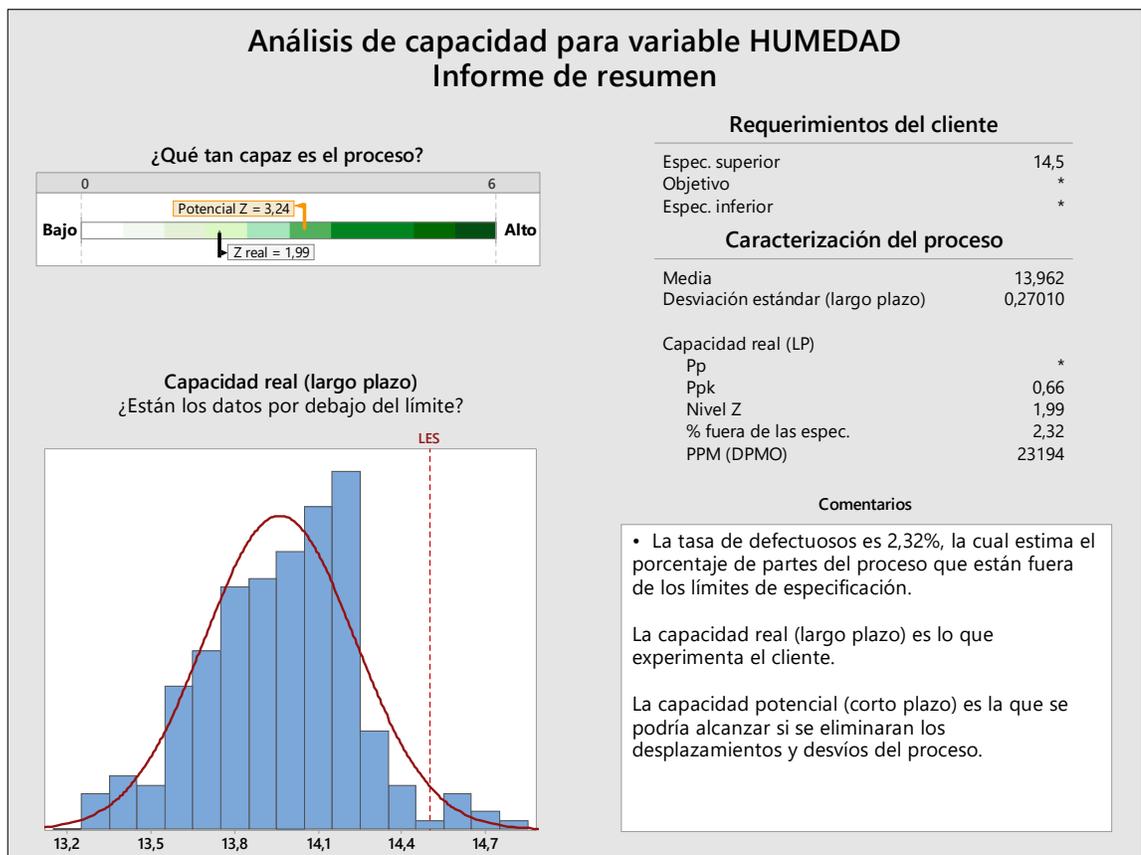


Fig 56. Capacidad del proceso de la variable humedad en Minitab

Interpretación:

En la Fig 56, se evidencia el análisis de capacidad para la variable humedad en el envasado, donde se observa que el índice Ppk es menor a 1.25 (Ppk= 0.66), siendo un indicador claro de que el “*proceso con respecto a dicha variable es incapaz*” de cumplir con la especificación superior establecida. Además, al tener un nivel sigma de 1.99, se se entiende que este lejos de la meta Six Sigma, con un porcentaje de 2.32 % fuera de las especificaciones, que en PPM es equivalente a 23194 muestras de análisis.

En sí, analizando la estabilidad y capacidad del proceso con respecto a la humedad de la harina obtenida, se establece que es un proceso “*inestable e incapaz*”, colocándose en el plan de mejora tipo D, que permitirá mejorar y eliminar problemas muy serios que que ayuden al incremento de la operabilidad del proceso con respecto a la humedad de la harina molida.

- **Índice de almidón dañado (UCDS)**

Tabla 47. Datos empleados para la elaboración de cartas X-R (UCDS).

% UCDS											
Subgr.	M1	M2	M3	Subgr.	M1	M2	M3	Subgr.	M1	M2	M3
1	25.2	25.6	25.7	28	26.1	27.2	26	55	27.3	26.5	26.4
2	26.4	25.7	25.4	29	26.4	26.7	27.2	56	25.4	25.9	25.3
3	25.4	26.4	26.1	30	27	26.4	26.3	57	25.8	25.9	26.4
4	27.1	27	27.2	31	27	26	26	58	25.4	26.9	27
5	24.6	23.7	26.1	32	28.6	27.3	25.9	59	26.5	27.9	27.5
6	25.5	25.3	27.6	33	26.3	26.5	26.4	60	26.7	27	26.4
7	26.7	26.8	27.4	34	26.1	27.6	27	61	27.3	27	26.4
8	26.6	26.7	26.8	35	26.8	27	27.1	62	27.2	26.4	27.3
9	26.8	27.4	27	36	27.9	27.5	27.6	63	26.8	27.3	26.8
10	27	26.9	26.2	37	27.1	28	27.5	64	25.9	25.8	27.3
11	27.1	27.7	27.6	38	27.5	27.6	27.4	65	27.5	27.1	26.7
12	26.5	26.5	26.8	39	27.7	27.8	27.8	66	26.9	27.3	26.2
13	26.2	26.9	27.1	40	27.5	26.6	27.5	67	26.9	26.8	26.9
14	27.5	26.9	25.5	41	26.6	27.2	26.4	68	27.1	26.7	27
15	25.6	25.3	25.9	42	27.7	27.6	27.8	69	26.9	26.6	26.8
16	26.8	27.4	26.9	43	27.9	27.6	25.6	70	27.1	27.3	26.6
17	24.3	24.8	28.1	44	26.2	26.4	27.3	71	26.5	26.8	26.6
18	25.9	25.5	26.2	45	26.9	27.2	27	72	26.4	25.6	27
19	27.5	26	26.6	46	27.2	26.5	26.5	73	26.6	26.2	25.7
20	26.9	26.6	26.9	47	26.9	27.2	26.8	74	25.8	26.4	26.3
21	25.7	27.1	26	48	26.8	27	27.3	75	26.9	26.4	26.7
22	26.5	26.1	26	49	27.2	27	26.2	76	27.3	26.4	26.6
23	27.5	26.7	26.5	50	27	27	27.5	77	25.6	25.9	25.8
24	26.8	26	26.1	51	27.9	26.9	27.5	78	26	25.4	25.7
25	26.3	26.1	27.5	52	27.7	27.8	27.7	79	26.5	27.3	27.3
26	26.3	26.5	26.8	53	27.8	26.9	26.7				
27	26.4	27.2	26.4	54	26.3	26.8	27.2				

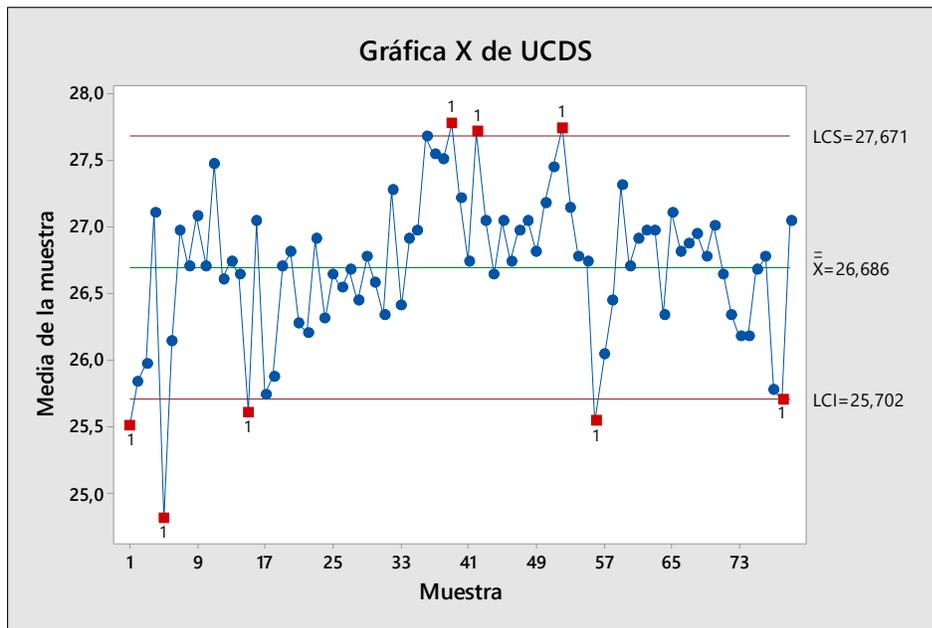


Fig 57. Carta de control X-R de UCDS (envasado - a).

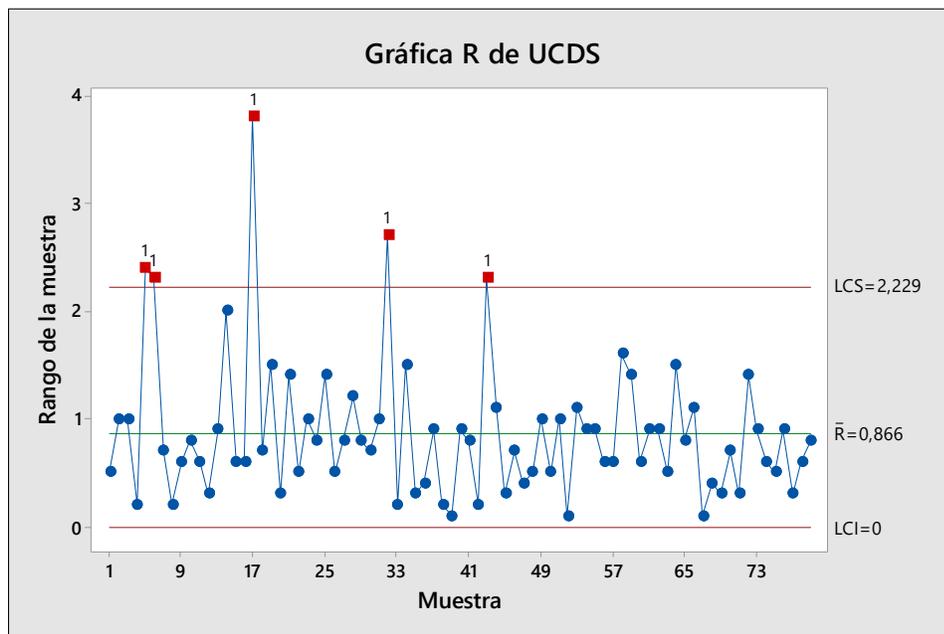


Fig 58. Carta de control X-R de UCDS (envasado - b).

Interpretación:

En la carta de control de medias visualizada en Fig 57, se observa que la línea central tiene un valor de 26.686, mientras que el límite de control superior es 27.671 y el límite inferior es de 25.702; se observa 8 puntos fuera de los límites de control, indicando que existe inestabilidad con un valor de St 10.12 %.

En la Fig 58, al calcular los límites de control con la carta de control para rangos, se obtiene un valor de 0.855 como línea central, 2.229 como límite superior y un valor de 0 como límite inferior, además se observa 5 puntos fuera de los límites de control lo que indica que el proceso con respecto al índice de almidón dañado es inestable con un St de 6.32 %.

Por lo tanto, se establece que el proceso de control de UCDS en el área de envasado es “*inestable*”, por lo que se debe investigar las causas que generan puntos fuera de control.

Discusión de resultados

Se evidencian puntos fuera de los límites de control, por lo que el proceso es inestable con desplazamientos y cambios en el nivel del proceso. El gran porcentaje de almidón dañado se da por razones como: la dureza del grano, ya que mientras más duro sea, más porcentaje de almidón dañado existe durante la molienda, además por tiempos de acondicionado cortos, debido a planificaciones inadecuadas de producción, causando mala preparación y almacenado del trigo antes de su molienda, y también debido a sobreajustes en la compresión de los cilindros de molido, pues la constante fricción daña al almidón y disminuye el rendimiento con respecto a la materia prima.

En un estudio acerca de calidad harinera [72] menciona que la gran cantidad de almidón dañado modifica las propiedades de la harina, pues reduce la cantidad proteínicas, afecta la absorción del agua durante la panificación y altera las propiedades fermentivas y reologías de las masas, generando dificultades de producción.

- **Capacidad del proceso con respecto a la variable índice de almidón dañado (UCDS).**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una doble especificación (superior e inferior), observándose lo siguiente:

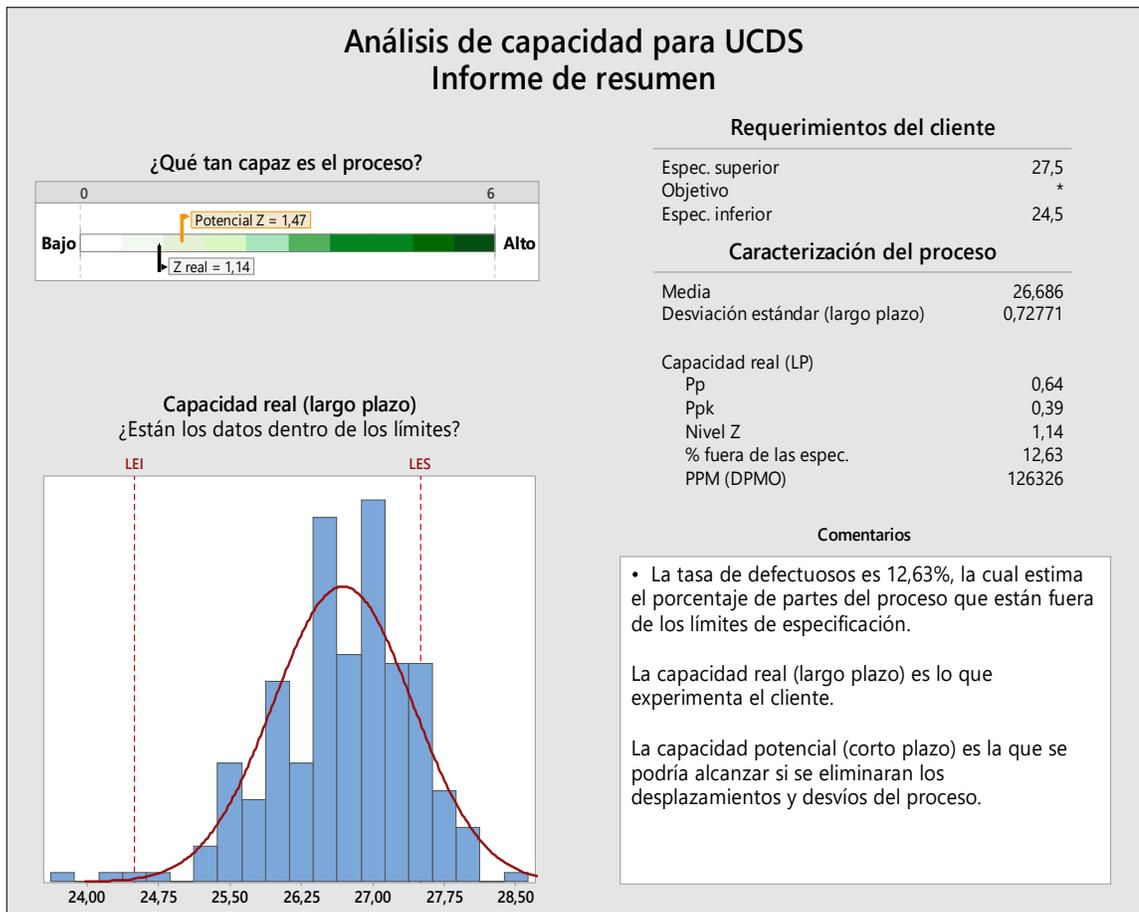


Fig 59. Capacidad del proceso de la variable UCDS en Minitab.

Interpretación:

En la Fig 59, se evidencia el análisis de capacidad para la variable gluten, donde se observa que el índice de capacidad potencial del proceso $Ppk = 0.35$, siendo un proceso “*incapaz*” de cumplir con las especificaciones establecidas pues está por debajo de la condiciones de capacidad adecuada; además tiene un nivel Z de 1.14 muy lejos de la meta Six Sigma Sigma objetivo de las industrias, por lo que se encuentra un 12.63 % de muestras de análisis fuera de especificaciones analizados en PPM.

Con el análisis de las cartas de control y la aplicación de los índices de capacidad se determina que el proceso con respecto UCDS (Contenido de almidón dañado), se establece que es un proceso “*inestable e incapaz*”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo D.

Para evaluar las variables de granulometría y del índice de caída (Falling Number) se utiliza la muestra general (recolectada diariamente), por lo que se utiliza una carta de control individual, puesto que son variables que se miden a diario en periodos largos y se lo realiza para garantizar la calidad de la harina y más no para comprobar el cumplimiento de especificaciones. Para ello se usa los datos de la Tabla 48 y Tabla 49.

- **Índice de caída (Falling Number)**

Tabla 48. Datos para la elaboración de cartas individuales (índice de caída).

Mues. N°	FALLING NUMBER	Mues. N°	FALLING NUMBER	Mues. N°	FALLING NUMBER
1	285	11	319	21	265
2	287	12	304	22	317
3	279	13	302	23	298
4	300	14	312	24	279
5	298	15	298	25	260
6	290	16	265	26	278
7	274	17	261	27	309
8	302	18	270	28	301
9	318	19	280	29	292
10	317	20	286	30	316

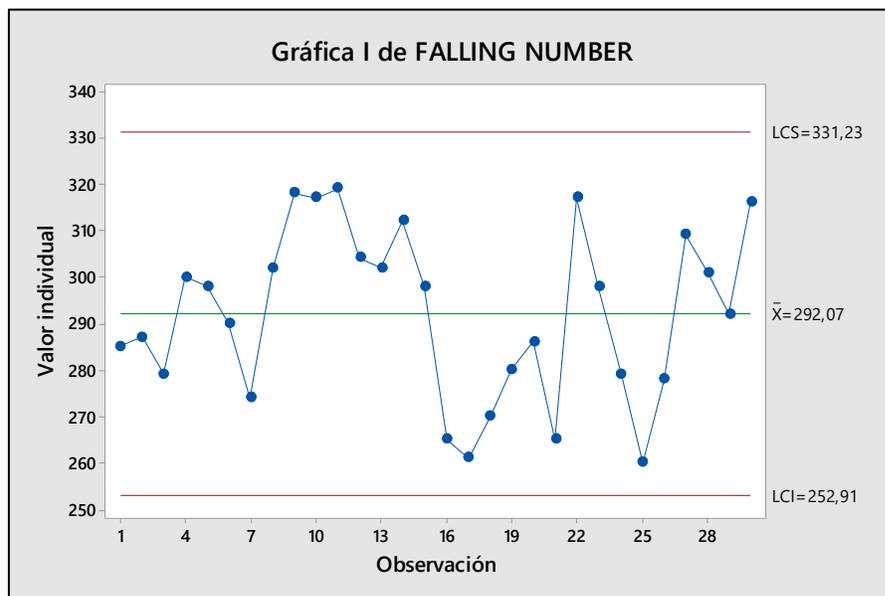


Fig 60. Carta de control individual para el índice de caída (envasado)

Interpretación:

En la Fig 60, perteneciente a la carta de control individual para para controlar el índice de caída de la harina se observa que los cálculos obtenidos indican un valor de 292.07 como límite central, 331.23 con límite de control superior y 252.91 con un límite de control inferior, sin observar puntos fuera de los límites de control; sin embargo se observa que los puntos varían a lo ancho de la carta de control, por lo que se dice que es un proceso estable pero ineficiente o incapaz , por lo que se debe investigar si dicha variación se da por causas comunes o especiales.

Se establece que el proceso de pruebas de índice de caída (Falling Number) es “*inestable*”, por lo que se debe investigar las causas que generan puntos fuera de control y causan dicha inestabilidad.

Discusión de resultados:

Como se visualiza en la Fig 60, los puntos están dentro de los límites de control, pero existe variación de los puntos a lo ancho de la carta, dicha variación ocurre debido al estado del trigo , pues dependen del tipo de cultivo y cosecha que se le dio al grano previamente. Sin embargo, con la etapa del acondicionamiento se trata de preparar el grano para el molido y así evitar la germinación y brotación que provocan la disminución de la calidad de la harina.

En el estudio de evaluaciones fisicoquímicas [73] afirma que no existe un valor ideal del índice de caída (Falling Number), si no valores máximos y mínimos y al relacionar con gráficas estadísticas presentan variaciones. En este caso un índice bajo indica indica que la harina viene de trigos germinados, produciendo problemas de panificación como poca consistencia y pegajosa, mientras que un índice alto indica que el trigo ha tenido una germinación reducida, pero ocasiona problemas de fermentación y migas duras durante la panificación.

- **Capacidad del proceso con respecto a Falling Number (índice de caída)**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una doble especificación (superior e inferior), observándose lo siguiente:

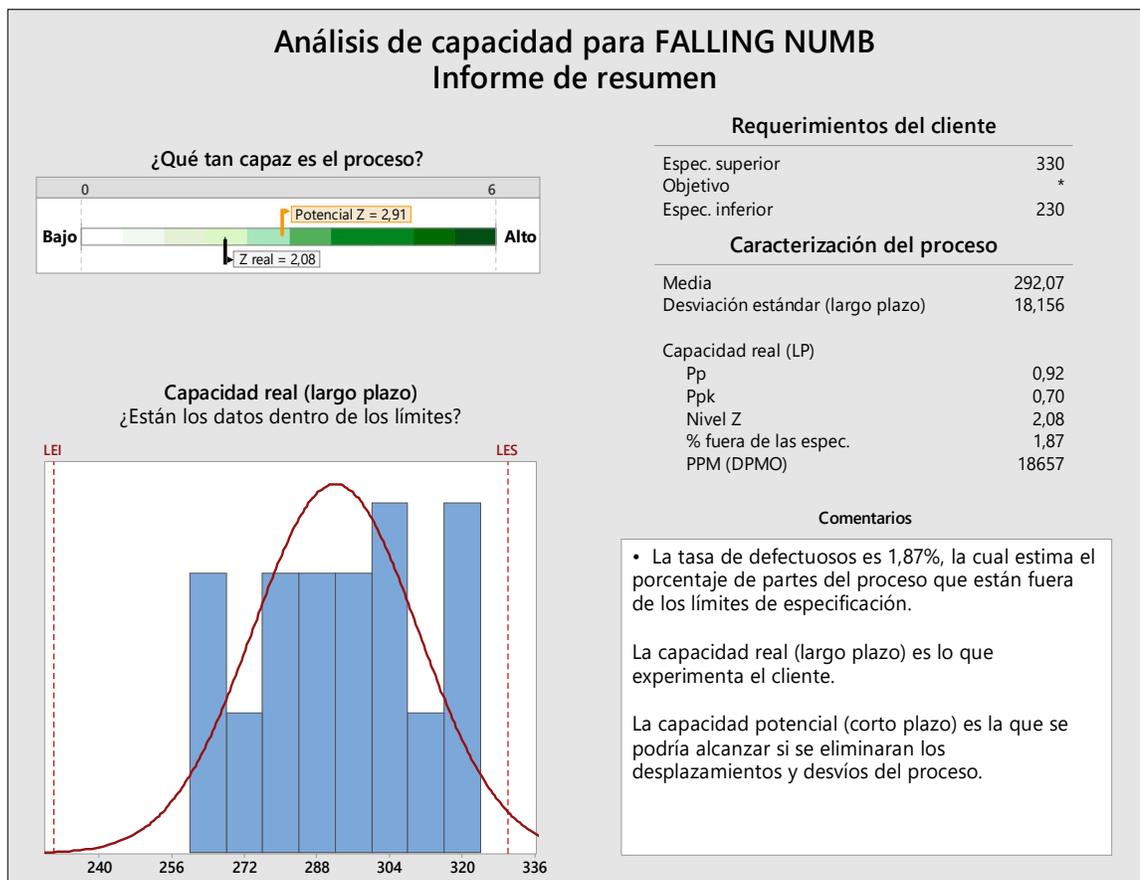


Fig 61. Capacidad del proceso de la variable Falling Number en Minitab.

Interpretación:

En la Fig 61, se evidencia el análisis de capacidad para la variable índice de caída (Falling Number), donde se obtiene un valor de 0.70 como capacidad potencial del proceso (Ppk), por lo que el “proceso es incapaz” de cumplir con la especificaciones establecidas de dicho parámetro. Al analizar 1 millón de muestras de trigo se obtendrían al menos 18657 de las mismas con problemas de pruebas de índice de caída, lo cual llevando a porcentajes fuera de las especificaciones representaría el 1.87 %, presentando un nivel Z de 2.08 cerca de las Tres Sigma, pero muy lejos de la meta de los Six Sigma

Con el análisis de las cartas de control y la aplicación de los índices de capacidad se determina que el proceso con respecto a las pruebas de Falling Number a la harina obtenida, se establece que es un proceso “estable e incapaz”, por tanto, se coloca en el plan de mejora tipo C.

- **Granulometría**

Tabla 49. Datos para la elaboración de cartas individuales (granulometría).

Mues. N°	GRANUL.	Mues. N°	GRANUL.	Mues. N°	GRANUL.
1	96.66	11	97.46	21	97.36
2	97.16	12	97.86	22	97.66
3	94.66	13	98.16	23	95.16
4	96.06	14	98.06	24	96.26
5	97.56	15	97.96	25	97.56
6	97.16	16	97.35	26	97.46
7	97.46	17	97.16	27	97.96
8	97.96	18	97.86	28	95.20
9	97.76	19	97.96	29	94.80
10	97.2	20	97.66	30	97.36

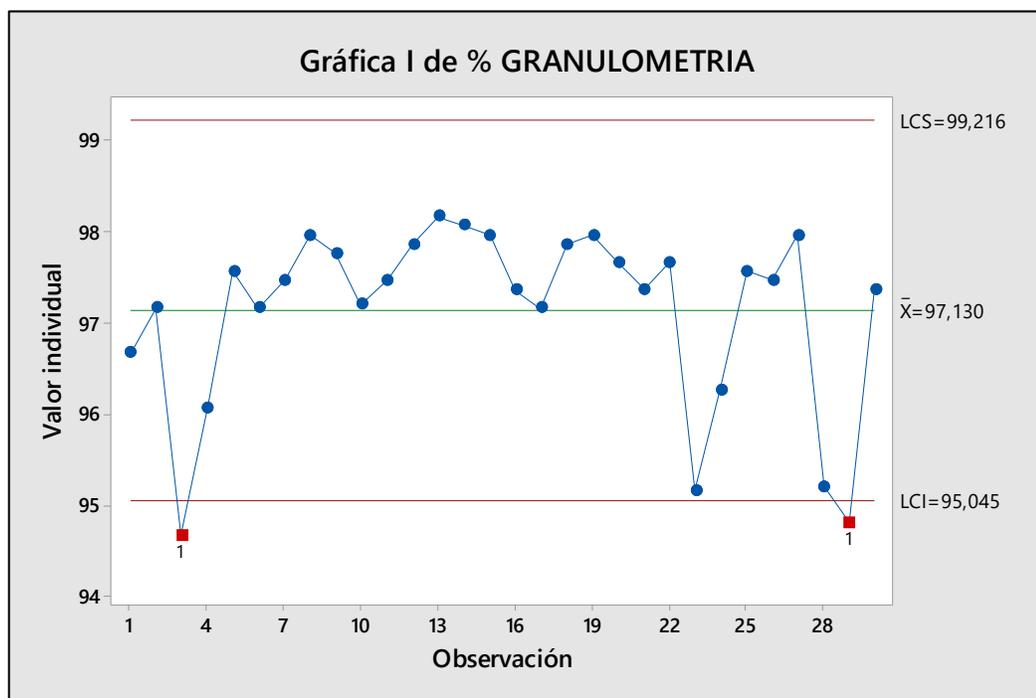


Fig 62. Carta de control individual para porcentaje de granulometría (envasado).

Interpretación:

En la carta de control representada en la Fig 62, se observa que los resultados obtenidos en la línea central tienen un valor de 97.130, mientras que el límite de control superior tiene un valor de 99.216 y el límite de control inferior tiene un valor de 95.045. Se

evidencia que dos puntos están fuera de los límites de control, además que existe una tendencia de varios puntos consecutivos que caen de un lado de la línea central. Al calcular el índice de inestabilidad St se obtiene un valor de 6.66% que representa una estabilidad relativamente buena, sin embargo, es necesario analizar las causas que generan dicha variabilidad y proponer mejoras que ayuden a estabilizar dicho.

En sí, se establece que el proceso con respecto al control de granulometría del grano molido es “*inestable*”, por lo que se debe investigar las causas que generan puntos fuera de control y causan dicha inestabilidad.

Discusión de resultados

Se observa que dos puntos están fuera de los límites de control, lo que indica que la granulometría de la harina ha sido regularmente estable, es decir que existieron problemas de diámetro de partículas de harina. Este tipo de problemas se dan por causas especiales como desgaste de cilindros lisos y estriados de molienda, pues cuando el grano a ser molido es duro, los cilindros al estar en constante fricción se desgastan y sufren raspaduras o roturas que ocasionen molido incompleto del grano, mezclando con el producto molido adecuadamente y generando problemas de granulometría. Por lo tanto, el personal de la empresa con la finalidad de evitar dichos problemas realiza un mantenimiento preventivo a dicho cilindros conjuntamente con la maquinaria para evitar estos inconvenientes que pueden causar paradas de maquinaria y proceso, retrasos e inconvenientes con la producción planificada.

- **Capacidad del proceso con respecto a granulometría**

Para el análisis de esta variable se cuenta con una sola especificación (95 % mínimo) centrándose en la teoría “variable entre más grande mejor”.

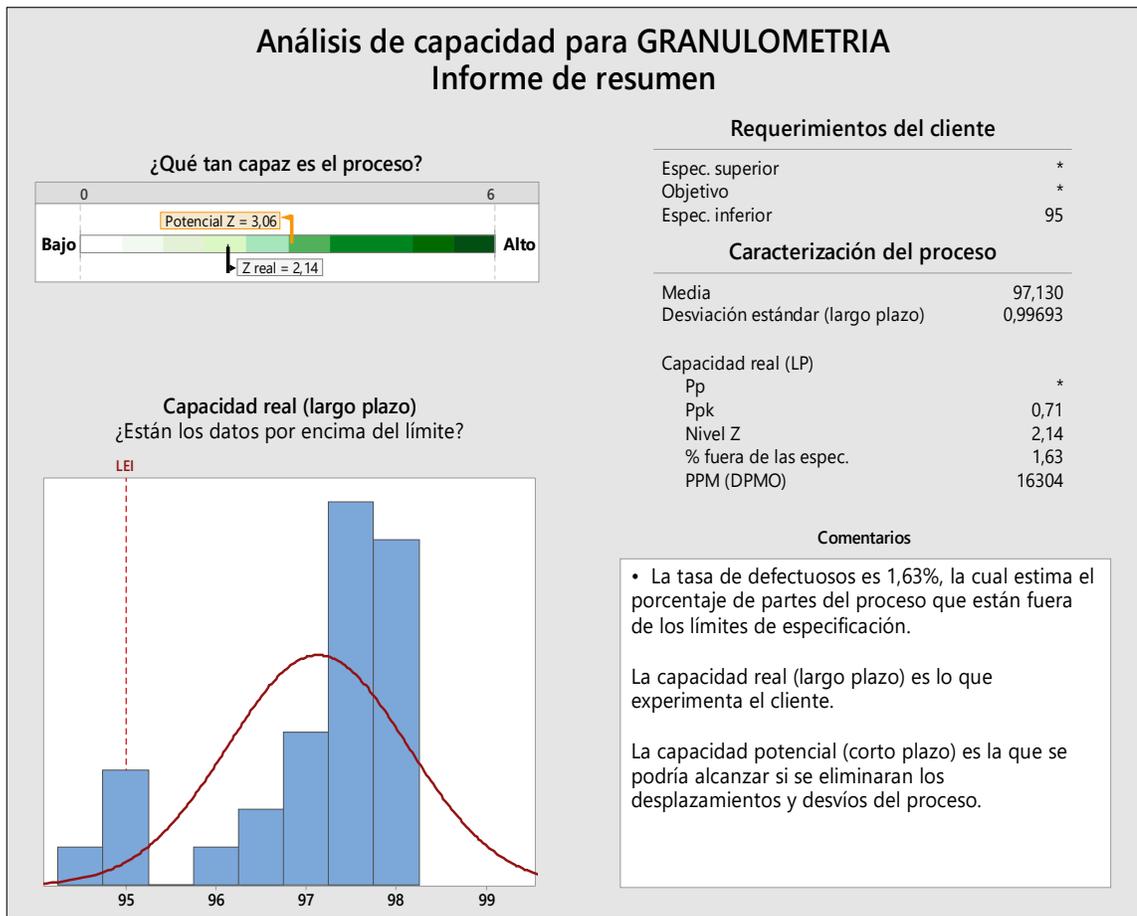


Fig 63. Capacidad del proceso de la variable granulometría en Minitab.

En la Fig 63, se evidencia el análisis de capacidad para el análisis de granulometría, observándose que el índice de capacidad potencial del proceso $Ppk = 0.71$, siendo un proceso inadecuado es decir “*incapaz*” de cumplir con las especificaciones establecidas pues está por debajo de la condiciones de capacidad adecuada; además tiene un nivel Z de 1.63 muy lejos de la meta Six Sigma Sigma objetivo de las industrias, por lo que se encuentra un 1.63 % de muestras de análisis fuera de especificaciones analizados que en PPM equivalen a 16304 defectuosas..

Con el análisis de las cartas de control y la aplicación de los índices de capacidad se determina que el proceso de control de granulometría de harina molida, es “*inestable e incapaz*”, colocándose en el plan de mejora tipo D.

En la Tabla 50, se indica el cuadro resumen de la etapa de medición de las variables y atributos analizadas y evaluadas en el proceso productivo de harina de trigo.

Tabla 50. Cuadro resumen de evaluación de línea base del proceso productivo de harina de trigo.

TIPO	RESUMEN DE ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y CAPACIDAD	ESTABILIDAD	Índice de inestabilidad (%)	CAPACIDAD	Capacidad del proceso	Nivel Sigma
VARIABLE	RECEPCIÓN					
	Humedad	Estable	-	Capaz	1.99	5.98
	Materias extrañas	Estable	-	Incapaz	0.05	0.15
	Gluten húmedo	Inestable	2.27	Incapaz	0.87	2.61
	Peso helectrolítico	Estable		Capaz	1.25	3.27
PROMEDIO					1.04	3
VARIABLE	ACONDICIONADO					
	Humedad	Inestable	69.5	Incapaz	0.75	2.26
PROMEDIO					0.75	2.26
VARIABLE	MOLIENDA					
	Proteína	Inestable	8.75	Incapaz	1.05	3.16
	Gluten	Inestable	15.18	Incapaz	1.22	5.09
PROMEDIO					1.14	4.12
VARIABLE	ENVASADO					
	Humedad	Inestable	21.51	Incapaz	0.66	1.99
	Índice de almidón dañado	Inestable	10.12	Incapaz	0.39	1.14
	Índice de caída	Estable	-	Incapaz	0.70	2.08
ATRIBUTO	Granulometría	Inestable	6.66	Incapaz	0.71	2.14
	Presencia de pecas, rotos o descocidos y contenido inadecuado	Estable		Incapaz	-	1.72
PROMEDIO					0.61	1.81
<p>Nota: La capacidad del proceso viene dada por Ppk el cual es el indicador real de desempeño del proceso usando la desviación a largo plazo (recolección de datos durante un periodo largo de tiempo, tomado en cuenta la influencia de factores externos), además de que las variables en estudio cuentan con una sola especificación, la cual puede ser mínima o máxima.</p>						

ANALIZAR

Establecida la línea base del proyecto mediante el estudio de capacidad y estabilidad en cada una de las áreas que componen el proceso de producción de harina de trigo se usa la fase de analizar con la finalidad de identificar las causas raíz de los “problemas pocos vitales” encontrados en los procesos.

Identificación de las causas que generan los problemas considerados como “pocos vitales” en el proceso de producción de harina de trigo

Con la finalidad de conocer de manera más profunda el problema se utiliza un diagrama de Ishikawa mediante la clasificación de las 6M, indicando las causas principales de los que generan la variabilidad en cada una de las áreas del proceso de producción.

- Área de recepción

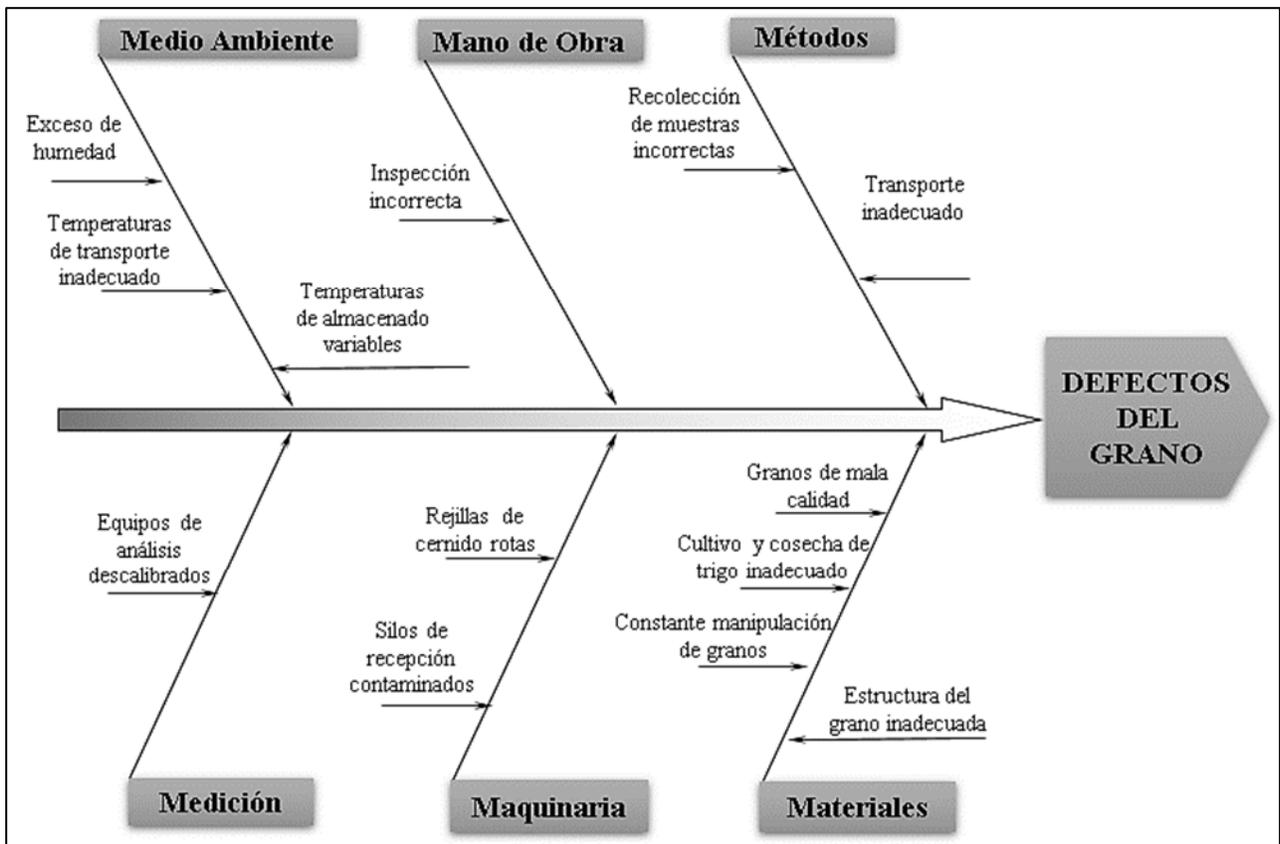


Fig 64. Diagrama de Ishikawa de defectos en el grano.

Análisis:

Observado la Fig 64, de defectos del grano, se evidencia que dicho problema se atribuye a la materia prima, pues esta no posee una calidad adecuada, por razones de cultivo, cosecha y manipulación constante hasta su lugar de destino, exponiéndose a temperaturas ambientales variables. Es por eso que el personal debe realizar inspecciones, que en muchas de las ocasiones son erróneas, pues existen fallos en la maquinaria; además los operarios realizan recolección de muestras incorrectas y los analistas emplean equipos de análisis descalibrados, que generan que granos de trigo con defectos sean receptados, dificultando y disminuyendo la calidad del producto final.

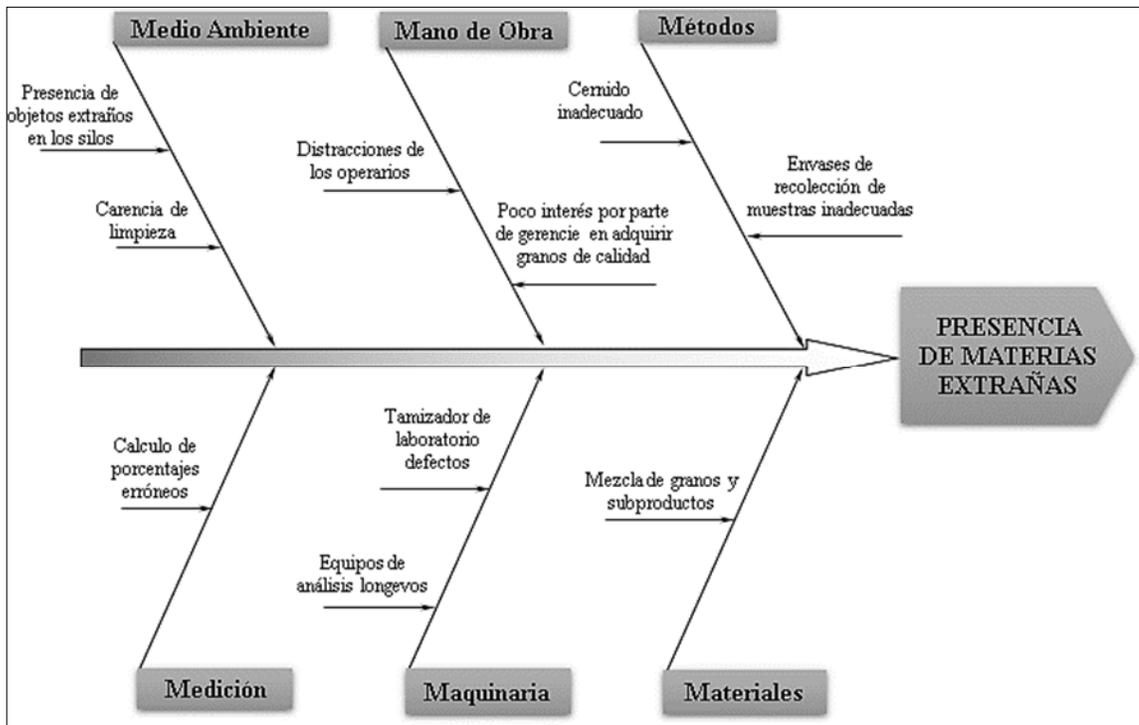


Fig 65. Diagrama de Ishikawa de presencia de materias extrañas.

Análisis:

En la Fig 65., se observa el problema de presencia de materias extrañas, que se genera por mezcla del trigo con subproductos como arvejas, semillas y soyas propias de los ambientes de embarque y traslado, debido al desinterés de la gerencia por adquirir materia prima garantizada. Además de problemas de cernido en la etapa de recepción y toma de muestras de análisis erróneas, dificultando el cálculo preciso de la cantidad de materias extrañas, lo

que influye en el rendimiento del proceso y de problemas en las siguientes etapas de producción.

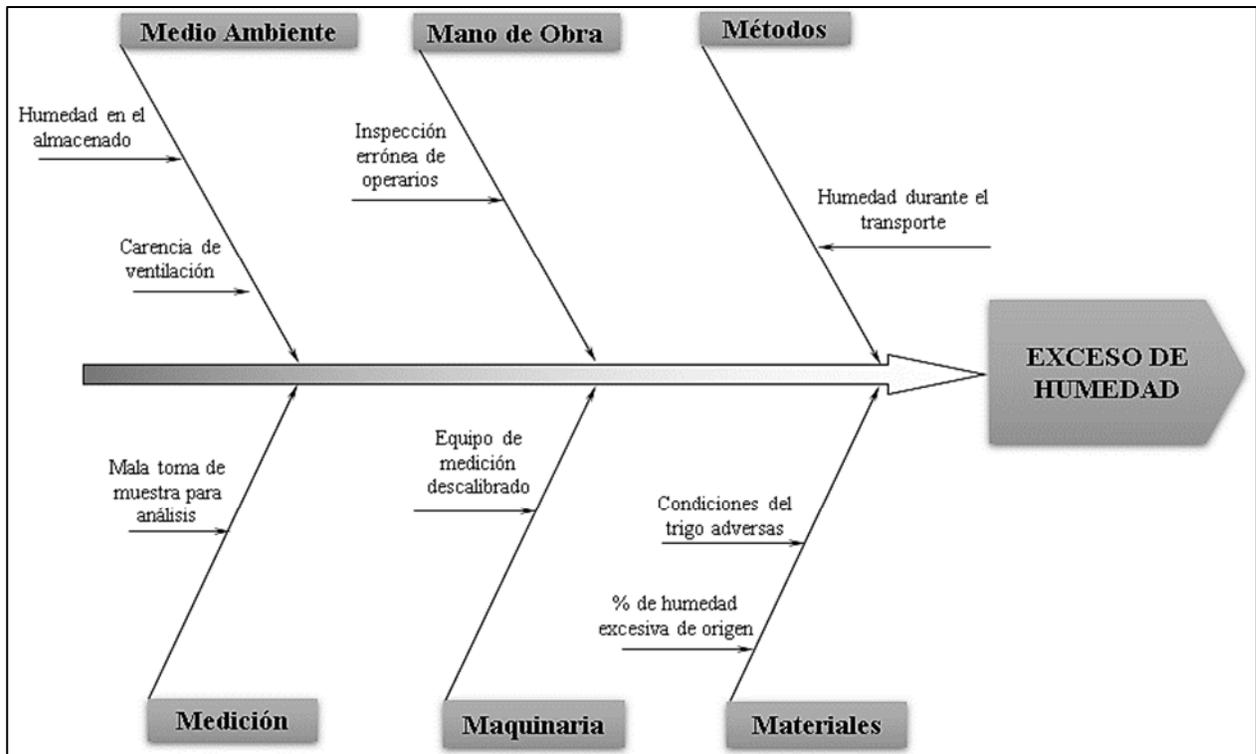


Fig 66. Diagrama de Ishikawa de exceso de humedad.

Análisis:

Visualizando la Fig 66, de exceso de humedad se atribuye a un factor propio de la materia prima, pues depende del trato previo a su cultivo y al almacenado en los puertos de desembarque, pues estos lugares sufren de carencia de ventilación y son húmedos por naturaleza. Además de que el transporte del mismo se lo hace sin seguir normativas de productos a granel lo que ocasiona problemas de inocuidad, que no es observado a simple vista por los operarios de inspección de materia prima, sino por análisis de laboratorio, pues genera ideas que dicha inspección es equivocada, caduca y longeva, lo puede conllevar a pérdidas de garantía del producto final.

- **Área de acondicionado**

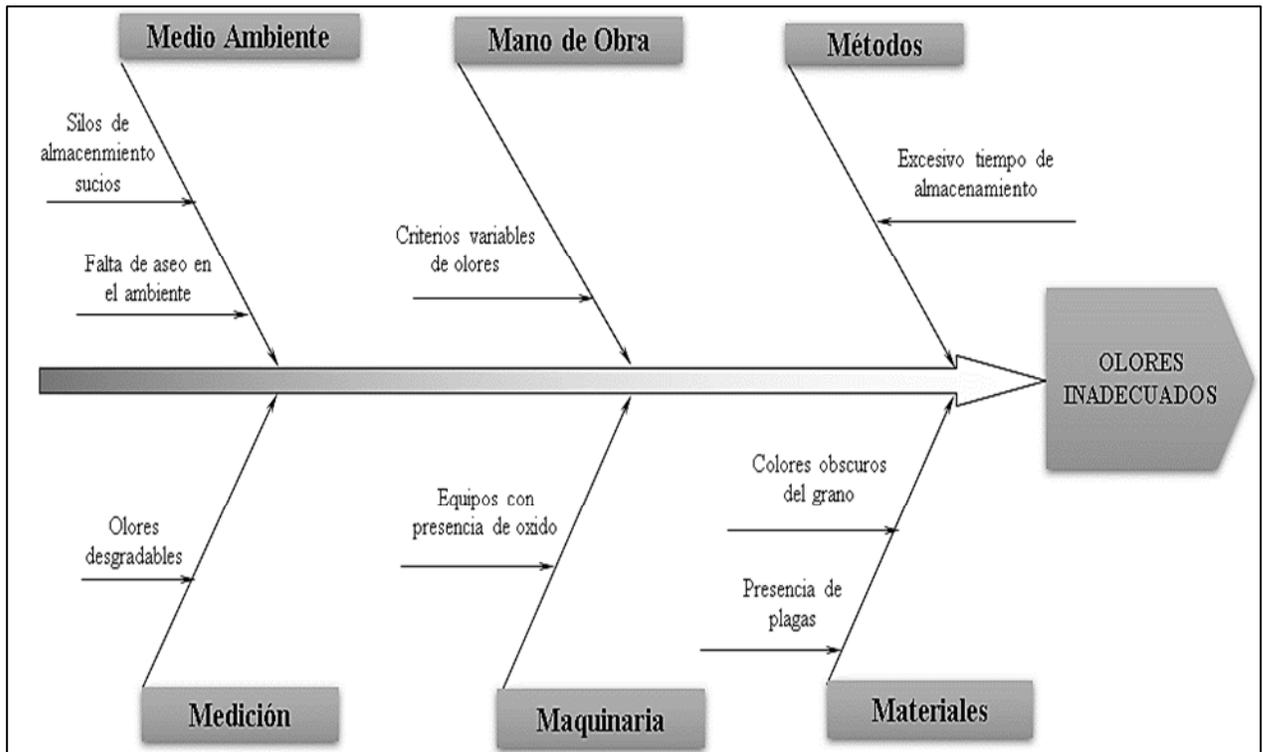


Fig 67. Diagrama de Ishikawa de olores inadecuados.

Análisis:

En la Fig 67, se observa el efecto de olores inadecuados generados por falta de aseo en los silos de almacenamiento y en el medio ambiente de acondicionado, además de presencia de óxidos en la maquinaria del área, lo que ocasiona variación de tonos de color (negros, oscuros) y presencia de plagas generando olores desagradables y descomposición físico-química de su estructura; por lo tanto si el grano es almacenado en periodos largos de reposo se generan olores inadecuados en el grano, provocando problemas de germinación y de brote del grano que ocasionan problemas de calidad y salubridad cuando dicha materia prima sea molida.

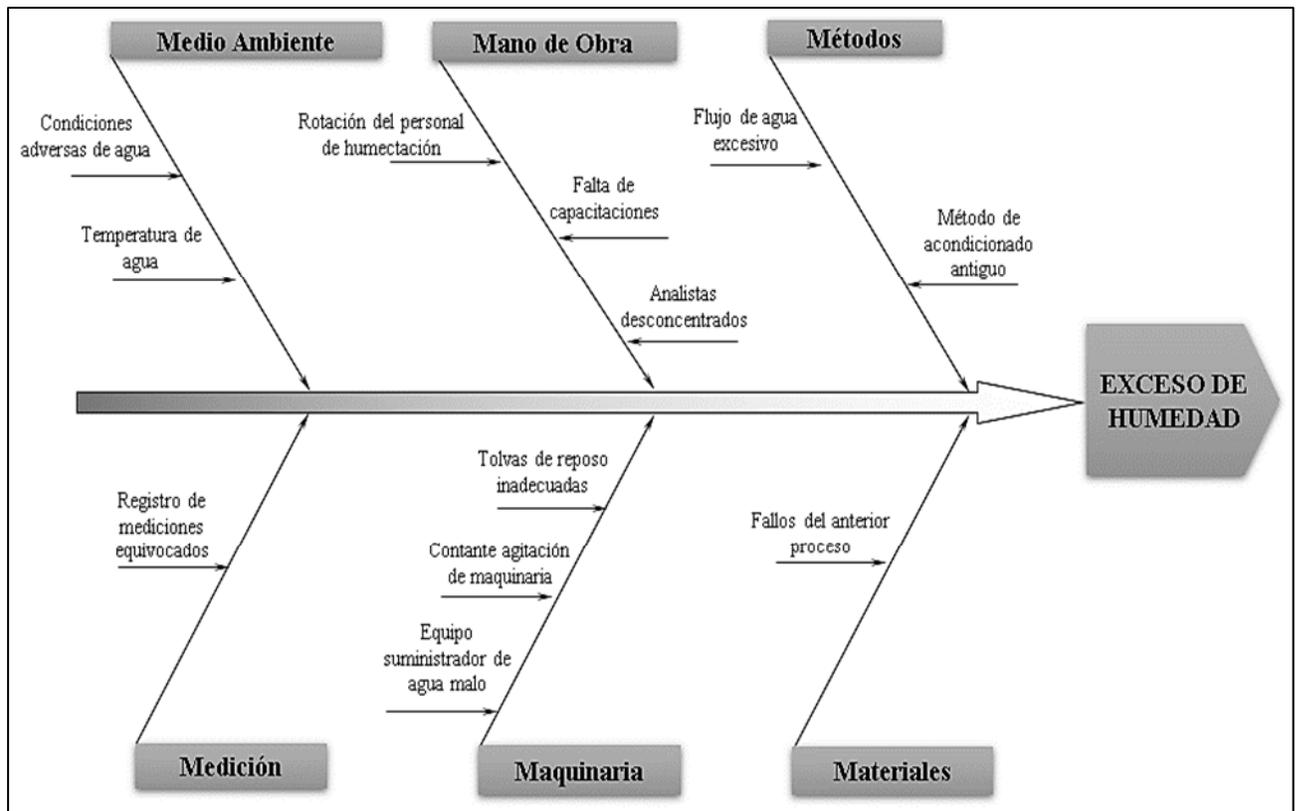


Fig 68. Diagrama de Ishikawa de exceso de humedad.

Análisis:

Observando la Fig 68, acerca de exceso de humedad, se evidencia que se da por lo métodos de acondicionado antiguos, pues muchas de las ocasiones existen un flujo excesivo de agua, que se genera por desconcentraciones y falta de capacitaciones de la mano de obra. Dicho problema también se atribuye a los fallos de la maquinaria, ya que existe constate agitación durante el desplazamiento del trigo que se está acondicionando, causando daños en el equipo suministrador de agua y generando variabilidad de contenido de humedad de las muestras analizadas. Estos problemas obligan a que el grano con exceso de humedad sea corregido con tiempos de reposos largos que puede involucrar problemas de inocuidad y germinación con la finalidad de dejar que el grano se seque y reduzca su contenido de agua.

- Área de cernido y molienda

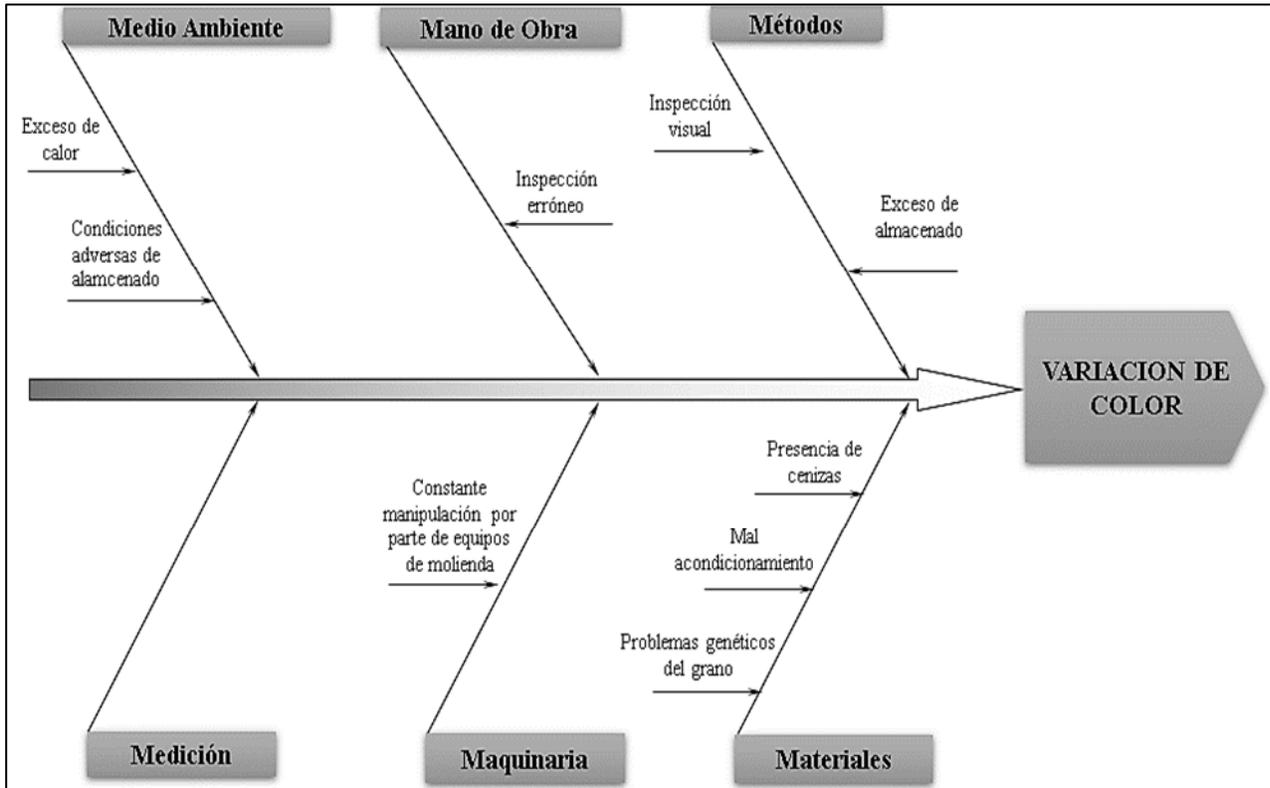


Fig 69. Diagrama de Ishikawa de contenido de variación de color.

Análisis:

En la Fig 69, se trata la variación de color del grano de trigo y de la harina, que se da debido a problemas de acondicionamiento, y a problemas genéticos propios del grano de trigo, pues la materia prima adquirida no cumple con las especificaciones requeridas para garantizar la calidad de la harina; además de sufrir una constante manipulación durante todo el proceso, incidiendo en la variación de color del producto final, generado por la presencia de oxido en la maquinaria y de exceso de ceniza y de hierro en el producto final obtenido.

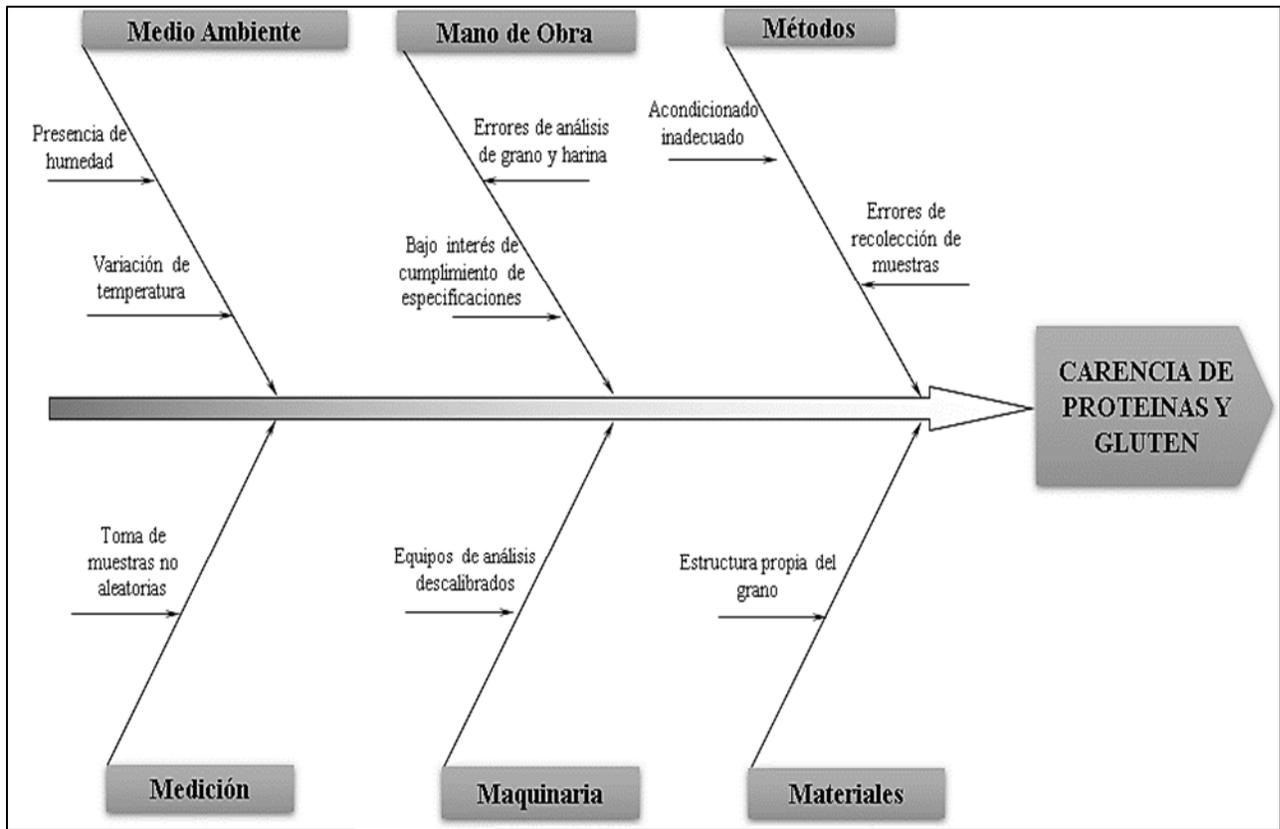


Fig 70. Diagrama de Ishikawa de carencia de proteínas y gluten.

Análisis:

La Fig 70, de carencia de proteínas y gluten se puede notar que existen problemas desde la materia prima, pues dichos nutrientes dependen mucho de la zona donde haya sido cultivado, además que para poder mejorar este problema se acondiciona y se coloca aditivos con la finalidad de aumentar el porcentaje de dichos nutrientes en la harina. Sin embargo, el poco interés de cumplimiento de especificaciones, la toma de muestras incorrectas para el análisis, y el análisis incorrecto de dichas muestras, ocasionan que el producto molido y transformado en harina presenten problemas de calidad que causan malestar al cliente y a la empresa.

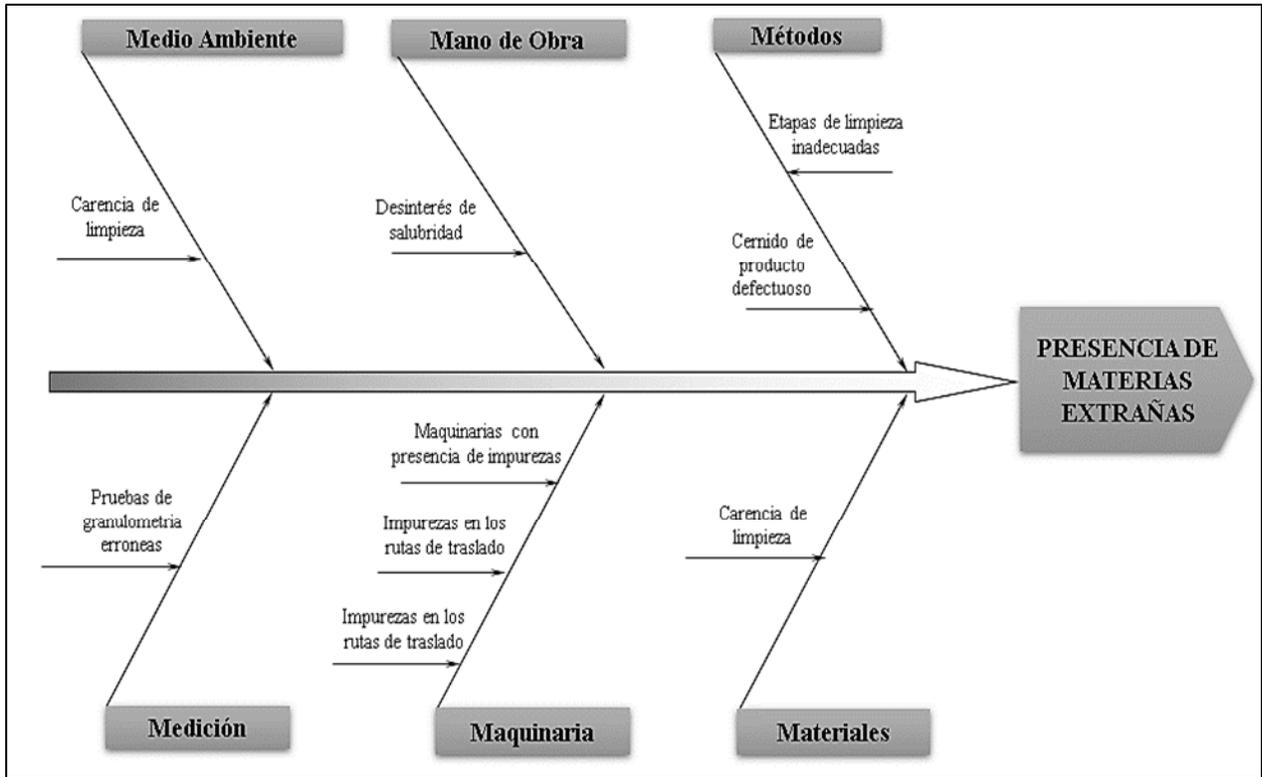


Fig 71. Diagrama de Ishikawa de presencia de materias extrañas.

Análisis:

El problema de presencia de materias extrañas evidenciado en el diagrama de Ishikawa de la Fig 71, es común en este proceso, ya que el método de cernido presenta defectos debido a tamices desgastados, producto del constante movimiento que causan los Plansifters, y que dañan dichos tamices. Además de partículas o impurezas en cada uno de las maquinarias de molienda y cernido generada por el desinterés de inspección y mantenimiento de parte del personal operario y gerencial; estas materias ajenas al trigo al mezclarse con la harina provocan la variación de color normal (crema - blanco), involucrando reprocesos o pérdida en totalidad del producto que se obtiene al final.

- Área de envasado

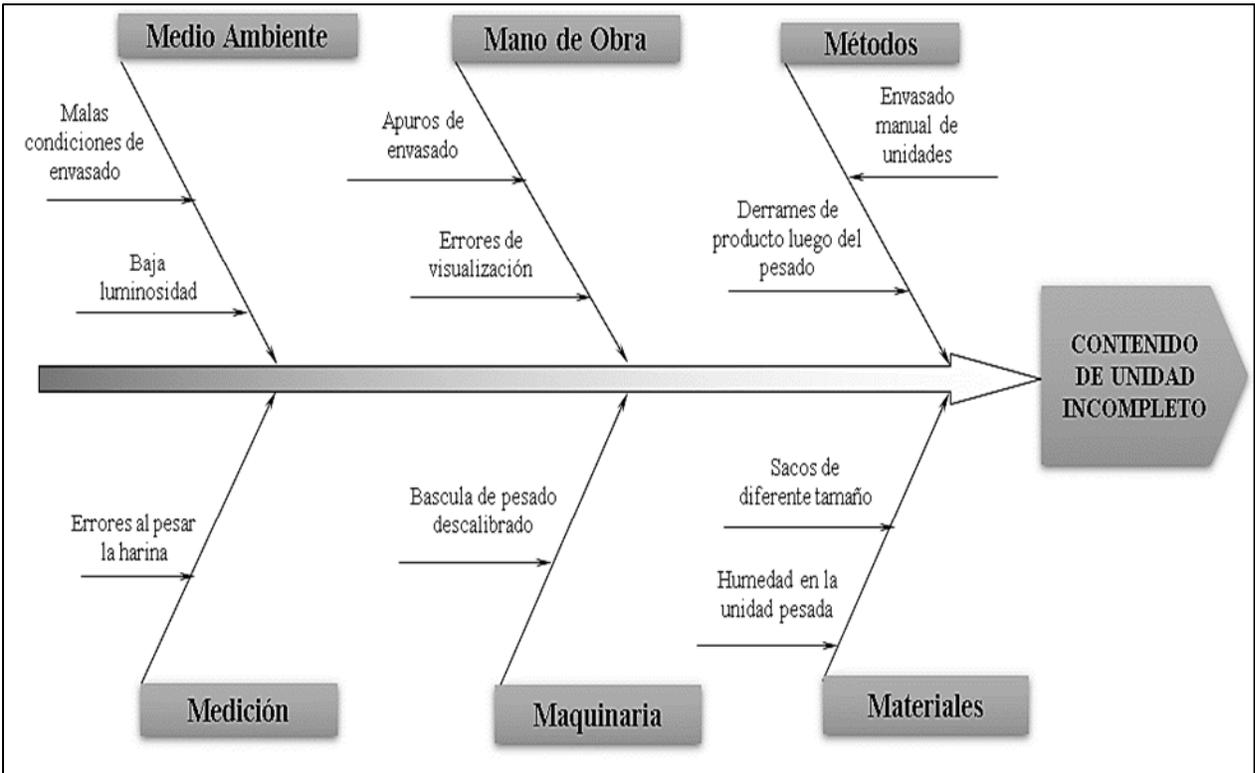


Fig 72. Diagrama de Ishikawa de contenido de unidad incompleto

Análisis:

En la Fig 72, se observa el problema de contenido de unidad incompleto que está atribuido a la maquinaria, pues las básculas de pesado presentan variaciones en la lectura por falta de mantenimiento, además de apuros en el envasado que ocasionan la visualización del peso incorrecto por parte de los operarios. En relación a los materiales los sacos de envasado al ser de diferentes proveedores tienen diferentes tamaños y calidad, por lo que con una constante manipulación se desgarran y derraman el producto disminuyendo la cantidad envasada inicialmente, provocando inconformidad con el cliente final.

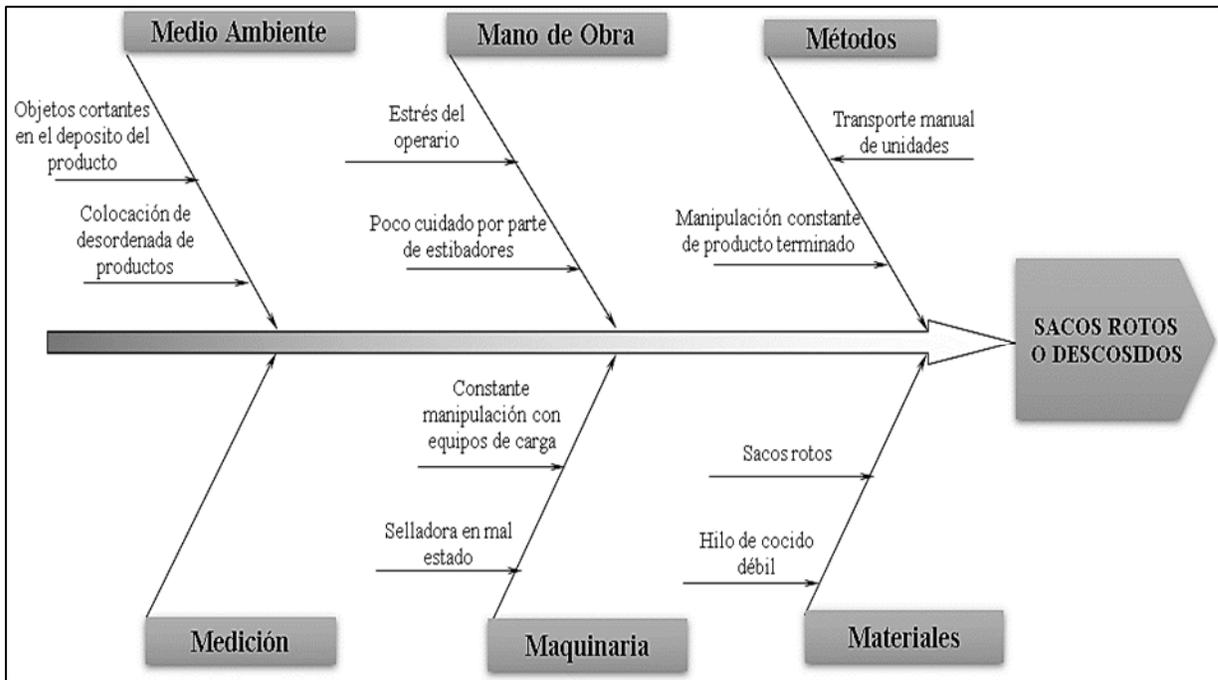


Fig 73. Diagrama de Ishikawa de contenido de sacos rotos o descosidos.

Análisis:

En la Fig 73, del problema de defectos de sacos rotos o descosidos se da por la mano de obra, pues al ser cantidades grandes de unidades envasadas, el operario de turno se cansa y provoca fallos de cosido y sellado, lo que involucra que el personal de carga al realizar su tarea y el poco cuidado que tiene generen dicho problema;. En cuanto a los métodos de traslado al ser manual para ser colocados en los pallets, sufren cortes y manipulación constante, debilitando el hilo de cosido y provocando unidades defectuosas que provocan derrame del producto involucrando correcciones inmediatas.

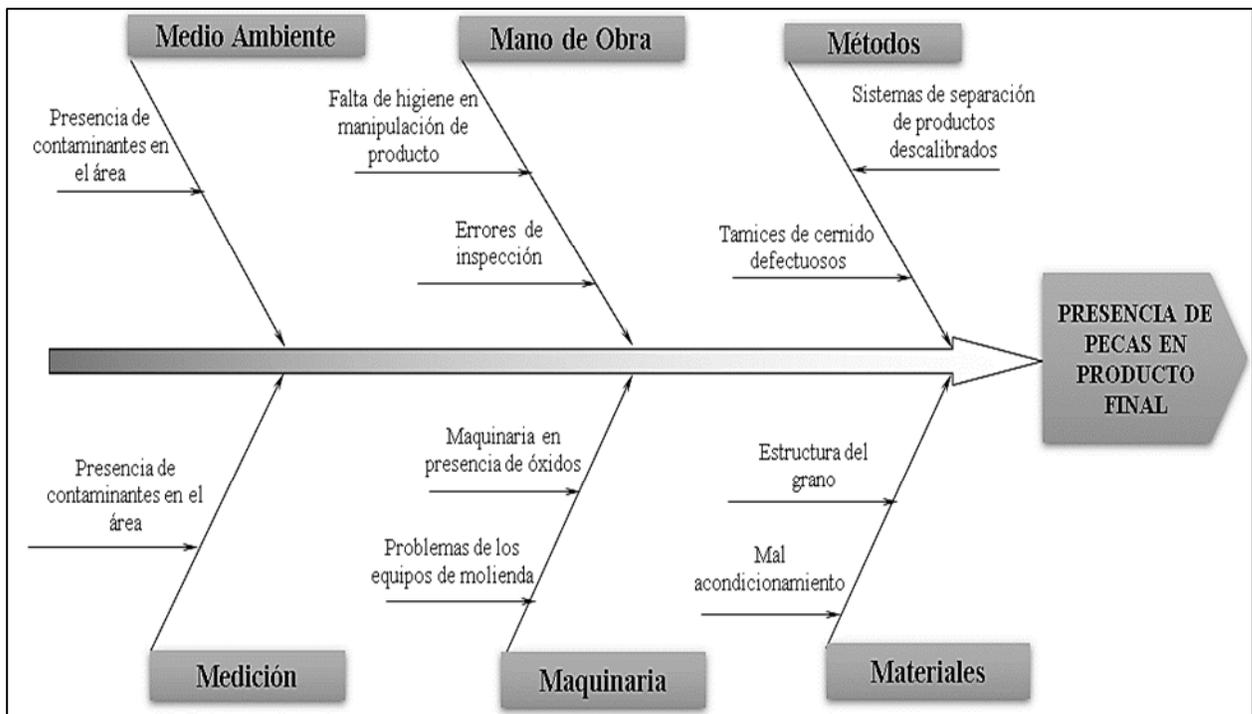


Fig 74. Diagrama de Ishikawa de contenido de presencia de pecas en el producto final.

Análisis:

El problema de pecas en la harina mostrado en la Fig 74, se atribuye a causas como la maquinaria, pues existen fallos de mantenimiento que provocan desgaste como en los cilindros de molienda y tamices de cernido que dejan pasar impurezas que se mezclan con el polvo de harina, generando pecas en producto, Además de la materia prima, pues al no ser acondicionado adecuadamente, presenta dureza y defectos en el grano que genera la presencia de pecas en el producto; y finalmente a los métodos de inspección en todos los pasajes del proceso que por errores de la mano de obra pasan desapercibidos, conllevando problemas irreparables el final del proceso.

Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)

Para identificar los fallos potenciales del proceso de producción de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores S.A” se usa la metodología AMEF, mediante el análisis de la frecuencia, detección y efectos de dichos fallos, lo cual permitiría jerarquizarlos y atenderlos mediante acciones de mejora y solución.

Tabla 51. Análisis de modo y efecto de fallas del proceso productivo.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS										
Página: 01 de 03										
Nombre del proyecto : Elaboración de harina de trigo					Producto afectado: Harina de trigo Azul de 50 kg					
Responsable: Ing. Soraya Medina					Preparado por: Álvaro A. Anahuza M.					
Fecha clave:					Ultima revisión: 14-03-2020					
Fecha AMEF original: 14-03-2020										
Proceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	Severidad	Causas potenciales de falla	Ocurriencia	Controles actuales para proceso de detección	Detección	N.P.R	Acciones recom.	Respon. y fechas de compromiso
Recepción	Defectos del grano	Rendimiento inadecuado de materia prima	6	Mezcla de tipos de granos	4	Control visual a muestra de trigo	7	168		
	Presencia de materias extrañas	Formación de plagas y bacterias	9	Lugares de almacenamiento y transporte inadecuados	2	% a través de equipo Dockage	5	90		
	Exceso de humedad	Germinación prematura del grano	10	Malas condiciones ambientales	3	Análisis con equipo Inframatic NIR	4	120		
	Gluten inadecuado	Bajo contenido de nutrientes	7	Problemas propios de cultivo y cosecha	4	Análisis con equipo Inframatic NIR	6	168		
	Peso helectrolítico inadecuado	Mayor presencia de cáscara que harina	5	Problemas propios de cultivo y cosecha	4	Análisis con equipo Inframatic NIR	6	120		

Tabla 51. Análisis de modo y efecto de fallas del proceso productivo (Continuación).

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS										
Nombre del proyecto : Elaboración de harina de trigo					Producto afectado: Harina de trigo_Azul de 50 kg					
Responsable: Ing. Soraya Medina					Preparado por: Álvaro A. Analuiza M.					
Fecha clave:					Ultima revisión: 14-03-2020					
Fecha AMEF original: 14-03-2020					Ultima revisión: 14-03-2020					
Proceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	Severidad	Causas potenciales de falla	Ocurrencia	Controles actuales para proceso de detección	Detección	N.P.R	Acciones recom.	Respon. y fechas de compromiso
Acondicionado	Olores inadecuados	Formación de plagas	6	Condiciones ambientales adversas	5	Inspección visual	8	240		
	Exceso de humedad	Germinación del grano acondicionado	8	Excesivo tiempo de reposo	7	Por medio de equipo Inframatic NIR	8	448		
	Variación de color	Harinas oscuras para rechazo	5	Molido de partículas ajenas al trigo	6	Inspección visual a pasajes de harina	7	210		
Molienda y cernido	Carencia de nutrientes	Disminución de la calidad nutricional	4	Malos métodos de acondicionado	5	Análisis con equipo Inframatic NIR	4	80		
	Presencia de materias extrañas	Desgaste de equipos de molienda	6	Métodos de limpieza inadecuados	6	Por medio de equipo Dockage	5	180		

Tabla 51. Análisis de modo y efecto de fallas del proceso productivo (Continuación).

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS										
Nombre del proyecto : Elaboración de harina de trigo										
Responsable: Ing. Soraya Medina										
Fecha clave:										
Fecha AMEF original: 14-03-2020										
Producto afectado: Harina de trigo Azul de 50 kg										
Preparado por: Álvaro A. Anabuiza M.										
Última revisión: 14-03-2020										
Proceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	Severidad	Causas potenciales de falla	Ocurrencia	Controles actuales para proceso de detección	Detección	N.P.R	Acciones recom.	Respon. y fechas de compromiso
	Presencia de pecas	Separación inmediata de producto	5	Molido de partículas ajenas al trigo	3	Inspección visual	7	105		
	Rotos o descocidos	Fugas y derrame de productos	7	Constante manipulación de personal de carga	8	Inspección visual	9	504		
	Contenido inadecuado (Peso)	Reprocesos de producto	6	Errores de bascula y personal de dicha actividad	7	Báscula de pesado e inspección visual	6	252		
	Variación de humedad	Endurecido de harina	8	Excesivo tiempo de almacenamiento	7	Análisis con equipo Inframatic NIR	4	224		
	Presencia de cenizas	Variación de color	5	Molido de serrillas (arvejas, soyas, etc.)	4	Análisis con equipo Inframatic NIR	6	120		
	Cramulometría inadecuada	Harina con contextura gruesa	6	Rodillos de molienda desgastado	5	Por medio de tarizador de laboratorio	5	150		
	Índice de almidón dañado inadecuado	Problemas en pruebas de purificación	6	Constante fricción de granos por molido	6	A través de equipo SD MATIC	6	216		
Envasado	Pruebas de numero de caída inadecuada (Falling Number)	Daños de germinación	7	Métodos de almacenamiento inadecuados	4	A través de FN 1500 Falling Number	7	196		

Con el nivel de prioridad obtenido previamente para cada uno de los fallos, en la Tabla 52 se muestra de manera general la escala valorativa en tres niveles alto, medio y bajo, lo cual permite dar más prioridad a los de mayor nivel.

Tabla 52. Porcentajes del nivel de riesgo y escala del NPR.

Nivel de riesgo	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
Alto (500-1000)	2	11.11
Medio (125-499)	10	55.56
Bajo (1-124)	6	33.33
No existe riesgo (0)	0	0.00
TOTAL	18	100

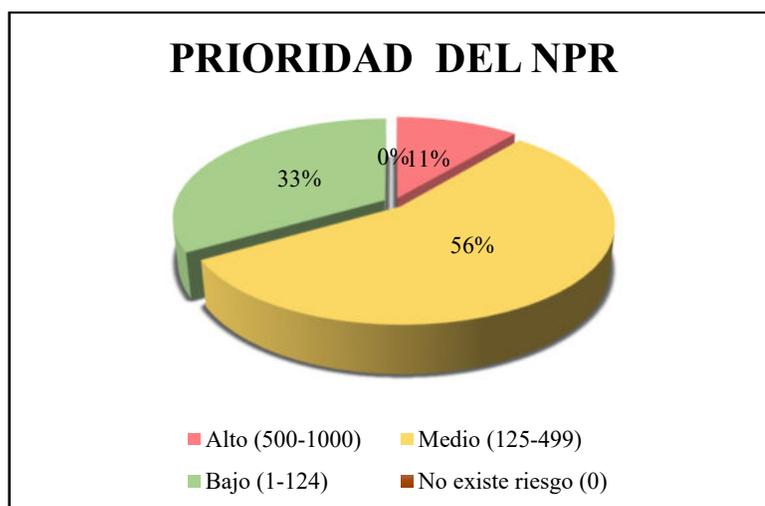


Fig 75. Resultados de prioridad del NPR.

Análisis:

En la Fig 75, se evidencia que se debe tener mayor prioridad en dos fallos (11.11 %) con un NPR de nivel alto (exceso de humedad en el acondicionado y unidades rotas o descocidas en el envasado), 10 fallos de nivel medio que representa el 55.56% (defectos de grano y gluten inadecuado en recepción; olores inadecuados en el acondicionado; variación de color y presencia de materias extrañas en molienda; contenido inadecuado, variación de humedad, granulometría inadecuada, UCDC e índice de ciada variable en envasado) y 6 fallos con un nivel bajo con un 33.33% (presencia de materias extrañas, exceso de humedad y peso helectrolítico en recepción; carencia de nutrientes en molienda y cernido; presencia de pecas y cenizas en el área de envasado).

Discusión de resultados:

A través de la aplicación del AMEF, se identifica los fallos sobre las cuales se deben tomar acciones de mejora (prioridad de mayor a menor), por ejemplo, los de mayor prioridad son las unidades rotas o descocidas, las cuales se dan de manera constante porque existe la manipulación diaria de producto terminado, ocasionando desgarres y zafados de las unidades que necesitan ser reprocesadas y corregidos, involucrando tiempo y mano de obra adicional. Además del exceso de humedad en el área de acondicionado, pues en esta etapa se suministra agua y se deja en reposo para acondicionar al grano, con el riesgo de la germinación, formación de plagas y generación de olores, que involucrarían problemas en las próximas etapas del proceso.

Dichos fallos indican que son los de mayor problema en el proceso y generan la variación del producto de final, por lo que requieren la atención inmediata, a través del planteamiento de, planes de mejora y recomendaciones que busquen mejorar la calidad del proceso y del producto final obtenido.

En la investigación realizada en la empresa Palpes S.A. de elaboración de pan con harina de trigo [74] indica que al aplicar la metodología AMEF en el proceso de producción de redujo el porcentaje de producto defectuoso en más del 5%, a través de acciones de mejora como capacitaciones en el uso de balanzas para el pesado de materia prima, planes de mantenimiento de maquinaria y entrenamiento acerca de estandarización de de velocidad y tiempo de amasado, que permiten controlar el proceso y reducir los fallos durante el proceso de producción.

MEJORAR

Una vez identificado los defectos y problemas, estudiado la estabilidad y capacidad del proceso, las causas que lo generan y efectos que provocan (Anexo 21) en cada una de las etapas se propone un “plan de mejora” el cual consta de alternativas de mejora, que permitirán reducir la variabilidad en el proceso y por ende controlar la calidad en el producto final obtenido (harina de trigo).

PLAN DE MEJORA

Introducción:

El presente plan de mejora es desarrollado en base a la necesidad de la empresa “Molinos Miraflores S.A”, de elevar la calidad de su producto de mayor impacto en el mercado (Harina de trigo de 50 kg (Azul)), lo cual permitirá incrementar la competitividad en el mercado, producir unidades que cumplan parámetros establecidos en la norma NTE INEN 616 (Anexo 13) y aumentar la confianza en los clientes y consumidores finales.

Objetivos

General:

- Establecer alternativas de mejora para los fallos detectados en cada área del proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores S.A”.

Específicos:

- Disminuir la variabilidad que se presenta en el proceso productivo para controlar la calidad el producto final obtenido.
- Plantear formatos de registros que ayuden a llevar un control de los eventos que causan la variabilidad.

Alcance

El presente plan de mejora involucra todo el proceso de producción de harina de trigo del producto de mayor demanda (Harina Azul de trigo de 50 kg) desde la recepción de materia prima hasta el envasado del producto terminado.

Política de calidad

MOLINOS MIRAFLORES S.A., es una empresa comprometida en diseñar, producir y comercializar harina de trigo, así como también de proveer productos complementarios de panadería cumpliendo con los requisitos de nuestros clientes y promoviendo una cultura de mejoramiento continuo.

Visión

Ser una empresa exitosa, con creciente participación en el mercado nacional, reconocida por sus clientes por la diversificación y calidad de sus productos y servicios

Misión

Proveemos alimentos que satisfacen los requerimientos de nuestros clientes, cumpliendo con altos estándares de eficiencia y calidad, respetando los valores y principios de la empresa.

Plan de acción correctivas

Para cada problema detectado en cada una de las áreas que compone el proceso productivo de la harina de trigo y tomando en cuenta el nivel de prioridad que necesita (NPR) establecida mediante le AMEF, se establecen acciones correctivas que permitirán disminuir la variabilidad de dicho proceso.

Tabla 53. Acciones correctivas a problemas presentes en el proceso productivo de harina de trigo.

PLAN DE MEJORA DE CALIDAD EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE TRIGO EN LA EMPRESA “MOLINOS MIRAFLORES S.A”				
Alcance: Proceso productivo de harina de trigo Azul de 50 kg			Área: Producción	
Elaborado por: Alvaro Analuiza			Fecha: 11-04 - 2020	
ÁREA	FALLA POTENCIAL O PROBLEMA	6M'S	ACCIONES CORRECTIVAS A TOMAR	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES
Acondi.	Exceso de humedad	Materia prima Medio ambiente	Realizar inspecciones frecuentes de suministro de agua y control de humedad en los silos de acondicionado.	Operarios de acondicionado

Tabla 53. Acciones correctivas a problemas presentes en el proceso productivo de harina de trigo (Continuación).

Envasado	Rotos o descocidos	Mano de obra Métodos	Capacitar al personal estibador de producto de terminado al procedimiento correcto de manipulación de productos de consumo humano.	Jefe de producción, Técnico en BPM Personal de carga
Recepción	Defectos del grano	Materia prima	Establecer procedimientos de transporte y almacenado que eviten la constante manipulación del grano en bruto.	Jefe e producción y operarios de turno
Recepción	Gluten inadecuado	Materia prima Medición	Exigir certificados de producto a los proveedores, que ayuden a garantizar el origen y la calidad del mismo.	Técnico en calidad y analistas de laboratorio
Acondi.	Olores inadecuados	Materia prima Métodos	Implementar sistemas de ventilación y de detección de germinación del grano.	Técnicos en sistemas de ventilación
Molienda	Variación de color	Materia prima Maquinaria	Realizar limpiezas periódicas de los sistemas de transporte y de los equipos de molienda.	Operarios de turno, jefe de producción y personal de limpieza
Molienda	Presencia de materias extrañas	Materia prima Métodos Maquinaria	Establecer planes de limpieza en las tuberías de transporte, en los equipos y exigir higiene constante a los operadores de dicho proceso.	Operarios de turno, personal de limpieza y jefe de producción

Tabla 53. Acciones correctivas a problemas presentes en el proceso productivo de harina de trigo (Continuación).

Envasado	Contenido inadecuado (Peso)	Mano de obra Métodos Medición	Realizar calibración de báscula de pesado de manera periódica y establecer procedimiento de llenado de unidad.	Técnicos de mantenimiento de equipos operarios de envasado
Envasado	Variación de humedad	Materia prima Medición Medio ambiente	Planificar toma de muestras uniformes e implementación de controles de temperatura y ventilación en los silos de almacenamiento.	Operarios de turno y analistas de control de calidad
Envasado	Granulometría inadecuada	Métodos Medición Maquinaria	Inspeccionar los tamices de cernido y los cilindros de los equipos de molienda.	Técnicos en mantenimiento de maquinaria
Envasado	Índice de almidón dañado inadecuado	Materia prima	Revisar que las etapas de acondicionado y molienda cumplan con el procedimiento establecido por la empresa.	Jefe de producción y operarios de turno
Envasado	Pruebas de numero de caída inadecuada (Falling Number)	Materia prima Medición Métodos	Llevar un registro diario de resultados de pruebas, que permitan especificar indicadores claros de dicha prueba.	Técnicos de calidad, analista de laboratorio y operarios de área
Recepción	Presencia de materias extrañas	Materia prima Métodos Maquinaria	Realizar una limpieza de máquinas con protocolos adecuados que no afecten el producto en procesando.	Técnicos de mantenimiento

Tabla 53. Acciones correctivas a problemas presentes en el proceso productivo de harina de trigo (Continuación).

Recepción	Exceso de humedad	Materia prima Medición Medio ambiente	Revisar sistemas de control de humedad, toma de muestras y procedimiento de análisis de muestras.	Operarios de turno, técnico de calidad y analistas de laboratorio
Recepción	Peso helectrolítico inadecuado	Materia prima Medición Métodos	Elaborar una lista de proveedores en función de la calidad de producto.	Personal de compras y recepcionistas de materia prima
Molienda	Carencia de nutrientes	Materia prima	Revisar minuciosamente la calidad del producto mediante análisis de laboratorio en la etapa de recepción.	Analistas de laboratorio y técnicos de calidad
Envasado	Presencia de pecas	Maquinaria Métodos	Revisar equipos de molienda y condiciones higiénicas de traslado de producto donde pueden existir partículas que afecten el producto.	Personal de mantenimiento y personal de limpieza
Envasado	Presencia de cenizas	Maquinaria Métodos	Revisar que el personal operario y las máquinas cumplan con estándares de higiene y salubridad.	Personal de mantenimiento, operarios y jefes de producción

El siguiente “plan de mejora “brinda alternativas basados en las 6M’S, factores que intervienen en el proceso productivo, lo cuales generan fallos y problemas (Mano de obra, Maquinaria, Materia prima, Métodos, Medición y Medio ambiente) y las acciones tomadas sobre estas, ayudarán a disminuir la variabilidad en el proceso productivo de harina de trigo.

MATERIA PRIMA

Un factor inicial para que ocurran problemas detectados en las fases del DMAIC (defectos del grano, gluten inadecuado, presencia de materias extrañas, exceso de humedad y peso helectrolítico inadecuado) en el proceso de producción de harina de trigo son las características de “grano de trigo en bruto” que es la materia prima para la obtención del grupo, por tal razón se mencionan las siguientes recomendaciones que permitirán reducir la generación de problemas sobre dicho factor.

Tabla 54. Recomendaciones para mejoramiento de recepción de materia prima.

PROBLEMAS ENCONTRADOS	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	MONITORIZACIÓN	LIMITES CRÍTICOS	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTROS DE CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> - Impurezas - Olores inadecuados - Inadecuada humedad y temperatura - Contaminación química o física externa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requerir certificados de carga y proveedor - Realizar control de plagas - Instalar equipos automáticos de temperatura y humedad en la báscula de pesado de materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control inicial de todos los lotes (trigo y medio de transporte). - Análisis minuciosos cuando haya dudas. - Controlar humedad y temperatura con equipos automáticos antes del desembarque 	<ul style="list-style-type: none"> - No presencia de insectos. - Prevenir desembarque con más del 2% de materias extrañas (impurezas). - Prevenir desembarque con más del 15% humedad. - No presente olor inadecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Devolución de lote en caso de superar límites establecidos. - Aislamiento de producto dañado para un tratamiento posterior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Certificado de calidad por parte de proveedores. - Registros de resultados visuales y de equipos obtenidos.

PROBLEMAS ENCONTRADOS

- Impurezas
- Olores inadecuados
- Inadecuada de humedad y temperatura
- Contaminación química o física externa

El grano de trigo es la única materia principal, siendo el producto de mayor consumo en el proceso de producción. Con respecto a su adquisición viene de países norteamericanos pasando por grandes comercios nacionales e internacionales hasta llegar a la planta de producción, por lo que es necesario que dicho producto lleve su certificado de garantía y calidad.

Este trigo al tener constante manipulación, desembarque, y traslados sufre de contaminación física y química generando olores desagradables, exceso de humedad y presencia de impurezas.

Medidas de prevención

Un punto clave el llegar la materia prima a la planta de producción (grano de trigo) se solicita con requisito esencial el “certificado de proveedor” determinándose la procedencia y las condiciones del grano a receptarse.

Es importante realizar inspecciones rigurosas a los lotes de trigo que arriban a la planta de producción, siendo los responsables de dicha actividad el personal operario de turno y los analistas de muestra de producto. En el caso de encontrar variaciones con respecto a los parámetros antes mencionados, se para la descarga y se avisa de manera inmediata el departamento de Producción de la Planta, quienes deben tomar decisiones sobre dicho producto, pudiendo ser la recepción con condicionantes o la devolución del mismo.

Monitorización

Se ejecutarán a todos los lotes de trigo inspecciones visuales, además de tomar muestras representativas, en la cual se evaluarán humedad, temperatura, peso específico, proteína, impurezas con equipo debidamente calibrados para un registro en las hojas de registro diseñadas (Anexo 16), también se inspeccionara las condiciones del medio de transporte por un operario capacitado (responsables del silo).

Límites críticos

Si en la recepción del trigo (materia prima) se evidencia presencia de insectos, de manera inmediata se para la descarga y se comunica al proveedor para notificar dicho suceso, la fábrica no permite la recepción de trigos con ningún nivel de insectos. Prevenir la recepción de trigo con humedades que superan el 15%, ya que su exceso podría ocasionar problemas de microbiología. Prevenir la recepción de trigo con mayor de un 2% de impurezas, ya que estas son separadas del producto y representan pérdidas económicas. Se inspeccionará cada lote de trigo, para verificar si que existen olores extraños (humedad, inocuidad, fumigación, etc.). Aunque hay diferentes métodos para la eliminación relacionados con impurezas en el trigo, la meta es que un trigo no apto nunca sea aceptado en la planta de producción. Un punto clave es prevenir la mezcla de trigos de diferente calidad.

Medias correctoras

Dicho proceso se ejecuta antes de la carga en el silo general de recepción; por eso es importante tener los resultados de pruebas químicas y físicas realizadas anteriormente para tomar acciones como separar el lote de trigo para tratamiento o separar totalmente dicho lote.

Registros de control

- Registro de certificado de carga por parte del proveedor.
- Registros de resultados visuales y de equipos obtenidos (Anexo 15, Anexo 16).
- Registro de cumplimiento de medidas correctoras.
- Lista de chequeo de actividades de recepción de materia prima.
- Registro de arribos de lotes de trigo (Anexo 22).

Mano de obra

Recomendar y acatar acciones de mejora a dicho factor permitirá solucionar problemas detectados previamente con el DMAIC (rotos o descocidos, contenido inadecuado y contaminación del producto). Por tal motivo se establecen capacitaciones y un supervisor de calidad el cual será el encargado de inspeccionar que se cumpla con todas las especificaciones establecidas por la empresa y por la norma en uso (NTE INEN - 616) y de llevar registros diarios, mensuales y anuales de calidad, siendo necesario el cumplimiento del perfil indicado en la Tabla 55.

Tabla 55. Perfil para supervisor de calidad en la empresa "Molinos Miraflores S.A".

PERFIL NECESARIO DE SUPERVISOR DE CALIDAD	
Cargo	Supervisor de calidad
Formación	Ingeniero industrial o de calidad
Experiencia	Experiencia mínima de 1 año con funciones relacionadas. Conocimientos actuales de calidad
Aptitudes	Creatividad, Liderazgo
Actitudes	Puntualidad, responsabilidad, compromiso,

En cambio, para recomendar un programa de capacitación se debe mencionar quien lo realizará, y a quienes va dirigido dicha actividad; en esta investigación se plantea capacitar a los operarios, analistas de laboratorio y jefes de planta, con las características indicadas en la Tabla 56.

Tabla 56. Características de programa de capacitación.

PROGRAMA	BENEFICIARIOS	TIEMPO Y TIPO	INSTRUCTOR
Capacitación de MBP (Manual de buenas prácticas) sobre procesos de producción de harina de trigo.	Operarios, analistas de laboratorio y jefes de planta	Semestral Interna	Técnico especialista de producción de productos a granel
Capacitación en temas de gestión de calidad	Supervisor de calidad	Trimestral Interna	Técnico en gestión de calidad

Tabla 56. Características de programa de capacitación (Continuación).

Capacitación sobre inducción de un nuevo trabajador al proceso	Operarios nuevos	Cada vez que ingrese Interna	Jefe de producción
Capacitación de seguridad y salud ocupacional	Operarios, analistas de laboratorio y jefes de planta	Trimestral Externa	Técnico en seguridad y salud ocupacional
Capacitación acerca de maquinaria, equipos y su mantenimiento.	Operarios	Bimestral Externa	Técnico en mantenimiento industrial

La mano de obra, al ser parte esencial de los procesos de producción de harina debe cumplir con normas de higiene que eviten contaminación del producto en proceso, considerando que el producto es de consumo humano es fundamental que cumpla normas de higiene laboral y personal estrictas, siguiendo los siguientes protocolos:

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Aprobado por:	Ing. Soraya Medina (Jefe de producción)
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

a. Objetivo:

Establecer el procedimiento de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”.

b. Alcance

El siguiente procedimiento tiene como objetivo llegar al personal que interviene de manera directa en el proceso productivo de harina de trigo, que eviten la contaminación y problemas de salubridad en el producto procesado y obtenido

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
	Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

c. Responsables:

Jefe de producción, supervisores y operarios

d. Definiciones:

Accesorios personales: Elementos adicionales que lucen las personas en diferentes partes del cuerpo.

Residuos: Agentes ajenos que se desprenden del proceso, y que no aportan al producto final obtenido.

Equipos de protección personal: Accesorios personales que previenen o evitan daños ante factores de riesgos en las actividades en ejecución.

Limpieza planificada: Actividades de limpieza organizadas que deben ser cumplidas con la finalidad de mantener un ambiente limpio y ordenado.

Productos de limpieza: Son productos que al entrar contacto con piel humano realizan tareas de lavado y desinfección de la misma.

e. Contenido

Se describen las actividades que deben realizar y usar de manera obligatoria todo el personal de producción, considerando que el cumplimiento de dichas actividades también depende de la colaboración y apoyo de la gerencia, proporcionando de dichos elementos, utensilios y accesorios de manera periódica y organizada, que motiven el cumplimiento de las acciones de higiene y limpieza mencionadas. Por tal razón en la Tabla 57 se describen los elementos y accesorios necesarios que eviten la propagación de agentes contaminantes.

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”	Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por: Ing. Soraya Medina (Jefe de producción)
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión: 30-06-2020

- **De manera obligatoria toda personal inmiscuido en el proceso debe usar prendas adaptadas al trabajo físico y químico y de protección para realizar sus labores.**

Para evitar la presencia de contaminantes que afectan la calidad del producto, el personal que interviene en dicho evento debe contar con equipos de protección personal por lo que se debe usar de manera obligatoria de lo siguiente:

Tabla 57. Prendas de protección personal para conservar higiene en el proceso de producción de harina de trigo.

PRENDA	DESCRIPCIÓN	GRÁFICA
Cofia	Ayuda a prevenir la caída de cabello y contaminar el proceso de producción.	
Protectores auditivos	Evita daños auditivos en el personal operarios pues existen maquinaria que causan sonidos fuertes.	
Zapato de alta protección	Esencial para evitar caídas y accidentes que afecten a los operarios de turno y evita contacto con superficies contaminadas.	
Mascarillas	Ayuda a prevenir la contaminación respiratoria de las personas al producto (salivas) y viceversa (polvos, humos, etc.).	
Guantes	Evitan el contacto del producto con la piel del operario disminuyendo la presencia de agentes que causen problemas higiénicos.	

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
	Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

- **Realizar constante lavado y desinfección de manos, suelas, prendas que acumulen agentes contaminantes del producto en operación.**

Mantener un *lavado constante de manos* es fundamental, evitando que se adhieran agentes contaminantes a la piel, y que se transmitan de persona a persona, de persona a producto en proceso y viceversa. Dichos contaminantes, patógenos y bacterias pueden ser eliminadas técnicamente siguiendo el siguiente procedimiento

Tabla 58. Procedimiento técnico de lavado de manos.

Paso 1	Paso 2	Paso 3
Mojarse las manos, coger shampo lavamanos y colocarse palma contra palama.	Colocar la palama de la mano derecha encima de la izquierda y viceversa.	Colocar palma contra palma y entrecruzar los dedos
		
Paso 4	Paso 5	Paso 6
Frotar el dorso de los dedos frente a la palama opuesta	Frotar el dedo pulgar de una mano con los dedos de la mano opuesta y viceversa	Enjuagar con abundante agua los manos y colocar desinfectante.
		

Dicha actividad se debe realizar de manera constante, es decir en un periodo de tiempo aproximadamente cada 3 horas, tiempo suficiente en que se han realizado suficientes

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
	Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

actividades que generen contaminantes y agentes que se adhieren a la piel humano y se transmitan hacia el producto en operación.

La *desinfección y limpieza de suelas* evitará que los operarios al trasladarse a lo largo y ancho de la planta de producción acareen contaminantes a las diferentes áreas de producción, por lo que es necesario cumplir con los procedimientos indicados en la Tabla 59, que reduzcan su propagación y contaminación al producto en proceso comestible para humanos.

Tabla 59. Procedimiento para desinfección y limpieza de suelas.

Paso 1	Paso 2
Observar áreas de mayor contaminación de suelas de trabajo.	Colocar calzado sobre superficie de limpieza (una a la vez)
	
Paso 3	Paso 4
Mover suela y superficie lateral sobre la máquina limpiadora de calzado durante un periodo de tiempo determinado	Colocar suela limpiada sobre máquina desinfectadora y secadora
	

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:	Ing. Soraya Medina (Jefe de producción)
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

- **Desprenderse de todo tipo de joyas, anillos, cadenas, relojes, etc. para realizar cualquier actividad dentro del proceso.**

El compromiso de operar actividades industriales con total seguridad, depende un gran compromiso del operario, pues sus acciones encaminan a garantizar la total normalidad del cumplimiento de sus actividades, Es así que para realizar operaciones dentro del procesos los operarios o diferentes personas que interviene en el proceso deben tener total soltura y confianza en realizar dichas actividades, por lo que se debe evitar el total de uso de elementos como:

Anillos. - Al ser conductores de electricidad, pueden generar descargas eléctricas de máquinas y equipos hacia el operador

Aretes. - Elementos pequeños que pueden desprenderse del cuerpo humano y ocasionar contaminación o fallas de equipos que se están operando a corto o largo plazo.

Cadenas. - Accesorios metálicos que pueden conducir electricidad o engazarse en equipos en movimiento.

Manillas. – Son de común uso en operarios, lo cuales pueden ocasionar accidentes laborales por razones que entran en contacto con partes móviles de las máquinas que existen en el proceso.

Llaveros. _Pueden afectar la seguridad del operario causándoles grandes daños físicos debido a su alto nivel de conductividad de electricidad, pues suelen ser metálicos.

Celulares. – Son elementos de mayor frecuencia que afectan la concentración del operario, causando distracciones y errores en realizar las actividades, además que son accesorios de radiactividad que pueden afectar de manera grave ya sea alargo o corto plazo.

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”	Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por: Ing. Soraya Medina (Jefe de producción)
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión: 30-06-2020

- **Mantener los lugares donde se labora limpios y sin ningún agente contaminante que afecte la salud del personal y la calidad del producto en proceso.**

Es un factor clave que ayuda a reducir la contaminación del producto y problemas de salud del trabajador; su presencia podría ocasionar accidentes laborales debido a sitios resbaladizos, obstáculos en la trayectoria y creación de gérmenes y patógenos que afectan de manera directa sobre dichos miembros. Dentro de los elementos que pueden generarse los contaminantes se encuentran:

Tabla 60. Fuentes de contaminación para personal y proceso productivo.

Fuente de contaminación	Descripción	Gráfica
Restos de productos (Cascara, piedras, soyas, etc.)	Elementos que salen del proceso de productivo y deben ser separados del producto que se desea obtener, localizando en zonas comunes como maquinaria, sistemas de transporte y áreas generales de trabajo.	
Derrames de agua	Debido a la falta de mantenimiento de sistemas de transporte de agua o de maquinaria que necesita líquido vital existen derrames sobre el piso del área de trabajo, causando humedad y problemas de salubridad.	

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:	Ing. Soraya Medina (Jefe de producción)
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

Tabla 60. Fuentes de contaminación para personal y proceso productivo (Continuación).

Contaminantes en sistemas de transporte	Generados por la acumulación de productos y desechos transportados de área a área, que quedan adheridos a las superficies	
Contaminantes por trayectoria de operarios y vectores	Es común encontrar agentes contaminantes como restos de productos, tierra, piedra, etc. que se desplazan a lo largo de la planta de producción y provocan la generación de mala higiene laboral.	
Elementos de limpieza y desinfección	La mala conservación y almacenamiento de dichos productos producen derrames y contaminantes que pueden ser fuente de generación de vectores contaminantes.	

Por tal razón, es necesario seguir los 7 pasos de limpieza y desinfección [75], mencionando las siguientes recomendaciones:

Preparación para actividades de desinfección y limpieza

- Retirar los elementos de producción de cada área (materia prima, máquinas de fácil movimiento, ingredientes, etc.).
- Retirar todos los desechos presentes en los recipientes de basura y desechos que sea recolectado.

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
	Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

- Ventilar todas las líneas que componga el proceso (líneas de transporte, bandas, etc.)
- Cubrir o mover maquinaria el cual tiene elementos o circuitos que se pueden dañar por el agua.
- Identificar y señalar equipos, máquinas y áreas que se van a limpiar.
- Observar que las superficies a limpiar estén secas y sin elementos que se puedan sufrir abreviaciones.

Para limpiar las áreas consideradas se debe tomar en cuenta el tipo de limpieza que se va a realizar, mencionando entre las principales las que se indican en la Tabla 61.

Tabla 61. Tipos de limpieza a considerar.

Tipo	Consideraciones	Ejemplo gráfico
Limpieza con presencia espuma	<ul style="list-style-type: none"> - Recomendar usar una espuma humedad que una seca. - Especificar el inicio y fin por el que se debe realizar la inspección. - No permitir que la espuma que se está usando para limpiar se seque. - Se puede aplicar la espuma en la parte inferior de los equipos. - Limpiar zona de desagües y drenajes con el debido cuidado. 	
Limpieza manual	<ul style="list-style-type: none"> - Es más eficiente para suciedad pesada. - Permite el uso de almohadillas y cepillos que limpiar de manera efectiva. - Permite la limpieza de equipos, accesorios y maquinaria de manera individual. 	

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
	Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

Tabla 61. Tipos de limpieza a considerar (Continuación).

Tanques para limpieza exteriores	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de lavados automáticos de elementos de equipos. - Es necesario que haya pre – enjuagues completos. - En este tipo todo de limpieza el elemento es sumergido en su totalidad. - Controlar la temperatura de lavado para que no afecte al elemento que está en el proceso de limpieza. 	
---	--	---

Conjuntamente se propone un “**programa de limpieza**”, donde se realizan operaciones de manera periódica a equipos electrónicos y maquinaria industrial que se encuentran en el proceso de producción, teniendo como finalidad mantener a los equipos, sistemas y maquinaria libre de suciedades, que pueden causar problemas de producción e inocuidad en el producto a obtenerse y creación de bacterias que puedan afectar la salubridad del producto.

En el Anexo 23, se detalla el formato y los puntos a considerar para limpieza de las máquinas y equipos, siendo una oportunidad de prevenir defectos que dificulten el funcionamiento normal de dichos elementos.

f. Recursos y accesorios para actividades de aseo

Para realizar las actividades de limpieza y desinfección del personal y de las áreas sobre los cuales están los mismos, es importante contar con recursos que permitan el cumplimiento de dichas actividades, por tal razón en la Tabla 62, se describen estos recursos considerando lo más adecuados y apegados a la industria [76].

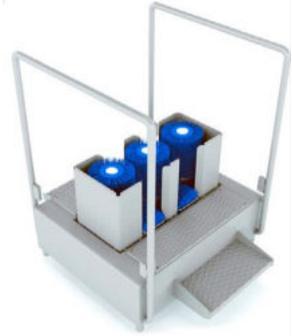
	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”		Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por:	Ing. Soraya Medina (Jefe de producción)
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión:	30-06-2020

Tabla 62. Lista de recursos y materiales usados para higiene del personal.

Recursos o elemento	Características	Presentación	Detalles
Lavamanos BET 107	Es un producto no irritante de gran nivel de limpieza sin alcohol suave para la piel, óptimo para operarios de productos alimenticios.		- Garrafas de 20 kg - Precio de \$20.15
Dermanios Scrub CG	Es un gel antiséptico higiénico para operarios industrias, sin aromas y con hidratación constante hacia la piel.		- Cajas de 4x5 kg - Precio de \$12.22
Lavamanos EWG Dyson doble	Es un lavamanos con accionamiento automático por sensor y secado potente que evita el uso de papel que adheridos a la piel se convierte en agentes contaminantes.		- Material de acero inoxidable y ligero. - Precio de \$12.22

	Protocolo de higiene y limpieza del personal que interviene en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores”	Versión 01 Fecha: 20 – 06 - 2020
Elaborado por:	Álvaro Analuiza	Aprobado por: Ing. Soraya Medina (Jefe de producción)
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Última revisión: 30-06-2020

Tabla 62. Lista de recursos y materiales usados para higiene del personal (Continuación).

Equipo de limpieza de botas de suelas y botas EDLW	Es un equipo de acero inoxidable que contiene sensores que activan automáticamente la máquina cuando el operador pasa sus botas de un lado hacia el otro.		- Material de acero inoxidable. - Precio de \$82.29
Taquillas de vestuario T-10	Son estantes diseñadas con estanterías, que cuenta con compartimientos individuales para ropa de trabajo y de calle, con techo inclinable que evita la acumulación de polvo.		- Capacidad de 10 compartimentos - Medidas de 1200 (ancho) x 2000 (alto) x 400 (fondo) en mm.
Bancos de vestuario BC-20	Bancos con características de diseño higiénico y robusta construcción, que dispone de espacio en la parte inferior para colocación de calzado.		- Medidas de 2000 (ancho) x 500 (alto) x 600 (fondo) en mm.

MAQUINARIA

Un inconveniente en la empresa “Molinos Miraflores” es la parada del proceso debido a fallos en la maquinaria, sistemas y equipos de producción, generando problemas de granulometría, problemas de cernido y retrasos en el procesos de producción, generando mantenimientos correctivos obligatorios (solo cuando la máquina ha fallado) y no mantenimiento preventivo que eviten la ocurrencia de paras, Por tal razón, se recomienda la generación de un mantenimiento que permita el funcionamiento adecuado de la maquinaria y equipos que intervienen en el proceso productivo.

Programa de mantenimiento

Al presentarse paradas no programadas en el proceso de producción se recomienda realizar un mantenimiento preventivo que permita un funcionamiento y fiabilidad de los equipos y máquinas durante el proceso productivo de harina de trigo. Las tareas de mantenimiento preventivo dictan actividades como reemplazo de piezas, revisión de mecanismos, limpiezas, ajustes, etc. Por tal razón, se plantea un procedimiento de mantenimiento piloto para los equipos maquinaria, en donde se incluya características, costos, procedimientos y consideraciones a tomar.

		Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”			
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01	20-06 - 2020	
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020		

a. Objetivo

Establecer parámetros que permitan llevar un mantenimiento planificado de los equipos y maquinarias que intervienen en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores S.A”.

b. Alcance

El siguiente procedimiento tiene como finalidad evitar las paradas no programadas debido a falta de mantenimiento de equipos y maquinaria y sistemas de control, que generan retrasos y problemas de producción

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

c. Introducción

La industria moderna utiliza máquinas y equipos de gran capacidad que pueden operar durante grandes periodos de tiempo para producir cientos de artículos, elementos o piezas. Sin embargo, el funcionamiento adecuado depende del estado en el que se encuentran las máquinas y del mantenimiento que reciben para conservar las partes y funcionamiento adecuado. Con lo mencionado se establece que el mantenimiento es un punto importante que busca conocer como cuando una máquina necesita ser inspeccionada o reparada evitando un daño total o parcial de los mismos.

d. Responsables

Jefe de mantenimiento. – Persona encargada de inspeccionar y autorizar actividades de mantenimiento que necesitan los equipos, maquinaria y sistemas para una operación adecuada.

Técnico de mantenimiento de maquinaria. – Persona con conocimientos en maquinaria de producción harinera, que conoce del funcionamiento, elementos y posibles fallos comunes que suceden en las mismas.

Técnicos de mantenimiento de equipos de laboratorio. – Entidades certificadas nacionalmente e internacionalmente que pueden realizar actividades en equipos de análisis de laboratorio en productos de consumo humano.

Técnicos de mantenimiento de sistemas eléctricos y de control. – Personal con conocimiento en operación y mantenimiento de sistemas eléctricos, paneles de control y sistemas automatizados.

Ayudantes (Operarios). – Personas propias de la empresa que colaboran con actividades de mantenimiento, indicadas por jefes y técnicos con conocimientos adecuados.

e. Definiciones

Registros de fallos: Lista organizada, tabulada y registrada adecuadamente que contiene historial de fallos de máquinas y equipos.

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

Mantenimiento: Actividades de supervisión y control que buscan conservar el buen funcionamiento de maquinaria.

Instructivo: Conjunto de actividades organizadas que se cumplen para lograr una meta previamente planteada.

Paradas no programadas: Son paradas totales de máquinas o equipos, producto de la no operatividad de las mismas, debido a fallos parciales o totales debido a la falta de mantenimiento.

Hoja técnica: Documento físico que contiene información básica de la máquina o equipo, tales como nombre de la máquina, fabricante, modelo, serie, etc. que sirve como complemento para la búsqueda específica de la información.

f. Contenido

Para realizar un plan de mantenimiento se realizan actividades detalladas, las cuales siguen el procedimiento ordenado mencionado a continuación:

1. Realizar una lista completa de los equipos y maquinarias que se encuentran en el área de producción.

Tabla 63. Máquinas y equipos en el proceso productivo de harina de trigo.

Planta	Área	Maquinaria
Molinos Miraflores	Recepción	Báscula camionera Zaranda horizontal vibratoria Despedradora Despuntadora
	Acondicionado	Equipo humectador automático
	Molienda	Molinos de cilindros lisos Molidos de cilindros con estrías Equipos Plansifters Dosificador automático

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

Tabla 63. Máquinas y equipos en el proceso productivo de harina de trigo (Continuación).

	Envasado	Envasadora Báscula de pesado Selladora
	Laboratorio de calidad	Equipo analizador Inframatic NIR Equipo SD MATIC Equipo FN 1500 Falling Number Equipo Dockage Tester

- Levantar información básica de los equipos, máquinas y sistemas, observando el estado y tomando en cuenta detalles importes, siguiendo el formato indicado en la Tabla 64.

Tabla 64. Hoja recomendada para el registro de equipos, maquinaria o sistemas.

 Registro De Equipos, Máquinas O Sistemas Para Mantenimiento			Código:
			Fecha:
			N° de revisión:
N°	Equipo, máquina o sistema	Código	Observaciones
1	Molino de compresión		
2	Sistemas HMI		
3	-----		

- Recolectar toda la información técnica de los equipos, máquinas y sistemas, que servirán como guía completa para el mantenimiento. Se menciona algunos documentos esenciales.
 - Planos de máquinas o equipos.** - Son documentos donde constan las partes o piezas que forma el equipo o máquina con su respectivo las respectivas características.

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

- **Historial de fallos.** - Registro de eventualidades que ha ocurrido a la máquina o equipo las cuales han sido cambiadas, pero no han producido la parada total sino paradas parciales o por periodos cortos de tiempo.
 - **Historial de reparaciones.** – Son reparaciones totales que ha sufrido el equipo, que han durado periodos largos de tiempo y han causado la parada total de dicha máquina o equipo.
 - **Ficha técnica.** – Documento técnico donde constan todas las características básicas de la máquina o equipo, tales como marca, modelo, número de serie, fuente de alimentación, etc.
 - **Manual de uso.** – Es un instructivo que consta de indicaciones como operatividad del equipo, precauciones que se deben tomar, elementos que lo componen y características específicas de la máquina o equipo.
4. Realizar un análisis de la periodicidad de uso de cada máquina, equipos o sistemas, que servirán como punto de referencia para el programa de mantenimiento que se va a ejecutar. En la Tabla 65, se indica un formato recomendada que permite un registro ordenado de los parámetros mencionados anteriormente.
 5. Especificar el tipo de mantenimiento que se va a realizar sobre la máquina o equipo, considerando la gravedad o estado de los mismo o del requerimiento solicitados por el cliente. En la Tabla 66, se mencionan los tipos de mantenimientos conocidos y características que presentan.

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

Tabla 65. Formato para control de periodicidad tiempo de uso.

 CONTROL DE PERIODICIDAD DE USO Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					Código:	
					Revisión:	
					Fecha:	
Periodicidad	Horas de trabajo	Área	Equipo/Elemento o máquina	Alimentación	Operación	Responsable
Observaciones						

Donde:

Periodicidad= Periodo de uso de máquina; **Horas de trabajo** = Tiempo de operación de cada máquina o equipo; **Área** = Lugar donde se encuentra ubicada; **Equipo/Sistema o máquina** = Elemento a inspeccionar; **Alimentación** = Fuente de energía que utiliza cada equipo o máquina; **Operación** = Actividades a realizar para mantenimiento; **responsable** = Persona encargada de realizar actividades de mantenimiento

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

Tabla 66. Tipos de mantenimiento de máquinas industriales [77].

Tipo	Características	Ventajas y desventajas
Preventivo	Por lo general son los mantenimientos que se han planificado, es decir se realizan de forma periódica, a través de inspecciones y verificaciones del funcionamiento normal de piezas o partes que componen un equipo o máquina.	<ul style="list-style-type: none"> - Evitan paradas no programadas (Ventaja). - Son inspecciones rápido que pueden pasar fallos desapercibidos (Desventaja).
		
Predictivo	Son diferentes acciones que se realizan con la finalidad de detectar averías o fallos evidencias en la operación de una máquina, evitando paradas no programadas que perjudiquen la operación normal del proceso o parte del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> Pueden realizarse con las máquinas en operación (ventaja). Necesita la para inmediata de la operación (Desventaja)
		

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

Tabla 66. Tipos de mantenimiento de máquinas industriales (Continuación).

Correctivo	Son acciones de mejoras y reparaciones inmediatas observadas y de fácil detección, que generan para torales del equipo en operación, causando retrasos y perdidas de producción muy perjudiciales a la empresa.	Mantenimiento que deja la máquina en estado apegado a lo nuevo (ventaja). Usar paradas totales de la máquina en operación (Desventaja)
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		

6. Generar todas las actividades que se realizarán, utilizando formatos de mantenimiento donde permitan el registro de datos como identificación de la máquina, responsables, fecha y hora entre otros, creando una orden de trabajo a ejecutarse para iniciar con el mantenimiento del equipo como se indica en la Tabla 67.
7. Realizar un estudio de costos de mantenimiento, detallando de manera general todos los gastos directos e indirectos. En la Tabla 68, se indica de manera general los gastos necesarios para la ejecución de un programa de mantenimiento.

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

Tabla 67. Formato de recolección de información.

	Orden de trabajo		Código:									
	Departamento de mantenimiento		Versión:									
Tipo de mantenimiento:	Preventivo <input type="checkbox"/>	Correctivo <input type="checkbox"/>										
	Predictivo <input type="checkbox"/>											
Área:	Nombre de máquina:											
Tipo de máquina:	Fecha de ejecución:											
Responsables:												
Descripción del problema:												
Soluciones del problema:												
Repuestos usados para el mantenimiento:												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>Cantidad</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		1	Cantidad	Descripción	2			3			
1	Cantidad	Descripción										
2												
3												
Ejecución de mantenimiento:												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th> <th>Hora</th> <th>Responsable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Número	Hora	Responsable							
Número	Hora	Responsable										
Observaciones:												

En este caso el programa a de mantenimiento incluye puntos de inspección a los equipos y máquinas con mayor frecuencia a presentar averías (Anexo 24).

	Plan de mantenimiento para equipos y maquinaria en el proceso productivo de harina en la empresa “Molinos Miraflores”		
Elaborado por:	Alvaro Analuiza	Fecha de elaboración:	Versión 01 20-06 - 2020
Beneficiario:	Molinos Miraflores	Ultima revisión:	30-06-2020

Tabla 68. Formato de costos directos e indirectos para la ejecución del programa de mantenimiento.

Presupuesto para la ejecución de mantenimiento de equipos y maquinaria en la empresa “Molinos Miraflores”			
Equipo/Maquinaria:		Fecha:	
Responsable:	Autorizado: SI () NO ()		
Criterio	Cantidad (\$)	Precio Unit. (\$)	Total (\$)
Repuestos			
Suministros			
Recursos humanos			
Otro			
TOTAL			
Observaciones:			

8. Realiza una planificación de actividades para mantenimiento que necesitan los equipos o maquinarias para un año calendario en semanas (52) con la finalidad de evitar paradas no programadas. Es recomendable utilizar el formato de planificación indicado en la Tabla 69.

9. Ejecutar actividades de mantenimiento

g. Normas de referencia

Para que un mantenimiento programado sea ejecutado de manera adecuado y técnica es necesario tomar como referencia normas técnicas estandarizadas, entre las cuales se tienen:

Norma ISO 9001:201: Infraestructuras y equipamiento

Para los equipos de laboratorio se establece que el mantenimiento debe ser realizado por parte de entidades certificados (Granotec en Ecuador), por lo que es indispensable inspeccionar los equipos, considerando parámetros mencionados a continuación:

Tabla 70. Acciones de mejora para evitar problemas imprevistos de equipos de análisis de calidad.

EQUIPO	PARÁMETROS A INSPECCIONAR
<p>Equipo analizador Inframatic NIR (IM 9500)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar conexiones de cables y tierra y fuente - Calibrar la pantalla táctil. - Comprobar que el puerto de comunicación. - Inspeccionar la posición del plato magnético y que las tuercas auto bloqueantes estén apropiadamente apretadas. - Realizar limpieza interna
<p>Balanza de pesado METTLER TOLEDO 250 kg</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar pruebas de calibración para evitar errores de medición (exactitud, repetibilidad, y excentricidad). - Revisar las células de carga. - Inspeccionar platillo de depósito. - Realizar constantes limpiezas que dificultan la operación del equipo.
<p>Equipo FN 1500 Falling Number</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar funcionamiento de luces indicadoras e interruptores. - Realizar pruebas de mediciones. - Inspeccionar pantalla, impresora y cinta de tinta. - Inspeccionar el nivel de agua bajo o flotador. - Inspeccionar la aleta de vapor. - Inspeccionar el módulo controlador (fusibles, solenoide magnético, tubos, cassette y agitador en posición.) - Verificar condiciones de agitador. - Realizar ensayos de ebullición en baño de agua y control de fugas.

Tabla 70. Acciones de mejora para evitar problemas imprevistos de equipos de análisis de calidad (Continuación).

EQUIPO	PARÁMETROS A INSPECCIONAR
-	-
<p data-bbox="440 407 708 443">Equipo SD MATIC</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="857 407 1425 485">- Revisar interruptores, cables de alimentación y de tierra. <li data-bbox="857 491 1425 569">- Inspeccionar fusibles, vaso de reacción y repetibilidad de medición. <li data-bbox="857 575 1425 695">- Revisar sensores de temperatura, de celdas, de temperatura de precalentamiento y de calefacción. <li data-bbox="857 701 1425 821">- Verificar conexiones eléctricas, incluyendo fuente de poder, motor, pantalla táctil. <li data-bbox="857 827 1425 905">- Ajustar el touch (pantalla) de acuerdo a los requerimientos. <li data-bbox="857 911 1425 989">- Realiza limpieza interna e inspección de resortes de cabezal del producto.

MÉTODOS Y MEDICIÓN

Los métodos y medición utilizados en cada una de las etapas para llevar un control de calidad no tienen un procedimiento adecuado, por lo que los operarios desconocen de los protocolos que deben seguir y cumplir, lo que ocasionan criterios diferentes y por ende la variabilidad del proceso, es por eso que surge la necesidad de estandarizar el proceso de control de calidad que sirva como referencia. A continuación, se realizan procedimientos para la toma de muestras en cada área de proceso, los cuales servirán como base para el cumplimiento de los operarios y de personal nuevo que pueda ingresar.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área de recepción	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

a. Objetivo

Describir el procedimiento para la el control de calidad del grano que arriba a la planta de producción de la empresa “Molinos Miraflores S.A”.

b. Alcance

El presente procedimiento es aplicable en el área de recepción, dirigida hacia los operarios de turno con la finalidad de que tomen la muestra adecuada para obtención de datos precisos de parámetros de calidad en el laboratorio de análisis por parte de los analistas de laboratorio.

c. Definiciones

Grano de trigo. - Cereal extraído de cultivo de trigo que contiene nutrientes, proteínas y características de nutrición aptas para el consumo humano.

Proveedores. – Grandes cadenas distribuidores que brindan de productos, elementos o servicios solicitados por el cliente.

Báscula camionera. - Elemento mecánico de gran extensión que permite determinar el peso de transporte con o sin carga.

Muestra. - Parte representativa de una población que permite realizar los análisis apegados a la as características.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área de recepción	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

d. Responsables

Analista de laboratorio. – Persona encargada de realizar pruebas de laboratorio mediante equipos calibrados, y adecuados con la finalidad de determinar la calidad del producto a procesarse.

Operario encargado de recoger muestra. - Persona que se encuentra directamente en la zona de descarga para la recolección de la muestra mediante elementos adecuados y estandarizados.

e. Descripción

Tabla 71. Procedimiento de control de calidad en el área de recepción.

CONTROL DE CALIDAD EN RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA				
Proceso:	Producción da harina de trigo			
Subproceso:	Recepción de materia prima (Grano en bruto)			
Alcance:	Empieza con recepción de materia prima hasta depósito en los silos de almacenamiento.			
Responsables:	Jefe de producción y operador de turno.			
Proveedor	Entrada	Subproceso	Salida	Cliente
Graneleras nacionales ecuatorianas	Grano de trigo en bruto	Recepción, pesado y pre-limpieza	Grano de trigo pesado y limpiado	Operadores de acondicionado
Indicadores: Contenido de humedad, peso específico de grano, porcentaje de proteína y glúten, porcentaje de materias extrañas, Peso de mil gramos y contenido de almidón.				
Descripción: El trigo debe ser de una calidad adecuada y cumplir con normas nacionales e internacionales de calidad, basando se en normativas de calidad manejadas por la empresa y establecidas por entidades gubernamentales. Por tal motivo cada proveedor debe contar con un certificado de calidad validado y certificado por entidades de calidad nutricional y de productos a granel, los cuáles serán evaluados y calificados por el personal analista de calidad con la finalidad de evitar problemas de calidad y esfuerzos adicionales que emane gastos y retrasos productivos en el proceso de elaboración de harina de trigo.				

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área de recepción	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

Tabla 71. Procedimiento de control de calidad en el área de recepción (Continuación).

Procedimiento:	Observaciones:
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar pedido de carga de grano de trigo directamente hacia el proveedor quien acepta y traslada el producto desde el puerto hacia la planta de producción. - Comunicar arribo de carga con todos los datos y características correspondientes que permitirán realizar un reporte de arribos para trabajos futuros. - Considerar el certificado de proveedor emitido por el proveedor de grano de trigo. - Realizar las actividades de descarga, pesado en bascula camioneros, limpieza y recepción de materia prima en el silo general. - Durante la descarga, recolectar de la muestra de análisis (por lote), mediante envases estandarizados al inicio, durante y al finalizar la descarga, formando una muestra general para el análisis. - Registrar la muestra recolectada con los datos de arribo y dirigirlos hacia el laboratorio de análisis. - Realizar el análisis mediante equipos debidamente calibrados, recoger resultados y registrarlos en la hoja de recolección datos indicado a continuación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por lo general los pedidos de materia prima se hace a proveedores que cumpla con parámetros solicitados por la norma usadas y entidades gubernamentales. - En el caso de que existan lotes de trigo inadecuados leves y controlables, la empresa puede realizar actividades de acondicionado, caso contrario no se debe descargar dicho lote. - Los proveedores y medios de transporte conocen los requerimientos que necesita la empresa, por lo que buscan cumplir con las exigencias y evitar problemas que perjudiquen a todos los involucrados.

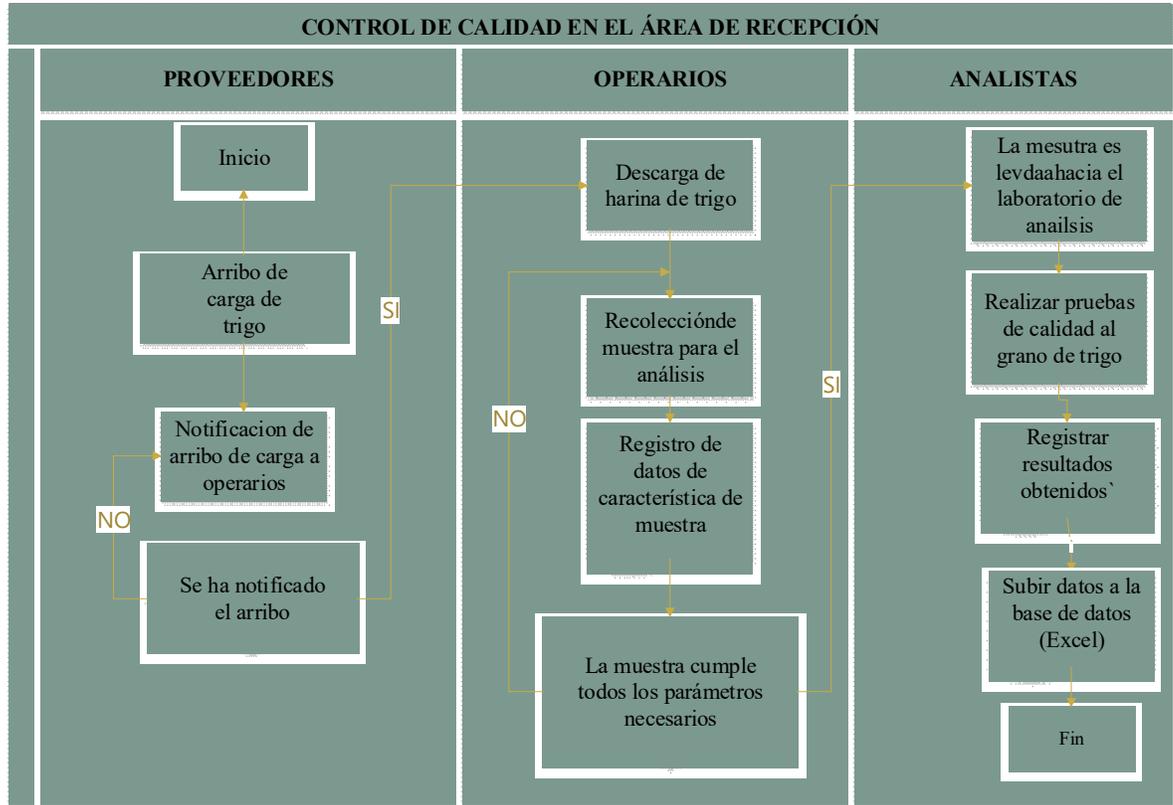
	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área de recepción	
	Versión 1	Rige desde:/...../.....

Tabla 71. Procedimiento de control de calidad en el área de recepción (Continuación).

MOLINOS MIRAFLORES S.A									
HOJA DE REGISTRO									
CANTIDAD DE FALLAS POR LOTE									
RECEPCION DE MATERIA PRIMA									
Guía N°:					Muestra N°:				
Peso neto de carga:					Peso neto de muestra:				
Silo de descarga:					Tipo de trigo:				
Fecha:									
Indicaciones: Marque con una línea (/) en caso de que encuentre el defecto detallado en la lista									
Muestra N°:	Exceso de humedad	Peso Especifico inadecuado	Insuficiencia de proteína seca	Contenido de gluten bajo	Defectos del grano	Excesiva cantidad de materias extrañas	Variacion de color	Granos rotos	TOTAL
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Observaciones:									

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área de recepción	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

f. Diagrama de flujo



g. Normativas de referencia

- NTE INEN-ISO 24333.- Cereales y productos derivados: Toma de muestras)
- NTE INEN-ISO 2859-1.- Procedimientos de muestreo para inspección por atributos.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área acondicionado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

a. Objetivo

Describir el procedimiento para la el control de calidad durante el proceso de acondicionado del grano de trigo en la empresa “Molinos Miraflores S.A”.

b. Alcance

El presente procedimiento es aplicable en el área de acondicionado del grano de trigo, dirigida hacia los operarios en dicha área los cuales realizan el control del funcionamiento de dichos procesos y la recolección de la muestra adecuada para obtención de datos precisos de parámetros de calidad en el laboratorio de análisis por parte de los analistas de laboratorio.

c. Definición

Grano duro. – Granos de trigo que constan con una estructura sólida debido a origen del grano, cultivo y almacenado del mismo.

Acondicionado. – Proceso en el que se realizar actividades para que el grano en procesos se acondicione a los parámetros requeridos por el proceso y dictados en la norma en vigencia.

Humectación. – Inyección de agua hacia el grano, con la finalidad de que, durante un proceso de reposo, el agua penetre hacia el interior de la estructura y permita una mejor rotura en proceso posteriores.

Tolvas. – Espacio físico cerrado de materiales no oxidables donde se almacenan productos que necesitan conservarse.

d. Responsables

Analista de laboratorio. – Persona encargada de realizar pruebas de laboratorio mediante equipos calibrados, y adecuados con la finalidad de determinar la calidad del grano que se acondicionado.

Operario encargado de recoger muestra. - Persona que se encuentra en el control de proceso de acondicionado y se encarga de recolectar la muestra mediante elementos adecuados y estandarizados.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área acondicionado	
	Versión 1	Rige desde:/...../.....

e. Descripción

Tabla 72. Procedimiento de control de calidad en el área de acondicionado.

CONTROL DE CALIDAD EN EL ÁREA DE ACONDICIONADO				
Proceso:	Producción da harina de trigo			
Subproceso:	Acondicionado de la harina de trigo			
Alcance:	Comienza con el trigo limpio, se humecta y se termina con el trigo acondicionado			
Responsables:	Jefe de producción y operador de turno (acondicionado).			
Proveedor	Entrada	Subproceso	Salida	Cliente
Silos generales de recepción	Grano de trigo pesado y limpiado general	Pesado, limpieza, humectado y pulido	Trigo humectado	Proceso de molienda y cernido
Indicadores: Contenido de humedad, control de temperatura, dosificado de trigo, porcentaje de materias y conteo individual de los mismos, peso específico de grano, porcentaje de proteína y glúten, y contenido de almidón.				
Descripción: El trigo limpiado debe ser humectado con la finalidad de acondicionarlo, el cual permite que la humectación alcance la estructura interna del grano. Para lograr dicho evento se debe dejar en reposo al trigo en tolvas durante 10 y 30, realizando un control estricto, puesto que su exceso podría provocar problemas de germinación.				
Procedimiento: <ul style="list-style-type: none"> - Revisar el estado de limpiado de grano de trigo proveniente de la etapa previa del proceso. - Con los resultados anteriores de análisis establecer el porcentaje de humedad del trigo que viene de recepción (trigo seco) con la finalidad de conocer en qué condiciones se encuentra. - Establecer el porcentaje de humedad que se desea alcanzar al final del acondicionado guiándose en la normativa en uso (Normativa NTE INEN 616) y en lo requerido por la empresa. 				

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área acondicionado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

Tabla 72. Procedimiento de control de calidad en el área de acondicionado (Continuación).

<p>- Determinar la cantidad de trigo a acondicionar y establecer el flujo de agua necesario para humectar. Para establecer el flujo se recomienda utilizar la siguiente ecuación:</p> $\text{Fluj}\ddot{u}\text{ requerid}\ddot{u} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) = \frac{(\text{carga} \left(\frac{\text{t}\ddot{u}\text{n}}{\text{h}} \right) * (100 - \%H1))}{(100 - \%H2)} - (\text{carga} (\text{t}\ddot{u}\text{n}/\text{h}))$ <p>Donde:</p> <p>Flujo requerido = Es el flujo que se necesita para lograr un acondicionado óptimo del producto en trayectoria.</p> <p>Carga = Es la cantidad másica de producto que está pasando a lo largo de la tubería en el proceso.</p> <p>H1, H2 = Es el porcentaje de humedad inicial y final respectivamente que se tiene y se necesita.</p> <p>- Suministrar flujo de agua al grano en la tolva y comparar dicho flujo con el que se ha calculado.</p> <p>- En el caso de que el flujo sea incorrecto se debe realizar ajustes para que se nivele con el flujo necesario que se ha calculado.</p> <p>- Recolectar la muestra adecuada y representativa en envases adecuados, con todos los datos correspondientes (hora, responsable, tolva de origen, etc.).</p> <p>- Llevar dicha muestra hacia el laboratorio de análisis, para su procesamiento y análisis respectivo.</p> <p>- Realizar todas las pruebas correspondientes a la muestra recolectada (% de humedad, % de materias extrañas, proteína, gluten, etc.), con los equipos calibrados, los cuales deben ser registrados en la hoja de recolección de información indicados a continuación:</p>
--

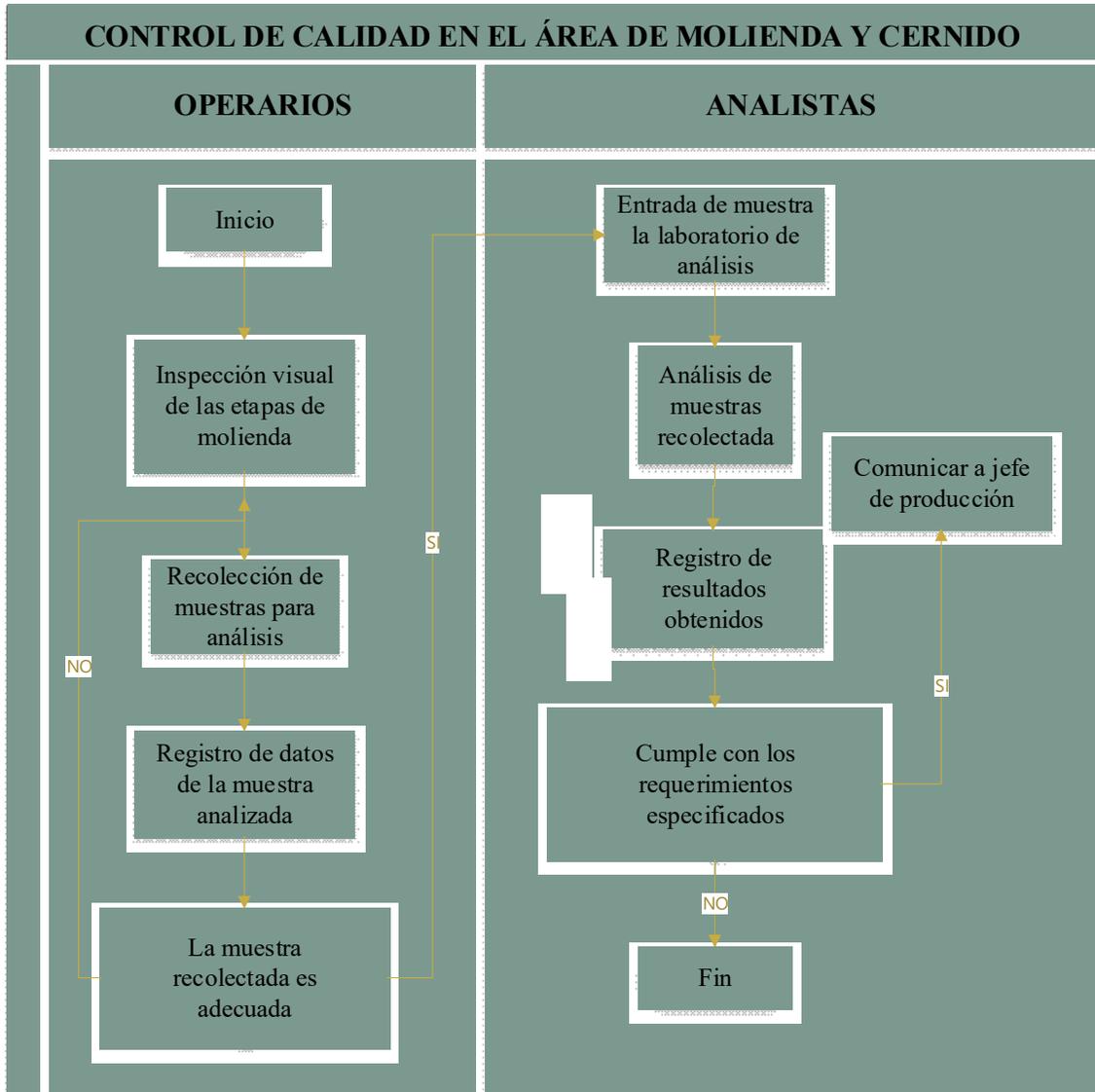
	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área acondicionado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

Tabla 72. Procedimiento de control de calidad en el área de acondicionado (Continuación).

 MOLINOS MIRAFLORES S.A				
REGISTRO DE PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO				
ACONDICIONADO				
Tipo de trigo:		Analista:		
Fecha:		Operador:		
Turno:		Registro:		
Hora Inicio:		Hora Fin:		
Indicaciones: Registre el valor del parámetro deterdeterminado en los equipos del análisis del laboratorio				
Toma N°	1	2	3	4
PARÁMETRO				
Humedad				
Proteína seca				
Gluten				
Peso Especifico				
Observaciones: 				

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en al área acondicionado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

f. Diagramas de flujo



g. Normativas de referencia

- NTE INEN-ISO 24333.- Cereales y productos derivados: Toma de muestras)
- NTE INEN-ISO 2859-1.- Procedimientos de muestreo para inspección por atributos.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área molienda y cernido	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

a. Objetivo

Describir el procedimiento para el control de calidad en el proceso de molienda y cernido del grano de trigo en la empresa “Molinos Miraflores S.A”.

b. Alcance

El presente procedimiento es aplicable en el área molienda y cernido del grano de trigo, encaminada hacia los operarios analistas y departamento de control de calidad, los cuales realizan el control de molienda y de cernido de la harina, a través de inspección visual y análisis de la muestra adecuada y representativa recolectada durante la ejecución de dichos procesos.

c. Definiciones

Molido. – Es un proceso que consiste en la transformación de un producto en otro similar a este, pero con un tamaño más reducido.

Granulometría. – Es la inspección del diámetro que alcanza un producto molido luego de ser triturado, el cual sino es adecuado dicho proceso debe ser repetido o las máquinas debe ser modificadas.

Cernido. – Etapa de proceso que consiste en separar productos deseados, de productos adicionales, como resultado de procesos previos como molienda o trituración, centrándose en el objetivo del proceso.

Tamices. – Elementos de cernido con telares agujerados de diferentes diámetros que separan las partículas de harina de productos ajenos al mismo, como cascara, sojas, piedrecillas, arvejas, etc.

d. Responsables

Analista de laboratorio. – Persona encargada de realizar pruebas de laboratorio mediante equipos calibrados, y adecuados con la finalidad de determinar la calidad de molido y cernido.

Molineros. - Persona encargada de controlar e inspeccionar el proceso, maquinarias, y equipo que interviene en el molido y trituración de productos.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A”	
	Procedimiento para control de calidad en el área molienda y cernido	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

e. Contenido

Tabla 73. Procedimiento de control de calidad en el área de molienda y cernido.

PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE CALIDAD EN MOLIENDA Y CERNIDO				
Proceso:	Producción da harina de trigo			
Subproceso:	Molienda y cernido del grano de trigo.			
Alcance:	Comienza con el trigo humectado y termina con el grano molido y cernido.			
Responsables:	Jefe de producción y operador de turno (molineros y auxiliares de molinero).			
Proveedor	Entrada	Subproceso	Salida	Cliente
Tolvas con trigo humectado	Trigo humectado y limpio	Molienda, Cernido, Purificado y Dosificado	Harina de trigo	Personal de envasado y etiquetado
Indicadores: Contenido de humedad, % de almidón dañado, control de cenizas, inspección de pasajes, flujo de aditivos y número de materias extrañas.				
Descripción: El trigo limpio, humectado y reposado en la tolvas, mediante los sistemas de traslado aspiradores es transportado al banco de molienda que cuenta con molinos de rotura donde son triturados, luego pasan a la etapa de cernido (Plansifters) que cuentan con telares donde se encargan de realizar el proceso de cernido de partículas de harinas con productos como cáscaras; luego regresan nuevamente hasta los molinos lisos para volver a ser molidos las veces que sean necesarios, formando un ciclo de trabajo (molinos de rotura, Plansifters y molinos lisos) con la finalidad de obtener harina pura, limpia y con una calidad adecuada. En el caso de que se observe variaciones, este proceso debe ser inspeccionada y corregida de manera inmediata, puesto que la mala operación de este proceso incide en el producto final, pues es la esencia del proceso que transforma el producto en un comestible y apto para el consumo.				

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área molienda y cernido	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

Tabla 73. Procedimiento de control de calidad en el área de molienda y cernido (Continuación).

<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar el estado en que se encuentra el trigo a ser molido, proveniente de las etapas previas. - Tomar en cuenta el inicio y fin del proceso de molienda, puntos fundamentales de consideración. - Revisar periódicamente el molino de compresión y en el molino de trituración, inspeccionando pasajes de harina, en caso de presentarse variaciones, realizar las modificaciones necesarias. - Inspeccionar de manera frecuente la etapa de cernido, puesto que existen problemas de frecuentes como tamices defectuosos que producen un cernido de producto inadecuado. - Recolectar la muestra necesaria, en los recipientes adecuados los cuales serán etiquetados con características y parámetros, que faciliten realizar un seguimiento de dicha muestra. - Analizarlos en el laboratorio y compararlos con los requerimientos necesarios, para continuar el proceso o ajustar el mismo. - En el caso de que existan problemas con dichas etapas, se deben buscar las causas que están generando dichas variaciones y tomar acciones de corrección y mejora inmediatas. - Registrar los resultados obtenidos en el análisis con todas las características necesarios de identificación (operario, analista, turno, cantidad, hora de inicio, hora de fin, etc.), utilizando la hoja de registro mostrado a continuación:

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área molienda y cernido	
	Versión 1	Rige desde:/...../.....

Tabla 73. Procedimiento de control de calidad en el área de molienda y cernido (Continuación).

MOLINOS MIRAFLORES S.A					
REGISTRO DE PARÁMETROS ANALIZADOS					
EN EL LABORATORIO					
MOLIENDA Y CERNIDO					
Tipo de trigo:			Analista:		
Fecha:			Operador:		
Turno:			Registro:		
Hora Inicio:			Hora Fin:		
Indicaciones: Registre el valor del parámetro determinado en los equipos del análisis del laboratorio					
Toma N°	PARAMETRO				
	Humedad	Proteína seca	Gluten	Peso Especifico	N° de materias extrañas
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
Observaciones:					

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área molienda y cernido	
	Versión 1	Rige desde:/...../.....

f. Diagramas de flujo



g. Normativas de referencia

- NTE INEN-ISO 24333.- Cereales y productos derivados: Toma de muestras)
- NTE INEN-ISO 2859-1.- Procedimientos de muestreo para inspección por atributos.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área de envasado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

a. Objetivo

Describir el procedimiento para la el control de calidad el producto terminado del área de envasado en la empresa “Molinos Miraflores S.A”.

b. Alcance

El presente procedimiento es aplicable en el área de envasado, el cual servirá como guía para todas las personas que intervienen en dicha área (operarios de turno, analistas de calidad, envasadores, etc.), lo que permitirá realizar el control de calidad del producto final obtenido y envasado (unidades de harina de trigo).

c. Definiciones

Etiqueta. – Hoja informativa del producto final obtenido, donde datos como información nutricional.

Sellado. – Proceso de cerrado de sacos, donde se coloca el producto final procesado (harina de trigo), cumpliendo con normativas higiénicas y de calidad detalladas en las normas utilizadas.

Variación de color. – Variación natural o provocada por elementos, materia prima, maquinaria o métodos utilizadas durante el proceso de fabricación. Es importante destacar que la harina en su color natural debe ser blanca – crema.

Cenizas. – Son elementos perjudiciales de color gris o negra que provocan la variación natural de color de la harina de trigo.

Unidades defectuosas. – Sacos de producto terminado que han sufrido rasgos, raspones o roturas debido a la manipulación constante del mismo por personal o maquinaria de carga.

Bodega. - Lugar físico y adecuado que cumple con las características para el almacenamiento de producto terminando.

d. Responsables

Personal de sellado. – Persona encargada de sellar el producto terminado mediante hilos y máquina selladora.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área de envasado	
	Versión 1	Rige desde:/...../.....

Código:

Analista de laboratorio. – Persona encargada de realizar pruebas de laboratorio mediante equipos calibrados, y adecuados con la finalidad de determinar la calidad del producto final obtenido.

e. Contenido

Tabla 74. Procedimiento de control de calidad en el área de envasado.

CONTROL DE CALIDAD EN EL ÁREA DE ENVASADO				
Proceso:	Producción da harina de trigo			
Subproceso:	Envasado de harina de trigo			
Alcance:	Comienza con la harina y termina con el envasado de unidades en diferentes presentaciones.			
Responsables:	Jefe de producción y operador de turno (pesador y envasador) y personal de carga (estibadores)			
Proveedor	Entrada	Subproceso	Salida	Cliente
Tolvas con trigo humectado	Trigo humectado y limpio	Molienda, Cernido, Purificado y Dosificado	Harina de trigo	Personal de envasado y etiquetado
Indicadores: Contenido de humedad, Índice de almidón dañado (UCDS), peso neto, rotos o descocidos, variación de color, Falling Number, Hierro, granulometría, presencia de pecas, etc.				
Descripción: La harina obtenido procesada por diferentes actividades, es envasada siguiendo los requerimientos de envasado mencionados en la norma (NTE INE 616), el cual dicta parámetros técnicos e higiénicos para el envasado de productos de consumo humano, utilizando sacos que no alteren las cualidades higiénicas y de salubridad, además considerando el peso neto de la unidad que se va envasar. Conjuntamente se recolectan muestras representativas que permitan analizar adecuadamente el producto final obtenido.				

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área de envasado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

Tabla 74. Procedimiento de control de calidad en el área de envasado (Continuación).

<p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Especificar el tipo de harina en envasar, considerando las diferentes presentaciones que ofrece la empresa. - Llenar de producto (harina de trigo) mediante envasadora, la cual es manejada y controlada por el operario de envasado de manera manual, considerando seguir la normativa establecida por la empresa. - Colocar la etiqueta de información del producto (registro sanitario, fecha de elaboración y caducidad y el contenido neto) de manera que quede bien segura y ha vista libre de cualquier persona. - Tomar una muestra correspondiente de cada 25 unidades (1 lote), registrándole según la etiqueta a la que pertenece (si se necesita datos cuantitativos) la que debe ser representativa y adecuada. - En el caso de analizar datos cualitativos (contenido inadecuado, rotos o descocidos o variación de color) inspeccionar de acuerdo al plan muestreo, detallado en la metodología del estudio. - Sin son de tipo cuantitativo la muestra recogida previamente debe ser llevada al laboratorio de análisis, el cual debe ser analizado por el personal analista de calidad y evidenciar la calidad con la que cuenta el producto final obtenido para tomar acciones sobre los resultados obtenidos. - Sellarlo, cocerlo y llevar el producto terminado hacia la bodega de almacenamiento acondicionada. - Para el registro de los datos obtenidos por la inspección visual (datos cualitativos) y datos realizado tras el análisis de la muestra (datos cuantitativos) se utilizan los formatos indicados a continuación, con la finalidad de registrarlos y ordenarlos que permitan establecer la calidad del producto obtenido.

	Empresa “Molinos Miraflores S.A”	
	Procedimiento para control de calidad en el área de envasado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

Tabla 74. Procedimiento de control de calidad en el área de envasado (Continuación).

MOLINOS MIRAFLORES S.A		
HOJA DE REGISTRO		
CANTIDAD DE FALLAS POR LOTE		
ENVASADO		
Producto:		Responsable:
Fecha:		Día N°:
Unidades inspeccionadas:		
Indicaciones: Marque con una línea (/) cada vez que encuentre un defecto en la unidad inspeccionada.		
RAZÓN DE DEFECTO	FRECUENCIA	TOTAL
Humedad inadecuada		
Gluten húmedo inadecuado		
Exceso de Cenizas		
Granulometría inadecuadas		
UCDe inadecuados		
Numero de caída		
Exceso de hierro (eq=ppm)		
Presencia de pecas		
Rotos o descocidos		
Contenido faltante o excesivo		
Observaciones:		

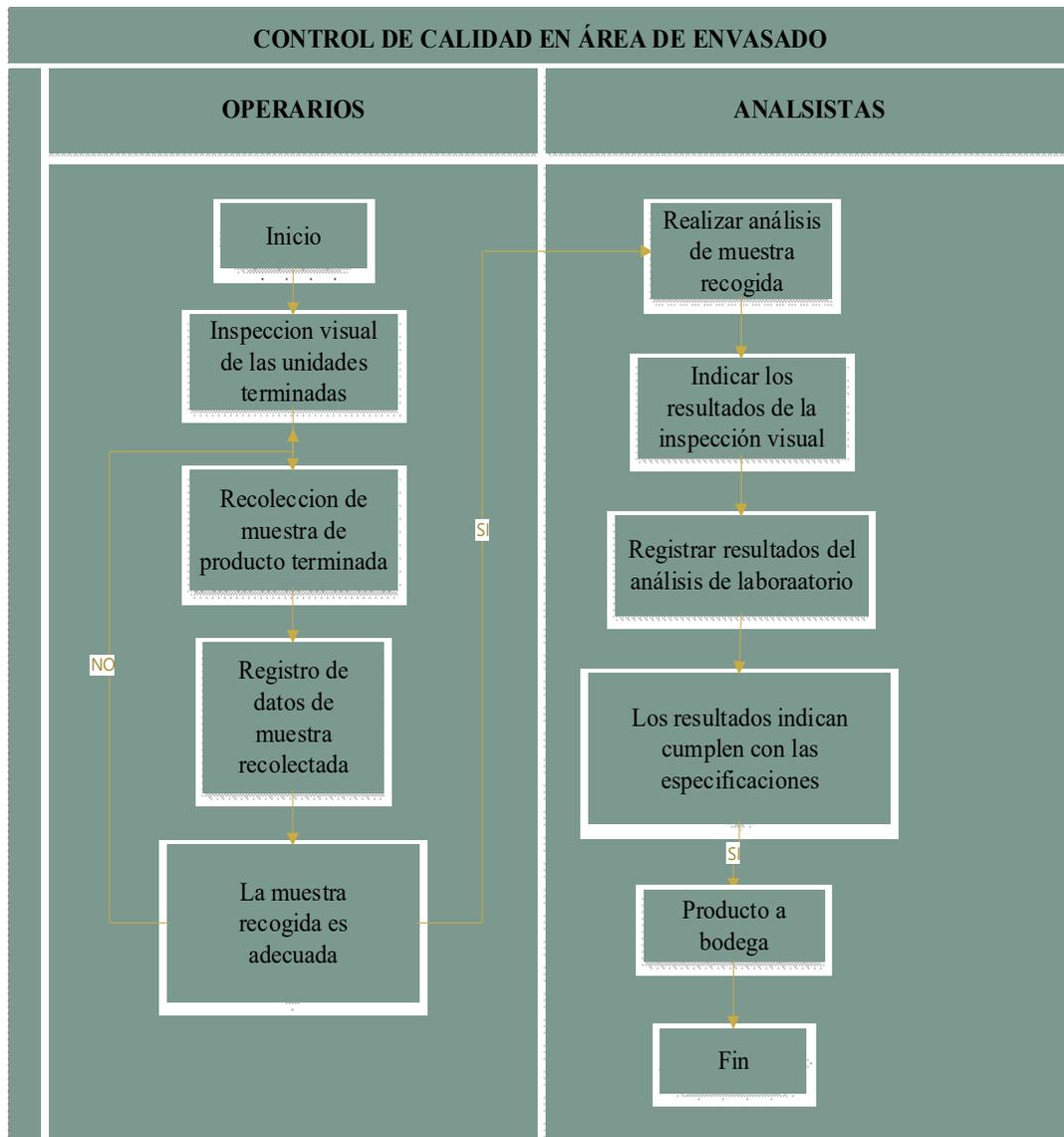
	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área de envasado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

Tabla 74. Procedimiento de control de calidad en el área de envasado (Continuación).

MOLINOS MIRAFLORES S.A			
REGISTRO DE PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO			
ENVASADO			
Tipo de harina:		Analista:	
Fecha:		Operador:	
Turno:		Registro:	
Indicaciones: Registre el valor del parámetro que se ha determinado en los equipos del análisis del laboratorio			
	Toma 1	Toma 2	Toma 3
Hora :			
PARÁMETRO			
Humedad			
Gluten húmedo			
Cenizas			
UCDc			
Hierro (eq=ppm)			
Numero de caída			
Observaciones: 			

	Empresa “Molinos Miraflores S.A” Procedimiento para control de calidad en el área de envasado	
Versión 1	Rige desde:/...../.....	Código:

f. Diagrama de flujo



g. Normativas de referencia

- NTE INEN 616:2015. Harina de trigo requisitos
- NTE INEN-ISO 24333.- Cereales y productos derivados: Toma de muestras)
- NTE INEN-ISO 2859-1.- Procedimientos de muestreo para inspección por atributos.

MEDIO AMBIENTE

Es importante centrar atención en el ambiente de trabajo, tanto para el proceso, para el personal y para el producto terminado, por lo que dicho factor en condiciones adversas genera problemas higiénicos al producto y de cansancio a los trabajadores como se detectó mediante la metodología DMAIC en el proceso productivo de harina de trigo (exceso de humedad, olores inadecuados y presencia de impurezas). Por tal razón, se mencionan las siguientes recomendaciones (Tabla 75) a tomar en cada una de las áreas de producción de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores S.A”.

Tabla 75. Acciones de mejora para evitar problemas que afecten la calidad del trigo.

ÁREA	ACCIONES DE MEJORA
RECEPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza superficial y disposición de las materias primas adecuadamente, cumpliendo protocolos de higiene y salubridad. - Limpieza constante interna de solo general de recepción de forma manual y si es posible mediante sistemas de aspiración y ventilación - Realizar un control de plagas mediante personal externa de la empresa, ya que la ser un producto comestible, puede existir presencia de roedores, aves o insectos. - Inspeccionar que lo vehículos de transporte conserven una higiene y limpieza apropiada no presenten olores inadecuados que se pueden impregnar al crudo. - Establecer registros diarios de conservación y limpieza de medio ambiente de trabajo a cada uno de los operarios de turno. - Implementar sistemas térmicos que ayuden a conservan el grano almacenado, puesto que las condiciones ambientales son variables
ACONDICIONADO	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza constante de tuberías y elevadores de transporte de grano de trigo hacia posteriores a procesos de producción. - Implementar sistemas de ventilación externa para operarios que controlan dicha área, e internos para mantener temperatura de acondicionado.

Tabla 75. Acciones de mejora para evitar problemas que afecten la calidad del trigo (Continuación).

	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ventilaciones constantes del área de molido y cernido para expulsar partículas de harina y humos presentes en el aire. - Mantener el piso del ambiente laboral seco y limpio puesto que existen derrames de producto molido (harina de trigo) debido a inspección visual del producto
<p>MOLIENDA Y CERNIDO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tener suficiente iluminación para evitar cansancio a los operadores de dicho proceso. - Revisar frecuentemente los sistemas de reducción de vibración provocado por máquinas como molinos y Plansifters. - Equipar a maquinaria que provoca ruidos prolongados sistemas de aislamiento sonoro que ayuda a prevenir daños auditivos a los operarios. - Realizar limpieza constante de tamices de cernido para retirar impurezas de los mismos.
<p>ENVASADO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El almacén de producto terminado debe estar protegida de ingreso de roedores, aves o insectos. - Cumplir con procedimientos de limpieza de estructuras internas que eviten dañar el producto. - Mantener a temperatura ambiente el área de producto terminado pues su variación causaría problemas de inocuidad y salubridad. - Capacitar a todo el personal del proceso productivo en un Sistema de Gestión Ambiental.

CONTROLAR

Establecidas las acciones correctivas mediante la elaboración del “plan de mejora” es necesario especificar medios que permitan el control de estos (Tabla 76), además de especifica los responsables de manejar dichos medios y lograr el objetivo de mejorar el proceso de producción de harina de trigo.

Tabla 76. Medios de control para propuestas de mejora recomendadas.

SISTEMA DE CONTROL DE MEJORAS PROPUESTAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE LA EMPRESA “MOLINOS MIRAFLORES S.A”			
PROPUESTA DE MEJORA RECOMENDADA	MEDIO DE CONTROL	RESPONSABLES	DESCRIPCIÓN
Inspecciones de suministro de agua y control de humedad en el acondicionado	<ul style="list-style-type: none"> - Observación directa - Registro de caudal de suministro de agua - Registro de humedad actual 	<ul style="list-style-type: none"> - Operarios de turno - Supervisor de área 	Permiten llevar un registro del agua suministrada y de la humedad interna en los silos de acondicionado, para realizar ajustes en el caso de ser necesario.
Capacitar al personal estibador de producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de personal capacitado - Certificado de haber participado en capacitación 	<ul style="list-style-type: none"> - Talento humano - Estibadores - Asistente técnico de capacitación 	Ayuda a que el personal estibador de carga (estibadores), eviten una manipulación inadecuada y llevar un control de capacitaciones actualizadas sobre dio tema.

Tabla 76. Medios de control para propuestas de mejora recomendadas (Continuación).

<p>Procedimientos de transporte y almacenamiento del grano en bruto</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de chequeo de cumplimiento de actividades - Observación directa 	<ul style="list-style-type: none"> - Operarios de recepción - Supervisor de área - Jefe de planta 	<p>Se establecen instrucciones de transporte y almacenamiento del grano que arriba a la planta de producción, con control de cumplimiento de las actividades descritas en dichos procedimientos.</p>
<p>Registro de certificados de producto a los proveedores</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de proveedores de grano de trigo - Hojas de verificación de cumplimiento de parámetro de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de calidad - Personal administrativo 	<p>Sirven para crear un registro histórico de la calidad del grano de trigo que ofrecen los proveedores, para dar prioridad a los proveedores que presentan menos problemas de salubridad y calidad.</p>
<p>Proponer implementación sistemas de ventilación y de detección de germinación del grano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Evidencias fotográficas de implementación - Planes de mantenimiento de dichos sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerencia - Jefe de producción 	<p>La implementación de dichos sistemas permite que el grano se encuentre en constante movimiento y evitando su germinación, que puede afectar muy gravemente a la calidad física y biológica del grano.</p>
<p>Limpiezas periódicas de los sistemas de transporte y de los equipos de proceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de limpiezas periódicas - Registro de supervisiones de cumplimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Operarios - Personal de mantenimiento 	<p>Evita el acarreamiento de materias extrañas e impurezas que dificultan la operación de las máquinas y la mezcla con la harina.</p>

Tabla 76. Medios de control para propuestas de mejora recomendadas (Continuación).

Control de higiene personal del personal operario	- Registro de entrega de accesorios de limpieza (gel antibacterial, jabones cofia y guantes)	- Personal de salud	Permite llevar un control de entrega de productos para que el personal operario mantenga su higiene personal diaria.
Calibración de báscula de pesado de manera periódica y establecer	- Registro de calibraciones realizadas al equipo de pesado - Certificado de calibración	- Supervisor de calidad - Empresa certificada de calibración	Registra cada calibración del equipo de pesado, y las condiciones en la que esta mediante el certificado de calibración, evitando errores por equipo de pesado defectuoso.
Procedimiento de llenado de unidad (envasado)	- Instructivo de envasado de unidades terminadas. - Supervisión no programada de cumplimiento de actividades	- Jefe de producción - Obreros de envasado	El cumplimiento de dicho instructivo debe ser supervisado por personal de calidad, para garantizar el cumplimiento de actividades que generen problemas de llenado de unidades de producto terminado.
Planificar toma de muestras uniformes	- Instructivo de toma de muestra de producto a granel - Registro de características de muestra recolectada	- Analistas de calidad - Operarios de turno	Registrar cada característica de la muestra recogida (inspección visual y de laboratorio), para que, en caso de no cumplimiento de especificaciones, se realice ajustes inmediatos de control, que eviten problemas futuros.

Tabla 76. Medios de control para propuestas de mejora recomendadas (Continuación).

<p>Inspeccionar tamices de cernido y de cilindros de molienda</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de mantenimiento de equipos de molienda - Plan de mantenimiento de máquina de cernido. - Lista de chequeo de actividades de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal de mantenimiento - Operarios de turno 	<p>Al tener registros de planificación y de mantenimiento de tamices y de cilindros de molienda, el personal de mantenimiento y los operarios de dicho proceso tendrán conocimiento de cuando realizar modificaciones y mantenimiento a dichos elementos, evitando para no programadas.</p>
<p>Revisar cumplimiento de procedimiento de acondicionado y molienda</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisiones a dichas áreas - Lista de chequeo de cumplimiento de actividades 	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de calidad - Operarios - Jefe de producción 	<p>Sirven para que los operarios de dichos procesos sigan procedimientos estandarizados. El cumplimiento de las mismas es controlado con supervisiones no programadas y con listas de chequeo de actividades.</p>
<p>Llevar un registro diario de resultados de pruebas de laboratorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Base de datos de resultados de pruebas 	<ul style="list-style-type: none"> - Analistas de laboratorio 	<p>Se lleva un registro de los resultados obtenidos en el laboratorio tanto del grano como de la harina, para que los mismos sean comparados con las especificaciones descritas en la norma que se usa (NORMA INEN NTE 616. Harina de trigo: requisitos).</p>

Tabla 76. Medios de control para propuestas de mejora recomendadas (Continuación).

<p>Pruebas de control de plagas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de control de plagas - Certificados de calidad de los proveedores 	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de calidad - Analistas de laboratorio 	<p>Se realiza en la recepción de materia prima, analizando parámetro y características de calidad que un futuro puedan disminuir la calidad del producto obtenido (harina de trigo).</p>
<p>Capacitación de MBP (Manual de buenas prácticas) sobre procesos de producción de harina de trigo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de capacitación y entrenamiento - Certificados de asistencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Técnico de capacitación - Jefe de producción - Operarios 	<p>Con la capacitación sobre dichos temas se busca que el personal operario y administrativo cumpla con todas las actividades adecuadas para la producción de harina de trigo.</p>
<p>Capacitación en temas de control estadístico de calidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Indicadores de calidad (cartas de control, índices de calidad y métricas Six Sigma) - Evaluaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Técnico de capacitación - Supervisor de calidad - Analistas de laboratorio - Operarios 	<p>Permite llevar datos numéricos y gráficos de calidad del proceso actual de producción de harina de trigo, con herramientas estadísticas permiten establecer indicadores de calidad que ayuden a la mejora de toma de decisiones adecuadas.</p>
<p>Capacitación acerca de maquinaria, equipos y su mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas sobre utilización de maquinaria - Registro de capacitación y entrenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal de mantenimiento - Operarios 	<p>Es importante para la utilización correcta de la maquinaria, sistemas de control y mantenimiento básico que necesite cada una de estas.</p>

Tabla 76. Medios de control para propuestas de mejora recomendadas (Continuación).

<p>Mantenimiento de equipos de laboratorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de calibración - Registro de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal de mantenimiento - Analistas de laboratorio 	<p>Permite mantener a los equipos de análisis de laboratorio en condiciones adecuadas, mediante mantenimiento preventivo realizado por personal capacitado y conocimientos en dichos equipos controlados con las fichas de calibración y de mantenimiento.</p>
<p>Acondicionamiento de zonas de trabajo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de mantenimiento de sistemas de aislamiento acústico y vibratorio de maquinaria - Señaléticas ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de producción 	<p>Factor clave que beneficia tanto al personal que interviene en el proceso, a la materia prima y al producto que se mueve a lo largo de la planta de producción mediante adecuación del ambiente laboral de trabajo.</p>
<p>Actualización de normas sobre producción de harina</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de normas vigentes usadas en el proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerencia - Departamento de producción - Departamento de calidad 	<p>Permite que el proceso de producción de harina de trigo se base en normativas actualizadas nacionales e internacionales que dicten especificaciones y procedimientos estandarizados, ensayados y probados científicamente.</p>

Las acciones de mejora propuestas y los medios de control mencionados por el investigador, se basan en investigaciones previas relacionadas con el tema en estudio, por lo que la implementación de estos en el proceso productivo de harina de trigo en la empresa “Molinos Miraflores” queda a criterio de la gerencia de la industria.

Sin embargo, el “plan de mejora” recomendado tiene como objetivo beneficiar de manera directa la presencia de la empresa “Molinos Miraflores” en el mercado nacional con productos que garanticen un gran nivel de calidad para los clientes. Dicha presencia se logrará a través del uso de la metodología DMAIC, que permite el control de fallos que ocurren en el proceso de manera sistemática y permanente, lo que permitirá el aumento de la productividad, la optimación de recursos esenciales que interviene el proceso, tiempos de producción adecuados y la rentabilidad económica - financiera de la empresa en estudio.

Conjuntamente, es importante enfatizar que se propone el uso de procedimientos estandarizados, aplicaciones informáticas e instrumentos tecnológicos que permiten evaluar el desempeño de los procesos, lo que servirá como respaldo de las acciones correctivas recomendadas.

En sí, dicho desarrollo del proyecto tiene como interés final la satisfacción de los consumidores finales (clientes), por lo que se debe cumplir con las especificaciones requeridas por los mismos y dictadas en las normas vigentes relacionadas a dicha actividad (producción de harina).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Al realizar el estudio de la situación actual del proceso productivo en la empresa “Molinos Miraflores S.A” se detectaron problemas de humedad, presencia de materia ajenas al trigo, defectos del grano, bajo contenido de gluten, olores inadecuados y peso específico variable en el grano de trigo (materia prima) en la etapa de recepción y acondicionamiento; mientras que en las etapas de transformación del grano a polvo (molienda, cernido y envasado) se evidenciaron problemas frecuentes de exceso de humedad, materias extrañas, granulometría inadecuada, contenido de UCDC excesivo, presencia de pecas, pruebas de índice de caída inadecuadas, sacos rotos inadecuados y contenido de unidad adecuada que involucran reprocesos y disminución de calidad nutritiva y física-química del producto final obtenido (harina de trigo).
- Mediante el estudio de capacidad y estabilidad del proceso de producción se establece que en el área de recepción con respecto al análisis de la variable humedad y peso helectrolítico son procesos estables y capaces de cumplir con la especificación requerida por la empresa (15 % máx. de humedad y 1 kg/lt mín. de peso helectrolítico), con un valor Ppk 1.96 y un nivel Z de 5.88 para el % de humedad y un valor de Ppk 1.25 y un nivel Z de 3.76 para la variable peso helectrolítico, siendo indicadores de una capacidad y desempeño aceptables que necesitan mejoras ligeras para eliminar las causas comunes que generan variación en dichas variables. En cambio, para el análisis de % de materias extrañas y contenido de humedad se determina que son procesos estables e incapaces de cumplir con los requerimientos (1% máx. para materias extrañas y 28% mínimo de glúten) con valores Ppk de 0.05 y un nivel Z de 0.15 para % de materias extrañas y Ppk igual a 0.87 y un nivel Z de 2.61 de contenido de gluten, siendo indicadores de un mal desempeño del proceso y requiriendo mejoras severas e inmediatas.
- En el área de acondicionado se determinó que para el control de la variable % humedad se tiene un proceso inestable (14.5% de inestabilidad) e incapaz de

cumplir con la especificación establecida (14.5 % máx. por la norma NTE INEN-616) con un valor de Ppk de 0.75 y un nivel Z de 2.26 alejado de la meta Six Sigma. En cambio, en el área de molienda y cernido para el control de la variable proteína se determinó que es un proceso inestable presentado un índice de inestabilidad de 3.75%, además de ser incapaz de cumplir con el parámetro necesario (15% mínimo de proteína) con un Ppk igual a 1.05 y un nivel Sigma de 3.16 distanciado de la meta de las empresas (Six Sigma). Mientras que para la variable gluten húmedo se determinó que es un proceso inestable con un índice de inestabilidad de 15.18%, pero capaz de cumplir con los parámetros establecidos (28 % mínimo de gluten húmedo)), presentando un Ppk de 1.70 y un nivel Z de 5.09 cercano a la meta de los Six Sigma.

- En el área de envasado se evidenció que de 641 unidades producidas en promedio diariamente, en al menos 12 unidades se presentarán algún defecto, siendo una cantidad controlable y manejable, sin embargo, es un proceso incapaz con Cp igual a 1.07 y un Nivel Sigma 1.72 lejos de la meta Six Sigma. En cuanto a las variables de análisis en dicha área del proceso para la variable humedad, índice de almidón dañado (UCDS) y pruebas de granulometría se determinó que son procesos inestables e incapaces de cumplir con las especificaciones establecidas (14.5 % máx. (humedad); 27.5% min y 24.5% máx.; UCDS y 95% mínimo para granulometría), con un valor de Ppk de 0.66 y un nivel Z de 1.99 para % de humedad, un Ppk de 0.39 y un nivel Z de 1.14 para el % de UCDS y un valor de Ppk de 0.71 y nivel Z de 2.14 para granulometría, indicando una capacidad y desempeño que necesitan atención inmediata. En cambio, para la variable de pruebas de índice de caída se determinó que es un proceso estable pero incapaz de cumplir con la especificación establecida (330 máx. y 230), con un valor Ppk de 0.70 y nivel Z de 2.08, alejados de la meta Six Sigma.
- Mediante el análisis de las causas que generan los inconvenientes en el proceso de producción se determinó que para los problemas en el área de recepción se dan debido a razones propias de cultivo y cosecha (variación climática y de suelos), además de la constante manipulación de materia prima, dificultades en la rejilla de

cernido, inspecciones y toma de muestras erróneas que generan la variación de datos de las muestras de análisis recolectadas. En el área de acondicionado los problemas definidos se dan debido a causas como falta de mantenimiento en máquinas de pre – limpieza y limpieza, almacenado de grano inadecuado y durante periodos largos de tiempo debido a malas planificaciones de producción. En el área de envasado los problemas detectados se dan por acusas frecuentes como constante e inadecuada manipulación de grano con máquinas de molienda defectuosas (cilindros de molino), toma de muestras inadecuadas que brindan datos de análisis erróneos, desgaste de telares de equipos de Plansifters y desinterés en inspección de y mantenimiento de equipos que intervienen en dicho proceso. En el área de envasado los problemas determinados se dan debidos a diferentes causas, tales como distracciones de operarios (al envasar al producto), maquinaria con falta de mantenimiento (basculas de pesado, selladoras, empacadoras, etc.), manipulación inadecuada de unidades terminadas (personal de carga) y métodos de inspección de parámetros no estandarizados, que conjuntamente generan problemas de calidad y quejas de clientes.

- Con el uso de la herramienta AMEF (Análisis de modo y efecto de las fallas) se determinó que para disminuir la variación en el proceso productivo de harina de trigo se debe dar prioridad de mejora a problemas como exceso de humedad, unidades rotas o descocidas, defectos de grano, gluten inadecuado, variación de color, presencia de materias extrañas, peso helectrolítico variable y presencia de pecas y cenizas que influyen mayoritariamente a la disminución de la calidad en el producto final contenido.
- A través del plan de mejora se proponen actividades que ayuden a disminuir la variabilidad en el proceso productivo, disminuir la cantidad de unidades defectuosas e incrementar la calidad del producto final obtenido. Por tal razón se planteó alternativas de mejora como realizar inspecciones frecuentes de suministro de agua y control de humedad en los silos de acondicionado, capacitación al personal que interviene en el proceso productivo (operarios, jefes de producción y analistas de laboratorio) sobre buenas prácticas industriales y de calidad harinera,

establecimiento de procedimientos de transporte y almacenado que eviten la constante manipulación del grano en bruto, exigencia de certificados de producto a los proveedores, que ayuden a garantizar el origen y la calidad del mismo, realización de limpiezas periódicas de los sistemas de transporte y de los equipos de molienda, mantenimiento y calibración de equipos y maquinaria de manera periódica y planificación y toma de muestras uniformes para el análisis a través de los formatos realizados en la investigación, los cuales deberán ser evidenciados en las hojas de control diseñadas para el registro de las mejoras planteada.

4.2.Recomendaciones

- Es aconsejable que la empresa actualice las normativas vigentes en uso enfocadas en el sector harinero y al cumplimiento de parámetros de calidad, para establecer estándares y comenzar a usarlas, puesto que los parámetros actuales de la empresa se basan únicamente en la experiencia, normativas no actualizadas nacionales y ciertas inspecciones por parte del jefe de producción, generando incertidumbre en los operarios y por problemas de calidad y grandes pérdidas económicas y de prestigio en el mercado.
- En caso de implementar las actividades de mejora propuestas se recomienda aplicar un nuevo AMEF (Análisis de modo y efecto de las fallas) para comparar los resultados obtenidos con el AMEF inicial desarrollado antes de que se aplicarán dichas mejoras.
- Se recomienda la participación y el total apoyo de la gerencia máxima como del personal involucrado en todos los procesos productivos en programas de capacitación industrial y de calidad harinera, los cuales son fundamentales ya que aseveran el pensamiento, incrementan conocimientos y desarrollan destrezas aplicables en las actividades que compone el proceso.
- La investigación desarrollada queda abierta a posible implementación de cualquiera de las alternativas de mejora que se puedan desarrollar, tomando en cuenta el criterio de la gerencia y de la persona encargada a desarrollar dicha implementación con la misión de disminuir la variabilidad en el proceso productivo de harina de trigo.

Referencias bibliográficas

- [1] G. Luna Mancinas, "Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de acondicionamiento del grano de trigo.," Repositorio Universidad de Sonora, Sonora, 2017.
- [2] R. Farhanah, L. Sumardi and M. Musran, "Quality Control Production Process of Wheat Flour at PT. Eastern Pearl Flour Mills Makassar," Food Science and Technology, vol. 8, no. 3, pp. 50-62, 2017.
- [3] M. Salvador Pachas and L. Aragón Casas, "Aplicación de la metodología DMAIC al proceso de elaboración de harina residual de pescado.," LACCEI, Guayaquil, 2014.
- [4] R. A. Morales Hidalgo, "Propuesta de mejora en el área de calidad en la línea de procesamiento de harina de pescado para incrementar la rentabilidad de la empresa inversiones MARAÑON S.A.C.," Repositorio Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2018.
- [5] C. Camison, "Gestion de calidad," Prentice Hall, Madrid, 2016.
- [6] D. Salazar, "Estudio de la sustitución paracial de harina de trigo con harina de quinua cruda y tostada en la elaboración de pan," Repositorio de la UTE, Quito, 2015.
- [7] C. Guzmán, "Calidad del grano de trigo - Programa global del trigo," Repositorio CIMMYT, Lima, 2018.
- [8] C. Legua and R. Gustavo, "Control analítico de la fortificación de harina de trigo en los Molinos de Perú - Informe de Centro Nacional Alimentación y Nutrición," Repoitorio INS (Instituto Nacional de Salud), Lima, 2018.
- [9] K. Carrera and D. Montiel, "Estudio de factibilidad para la elaboración de la harina integral a base de la semilla de Espelta en Latacunga, provincia de Cotopaxi y su comercialización en la ciudad de Guayaquil," Repositorio UPS (Universidad Politecnica Salesiana), Guayaquil, 2015.
- [10] L. Huiñisaca, "Evaluación del riesgo toxicológico del arsénico en la harina de trigo comercializada en la ciudad de Cuenca," Repositorio Universidad de Cuenca,

Cuenca, 2018.

- [11] L. Garcia Bellido, "Ampliación de la sección de molienda y cernido de una fábrica de harina de trigo," Repositorio Universidad de Cádiz (UCA), Cádiz, 2006.
- [12] R. Espinoza, "Evaluación de siete variedades de trigo con tres tipos de manejo nutricional," Repositorio UPS (Universidad Politecnica Salesiana), Quito, 2014.
- [13] B. Romero, "Diseño. adecuación y evaluación de indiadores de gestión de la calidad para el subsector de pastas alimenticias y de harina de trigo," Repositorio Universidad del Norte, Barranquilla, 2008.
- [14] H. Villaseñor Mir, E. Martínez Cruz, R. Santa Rosa, M. González González and A. Zamudio Colunga, "Variabilidad genética y criterios de selección para calidad industrial de trigos," Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. VIII, no. 3, pp. 661-672, 2017.
- [15] E. Molfense, V. Aztiz and M. Seghezzo, "Evaluacion de la calidad del trigo en los programas de mejoramiento de Argentina," Redalyc, vol. 43, no. 3, pp. 303-311, 2017.
- [16] R. E. Otañez Tobar, "Elaboracion de un manual de mantenimiento para el molino de maiz en la empresa Molinos Poulter S.A.," Repositorio Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, 2006.
- [17] Z. Hernandez, "Lesaffre," Lesaffre Ibérica, 26 Diciembre 2013. [Online]. Available: <https://www.lesaffre.es/calidad-del-trigo-espanol/>. [Accessed 23 Septiembre 2018].
- [18] A. A. Paccha Olguin, "Implementacion de nuevos procesos de mantenimiento de maquinarias de produccion para optimizar la rentabilidad de la harina de trigo.," Repositorio Essculea Superior Politecnico del Litoral, Guayaquil, 2010.
- [19] L. Paucar Menacho and R. Salvador Reyes, "Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar," Scientia Agropecuaria, vol. VII, no. 2, p. 121 – 132, 2016.
- [20] N. Bravo Aranibar, "Los cambios en las características de la harina de trigo por resultado de almacenamiento y sus mecanismos subyacentes.," Repositorio

Universidad Nacional Mayor San Marcos, Lima, 2016.

- [21] M. B. Vignola, "Influencia del genotipo y el ambiente sobre la variabilidad de la calidad tecnológica y nutricional de cultivares de trigo. cambios en la calidad nutricional debidos al procesamiento," Repositorio Universidad Nacionanl de Cordoba, Cordoba, 2017.
- [22] J. Lobo Paes, L. R. D'Antonino Faroni and J. E. dos Santos, "Calidad tecnológica de la harina de trigo obtenida a partir de cereales ozonizados," *Revistas Cenic*, vol. 41, no. 6, pp. 1-11, 2010.
- [23] R. E. Consuelo, "Análisis de la industria da harina de trigo en el Peru. Caso de estudio Molicentro S.A," Repositorio Universidad ESAN, Lima, 2019.
- [24] A. Rayes and J. L. Martiren, "La industria argentina de harina de trigo en el cambio de siglo. Límites y alcances, 1880-1914," Conicet, Buenos Aires, 2016.
- [25] M. Juarez, "Problemática actual de la calidad del trigo argentino," INTA, Buenos Aires, 2016.
- [26] C. Dionisi, "Cadena alimentaria de trigo sarraceno," Repositorio Universidad Nacional de Cordoba, Cordoba, 2012.
- [27] K. Brandt, L. Lück, P. Bergamo and A. Whitley, "Transformación del Trigo," 12 Marzo 2013. [Online]. Available: http://orgprints.org/4981/1/10_transformacion_trigo.pdf. [Accessed 25 Seotiembre 2019].
- [28] M. Moreta, "Revista Lideres," 29 Noviembre 2015. [Online]. Available: <https://www.revistalideres.ec/lideres/consumo-harina-ecuador-toneladas-molinos.html>. [Accessed 16 Septiembre 2019].
- [29] V. Morales, Martinez, Eliel, Espitia and Eduardo, "Calidad industrial de mezclas de variedades de trigo harinero contrastantes en fuerza y extensibilidad de la masa.," *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, vol. 3, no. 8, pp. 17-23, 2016.
- [30] C. Icaza Vera, "Buenas practicas de manufactura en recepcion y almacenamiento de trigo en la empresa Industrial Molinera C.A," Repositorio UG, Guayaquil, 2016.

- [31] P. Arbeletche and G. Gutiérrez, "Situación actual y perspectivas del mercado local y regional de harinas de trigo. implicancias para el programa de mejoramiento genético del INIA," Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA., Montevideo, 2003.
- [32] C. A. Alcaraz Dominguez, *Análisis y mejora de la calidad de la harina de trigo*, Hermosillo: Editorial Académica Española, 2018.
- [33] F. Lopez, "Molinos Miraflores, historia de tradición," *Mushoc*, 26 Diciembre 2015. [Online]. Available: <https://lahora.com.ec/noticia/1101898646/molinos-miraflores-tiene-349-ac3b1os-de-historia>. [Accessed 26 Septiembre 2019].
- [34] C. A. Galarza Chacón, "Repositorio digital UTA," 23 11 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30092>.
- [35] V. M. Aguagüña Pilataxi, "Repositorio UTA," 04 Abril 2012. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2353>.
- [36] A. E. Ocaña Navarrete, "Repositorio UTA," 11 Octubre 2016. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24028>.
- [37] M. A. Paredes Ipiales, "Repositorio UTA," 16 Mayo 2015. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/13420>.
- [38] F. I. Basante Peralvo, "Repositorio UTA," 25 Abril 2013. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3695>.
- [39] M. S. Bonilla Flores, "Repositorio UTA," 21 Enero 2014. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6585>.
- [40] J. Martinez, "Six Sigma, filosofia de gestion de la calidad: Estudio teorico y su posible aplicacion en el Peru.," *Repositorio Institucional Pirhua, Pirhua*, 2005.
- [41] A. Ruiz and F. Rojas, *Introduccion al six sigma*, Madrid: Comilla Madrid, 2009.
- [42] R. A. Gómez Montoya and S. Barrera, "Six sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica," *Corporación Universitaria Lasallista*, Lima, 2011.
- [43] J. A. Morales Macedo, *Aplicacion de la metodologia Six Sigma en mejora de*

- desempeño en el consumo de combustible, Mexico: Biblioteca UIA, 2017.
- [44] R. J. Herrera Acosta and T. J. Fontalvo Herrera, Six Sigma Metodos estadisticos y sus aplicaciones, Buenos Aires: UIT, 2015.
- [45] C. A. Rivera Barriga, "Repsotiroio UTA," 14 Enero 2020. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30738>.
- [46] M. V. Pilco Núñez, "Repsotiroio UTA," 15 Mayo 2016. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23114>.
- [47] S. A. Mosquera, "Uso de cartas de control para el analisis de calidad en manufactura de sacos polipropileno," Scielo, vol. IV, no. 1, pp. 4-5, 2006.
- [48] H. Gutierrez Pulido, Calidad total y productividad, Mexico: Mc Graw Hill, 2010.
- [49] H. Gutierrez Pulido, "Control de calidad," in Calidad total y productividad, Mexico, Mc Graw Hill, 2008, pp. 46-47.
- [50] K. Ishikawa, Introduccion al Control de Calidad, Mexico: Mc Graw Hill, 2010.
- [51] D. Besterfield, Control de calidad, Mexico: Pearson Educacion, 2009.
- [52] H. Bertrand, Control de Calidad: Teoría y Aplicaciones, Madrid: Diaz de Santos, 2010.
- [53] E. Becerra and Y. Tuñoque, "Influencia de la variedades de trigo sobre la calidad panadera de la harina producida en la empresa Alimenta Peru SAC," Repositorio UNPRG, Lima, 2018.
- [54] N. M. Paredes Leica, Plan de mejora de los procesos productivos de la elaboracion de telas en la empresa Produtexti, Ambato: Repositorio Universidad Tecnica de Ambato., 2019.
- [55] N. G. Camba Campos, "Diseño de un sistema de análisis de riegos y puntos críticos de control (haccp) para una linea de producción de harina de trigo panificable.," Repositorio ESPOL, Guayaquil, 2017.
- [56] S. Perez, "Programa de Simulación para el Proceso de Producción de Aceite de Maíz y Harina de Maíz Precocida," Scielo, vol. 17, no. 6, pp. 133-139, 2015.
- [57] C. Standard, "NORMA DEL CODEX PARA EL TRIGO Y EL TRIGO DURO,"

CODEX STAN, Mexico, 2005.

- [58] A. Nicola Haro, "Implementación de un sistema de pesaje para trigo en un proceso de producción de harina en la empresa Molino Electro Moderno S.A.," 15 Marzo 2009. [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1122>.
- [59] A. S. Puma Araujo, "Caracterización de flujos de harina de trigo (*Triticum aestivum*) de cada pasaje de molienda en "Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda.," Repositorio UTA, Ambato, 2017.
- [60] I. Catacora, "Implementación de una Planta Semi-Industrial de secado y selección de Granos," Repositorio institucional de la UNSA, Arequipa, 2011.
- [61] L. E. Miranda Domínguez, "Desarrollo radical y rendimiento en diferentes variedades de trigo, cebada y triticale bajo condiciones limitantes de humedad del suelo," Scielo, vol. 34, no. 4, pp. 6-7, 2016.
- [62] A. Lopez, "Almacenamiento de granos: temperatura y humedad, la clave," INTA Informa, pp. 10-11, 07 Enero 2014.
- [63] V. Parrales Rizzo and T. V. J. Carlos, "Diseño de modelos de gestion estrategico para el mejoramiento de la productividad y calidad aplicado a una planta procesadora de alimentos balanceados.," Repositorio de la ESPOL, Guayaquil, 2012.
- [64] S. E. d. Normalizacion, "Harina de trigo: Requisitos," NTE INEN, Quito, 2015.
- [65] S. e. d. n. INEN, Cantidad de producto en envase (OIML R 87:2004 + Erratum (2008.06.16), IDT), Quto: INEN, 2015.
- [66] E. Sanchez, "Cuadros de normas de calidad para la comercializacion," Afascl, Rosario, 2004.
- [67] C. P. Teanga Zurita, "Diseño de un modelo de gestion por procesos paara le empresa Molinos San Luis, del canton Huaca, provincia de Carhi, 2013," Repositorio UTPL, Tulcan, 2014.
- [68] E. Bakacela, "Analsis de situacion de los molinos artesanales de grno en relacion al la produccion de trigo.," Repsoitirio UPS, Quito, 2012.
- [69] A. I. Pierdant Rodríguez and J. JRodríguez Franco, "Control estadístico de la calidad

- de un servicio mediante Gráficas X y R," Scielo, vol. III, no. 32, pp. 151-169, 2009.
- [70] A. de la Horra, "Indicadores de calidad de las harinas de trigo: índice de calidad industrial y su relación con ensayos predictivos," *Revistas UNC*, vol. VOL. XXIX, no. 2, pp. 81-89, 2012.
- [71] M. J. Cazares Torres, "Repositorio UTA," 15 Julio 2011. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/834>.
- [72] C. Torri, "Influencia del contenido de almidón dañado sobre la calidad galletitera en harinas de triticale," *Research Gate*, vol. XX, no. 11, pp. 3-8, 2003.
- [73] C. Vasquez, "Evaluación de Algunas Características Fisicoquímicas de Harina de Trigo Peruano en Función a su Calidad Panadera," *Revistas de Investigacion Universitaria*, vol. I, no. 1, pp. 21-22, 2009.
- [74] A. P. Cabezas Herrera, "Evaluacion del proceso de elaboracion de pan en la empresa Palpes S.A. a traves del analisis del modo y efecto de falla (AMEF).," *Repositorio de la UDLA*, Quito, 2017.
- [75] A. Etter, "Limpieza, Desinfección y los Siete Pasos para Saneamiento," *Ecolab*, Madrid, 2018.
- [76] M. Nuñez, "Gama completa de Productos, Equipos y Servicios para la higiene del personal en industrias alimentarias, cosméticas y farmacéuticas," *Betelgeux*, Valencia, 2014.
- [77] C. Castro, "Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa Imprenta "Morales" de la ciudad de Ambato," 09 Marzo 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29867>.
- [78] A. A. Osorio Oviedo, "Plan para mejorar la calidad del granel en una empresa de alimentos basado en la filosofía six sigma y ciclo PDCA," *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, vol. VIII, no. 1, pp. 12-18, 2018.
- [79] *Mc Graw Hill*.
- [80] F. Perez, "Análisis del proceso productivo en la industria textil," *Neogranadina*, Mexico, 2016.

- [81] F. Carvajal, "Sistema automático para el control de calidad en el sector textil," Publishers, Alicante, 2016.
- [82] R. Castillo, "Control de calidad en confección textil," Amat, Lima, 2016.
- [83] P. Mendez, "Análisis de diagnóstico Tecnológico Sectorial," Amazon, Brasilia, 2014.
- [84] M. L. C. Rodas, "Diseño de un sistema de control de calidad en la tela.," Santillana, Guatemala, 2016.
- [85] E. Villas, "La industria textil y su utilidad," Adventure Works, Zaragoza, 2014.
- [86] E. Cansino, "Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica minera," Repositorio EPN, Quito, 2015.

ANEXOS

Anexo 1. Factores para el diseño de una carta de control.

Tamaño de la muestra, n	Carta \bar{X} A_1	Carta r			Carta S	Estimación de σ d_2
		d_3	D_3	D_4	C_4	
2	1.880	0.853	0.0000	3.2686	0.7979	1.128
3	1.023	0.888	0.0000	2.5735	0.8862	1.693
4	0.729	0.880	0.0000	2.2822	0.9213	2.059
5	0.577	0.864	0.0000	2.1144	0.9400	2.326
6	0.483	0.848	0.0000	2.0039	0.9515	2.534
7	0.419	0.833	0.0758	1.9242	0.9594	2.704
8	0.373	0.820	0.1359	1.8641	0.9650	2.847
9	0.337	0.808	0.1838	1.8162	0.9693	2.970
10	0.308	0.797	0.2232	1.7768	0.9727	3.078
11	0.285	0.787	0.2559	1.7441	0.9754	3.173
12	0.266	0.778	0.2836	1.7164	0.9776	3.258
13	0.249	0.770	0.3076	1.6924	0.9794	3.336
14	0.235	0.763	0.3281	1.6719	0.9810	3.407
15	0.223	0.756	0.3468	1.6532	0.9823	3.472
16	0.212	0.750	0.3630	1.6370	0.9835	3.532
17	0.203	0.744	0.3779	1.6221	0.9845	3.588
18	0.194	0.739	0.3909	1.6091	0.9854	3.640
19	0.187	0.734	0.4031	1.5969	0.9862	3.689
20	0.180	0.729	0.4145	1.5855	0.9869	3.735
21	0.173	0.724	0.4251	1.5749	0.9876	3.778
22	0.167	0.720	0.4344	1.5656	0.9882	3.819
23	0.162	0.716	0.4432	1.5568	0.9887	3.858
24	0.157	0.712	0.4516	1.5484	0.9892	3.898
25	0.153	0.708	0.4597	1.5403	0.9896	3.931

Anexo 2. Procedimiento de uso de equipos en la empresa “MOLINOS MIRAFLORES S.A”

Equipo analizador Inframatic NIR

Fiable y robusto (Ver ficha de mantenimiento en Anexo 3) empleado para analizar humedad, proteína, y gluten húmedo para la harina de trigo, mientras que para el grano analiza las mismas pruebas incluyendo la del peso específico (Fig 76), estos tipos de pruebas se realiza menos de un minuto utilizando su módulos y opciones visualizadas en la la pantalla de control.



Fig 76. Equipo analizador Inframatic NIR.

- Toma de mediciones (Fig 77)

1. Encender equipo analizador Inframatic NIR
2. Seleccionar el tipo de producto a analizar (grano o harina) en el menú de entrada del equipo.
3. Vertir la muestra recolectada por los operarios sobre la entrada o boca del equipo analizador.
4. Pulsar el botón analizar presente en la pantalla del equipo y esperar un tiempo 50 seg para los resultados.
5. Visualizar los resultados en la pantalla y registrarlos en las hojas de recolección de datos.
6. Vaciar el cajón de muestra analizada.
7. Fin

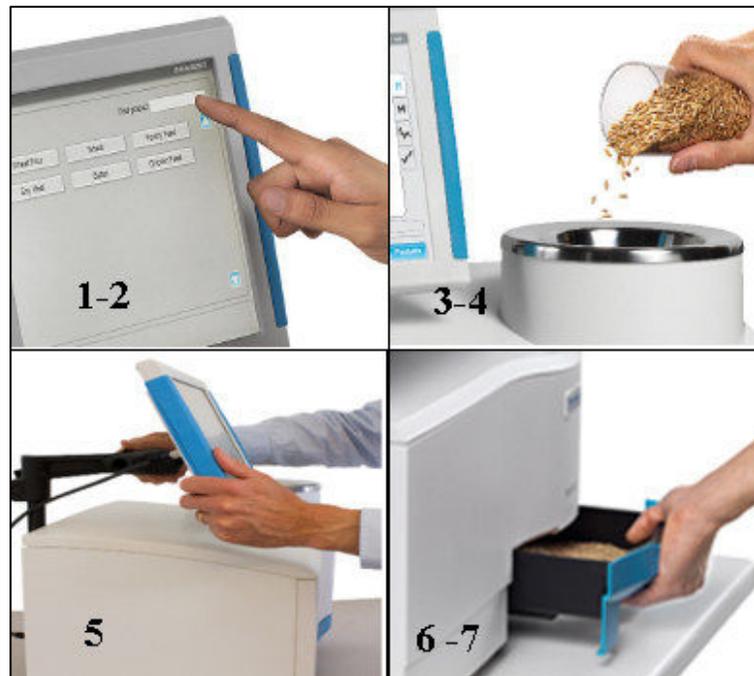


Fig 77. Análisis de muestras en el equipo analizador NIR.

Báscula de pesado METTLER TOLEDO 250 kg

Es empleada para realizar el control de peso de las unidades envasadas en el área de empaqueo (Fig 78), posee una pantalla digital, un cuerpo metálico y una plataforma de pesado en donde se coloca el elemento a pesar, este equipo se calibra cada seis meses (ver registro de calibración Anexo 4) y es robusta ya que funciona en entornos industriales secos y polvorientos (zona de empaque).



Fig 78. Báscula de pesado empleado en el área de empaque.

- **Toma de mediciones**

1. Encender la báscula de pesado.
2. Colocar el producto sobre la plataforma de pesado de manera adecuada y uniforme para evitar que haya errores de pesado.
3. Tomar la lectura del peso del producto.
4. Registrar el peso observado en la pantalla del a báscula.
5. Retirar el producto pesado.
6. Fin

Equipo SD MATIC

Es un equipo automático usado para para la medición y determinación del nivel de almidón dañado (ver ficha de mantenimiento en el Anexo 5) en las harinas mientras dure el proceso de molienda (%) (Fig 79), el almidón es importante dentro de la industria de la panificación pues influye en la absorción del agua y la actividad enzimática, aunque en muchas de las ocasiones el porcentaje depende del grano de trigo que se esté analizando y en el método de molienda que se esté usando.

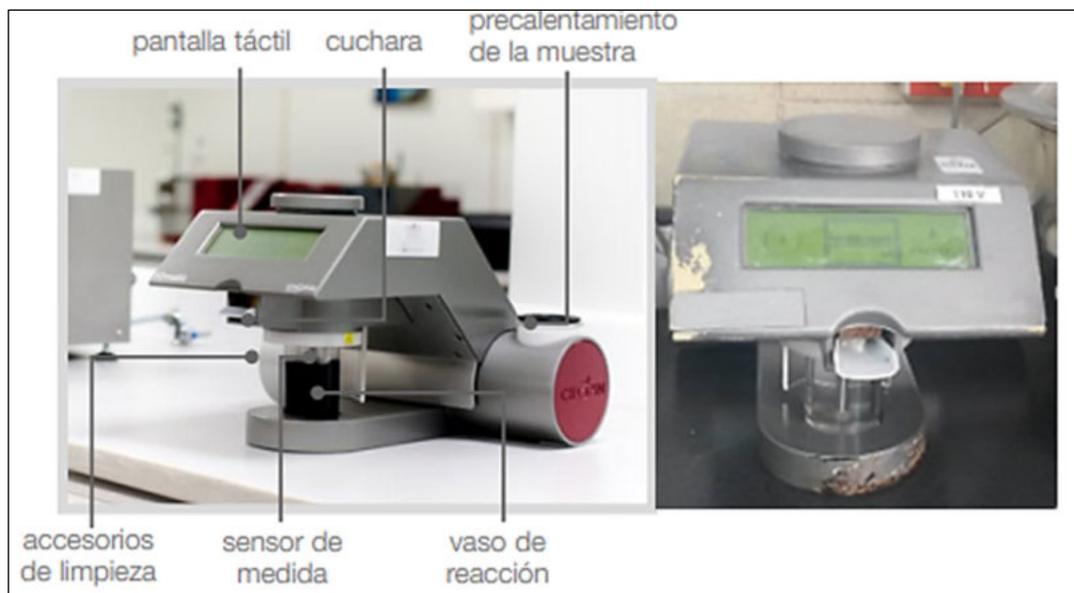


Fig 79. Equipo SD MATIC para determinación de almidón.

Este equipo mide la absorción de yodo de una muestra de harina, la velocidad con la que el yodo es absorbido depende de que tan dañado este el almidón.

- **Toma de mediciones** (Fig 80)

1. Preparar la solución (agua, ácido cítrico, yoduro de potasio y tiosulfato de potasio) que se va a analizar.
2. Colocar la solución preparada en el vaso de reacción y bajar el brazo del equipo SD MATIC.
3. Luego con una balanza de precisión y una cuchara pesar una cantidad de 1 gramo de harina con una tolerancia de ± 0.1 .
4. Leer e indicar la lectura el peso de la harina.
5. Coger la muestra en la cuchara y ponerla sobre el equipo SD MATIC.
6. Pulsar el icono test y luego la opción harina.
7. De ser necesario y conocido se coloca la humedad y la proteína de la muestra que se va a analizar.
8. Esperar que se haya ejecutado el test.
9. Observar la velocidad de absorción del yodo y el valor del (UCDc) el cual es el porcentaje de almidón dañado (Fig 81).
10. Fin



Fig 80. Procedimiento para determinación de UCDc.

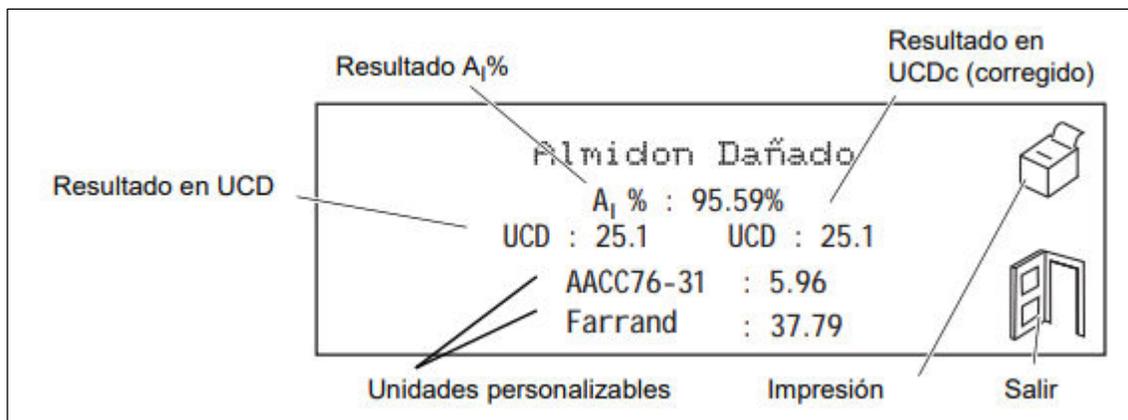


Fig 81. Visualización en pantalla del UCDc.

Equipo FN 1500 Falling Number

Sistema automático y robusto diseñado para realizar pruebas de Falling Number (número de caída) (Fig 82), al tener una unidad de medida como los segundos (tiempo) no es necesario una calibración, pues brinda una medición confiable y segura; pero al igual que todos equipos necesita de un mantenimiento (Ver ficha de mantenimiento en Anexo 6).



Fig 82. Equipo FN 1500 Falling Number.

- Toma de mediciones

1. Tomar la muestra de harina de trigo recolectada por los operarios la cual debe ser representativa.
2. Realizar el pesado de la muestra en balanzas debidamente calibradas pues el equipo necesita al menos una muestra de 7 gramos de harina.

3. Dicha muestra de harina se mezcla con una cantidad de agua (aproximadamente 25 ml) en un tubo viscosímetro.
4. Se realiza el mezclado mediante una agitación prolongada hasta la obtención de una mezcla homogénea.
5. Una vez obtenida la mezcla en el tubo viscosímetro este es colocado sobre otro recipiente dentro del equipo analizar y este se activa automáticamente.
6. Luego de aproximadamente 50 segundos esta mezcla es liberada por la parte superior e inicia el descenso debido al mismo peso de la mezcla.
7. El tiempo en que se demora desde que el aparato activa hasta que la mezcla descienda es registrada automáticamente por el equipo, determinándose el tiempo de caída.

Tamizador de laboratorio

Es un tamiz de laboratorio empleado para el ensayo de granulometría del grano de trigo molido (Fig 83). Este equipo maneja una serie de tamices con diferentes diámetros que se ensamblan verticalmente en forma de una columna; estas columnas son sometidas a movimientos vibratorios y oscilatorios intensos simulando a un equipo completo de tamizaje. Está compuesto de seis tamices con diferentes diámetros de cernido y en la parte inferior se compara el peso que ha pasado a través de los tamices versus el peso que se ingresó en el parte superior del equipo.



Fig 83. Equipo tamizador de laboratorio.

- **Modo de uso**

1. Seleccionar una muestra adecuada de acuerdo a los requerimientos del equipo y del personal analista) y determinar su peso (250 gramos en promedio).
2. Abrir la tapa ubicada en la parte superior.
3. Insertar la muestra en el equipo y encender el equipo el cual realiza movimientos vibratorios y oscilatorios.
4. Esperar aproximadamente de 5 a 10 min para visualizar los resultados que genero el tamiz.
5. Compara el peso que se ingresó versus el peso que se obtuvo mediante el uso de la balanza de precisión (ver ficha de calibración en Anexo 4).
6. Registrar resultados y convertirlos en términos de porcentaje.
7. Fin

Equipo Dockage Tester

A pesar de ser un equipo longevo es un equipo eficaz para sacar la cantidad de materias extrañas que se presentan en el trigo (Fig 84), pues en este caso acciona un movimiento vibratorio el cual permite el paso de los granos de trigo y retiene las materias extrañas como piedras, semillas y sojas que permiten analizar en cantidad y en porcentaje estos productos ajenos al grano de trigo.



Fig 84. Equipo Dockage Tester

- **Operación**

1. Tomar la muestra necesaria y pesad para el análisis.
2. Colocar la muestra en el equipo Dockage Tester
3. Encender el equipo y esperar que realice la prueba que dura aproximadamente 15 minutos.
4. Recoger la cantidad que ha pasado la máquina en la salida del equipo.
5. Revisar el contenido de partículas extrañas presentes en la salida de desechos del equipo.
6. Registrar en cantidad y en porcentaje las materias extrañas.
7. Activar el ventilador de limpieza del equipo para próximas pruebas fin.
8. Fin

Anexo 3. Certificado de mantenimiento del equipo analizador NIR IM 9500



CERTIFICADO MANTENIMIENTO PREVENTIVO
IM 9500

No. 1113

Fecha: 05/11/2019	Equipo: NIR
Razón Social: Molinos Miraflores	Modelo: IM 9500
Planta: Ambato	Serie No.: 1703478
Attn: Ing. Luis Bombón	Marca: Perlen

Solicitud de servicio

Cliente Solicita mantenimiento de IM9500

Diagnostico

Equipo requiere mantenimiento preventivo y cambio de la banda del motor, se realiza mantenimiento en sitio.

Check List

1.- Estatus Inicial:

1.1	Revisar conexiones de cables y tierra	✓
1.2	Revisar estado del cable de poder	✓
1.3	Escritorio: instalaciones originales o de clientes.	✓
1.4	Calibrar la pantalla táctil.	✓
1.5	Comprobar y anotar el uso de SSD %	✓
1.6	Anotar el tamaño GB del SSD	✓
1.7	Comprobar que el puerto COM seleccionado para la pantalla táctil es COM 1	✓
1.8	Verificar la alineación de la tapa frontal y superior	✓
1.9	Verificar que la bandeja se mantenga en su lugar mediante un imán y que el interruptor esté activado.	✓
1.10	Compruebe la posición del plato magnético y que las tuercas auto bloqueantes estén correctamente apretadas.	✓
1.11	Verificar que el embudo este pegado en la cubierta superior de plástico	✓
1.12	Verificar que ajuste la paleta al insertar el módulo de harina	✓
1.13	Verificar el vaso del módulo de harina (si aplica)	✓

Comentarios:

1.6 Espacio en disco estaba en 870 Mb. se deja en 16.4Gb.

2.- Chasis con cubierta superior de metal

2.1	Verificar que los cables estén rectos y apretados.	✓
2.2	Verificar suministro ext. de cable de alimentación	✓
2.3	Limpiar (e Inspeccionar) el alimentador y el módulo HLW	✓
2.4	Verificar que los conectores del cable del puerto VGA y COM estén montados correctamente, que los espaciadores estén apretados y que las tuercas del interior estén aseguradas.	✓

Granotec Ecuador S.A.
 Vía a Daule, Km. 10.5 Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4.
 PBR: 04 370 5555 FAX ext. 127
 Guayaquil - Ecuador
www.granotec.com



Continuación:

<https://mega.nz/file/r9gRECS#T5izUi4uHUzzRhiGQHZlsc0Q-Ai2etWv0WnA0BGvv68>

Anexo 4. Certificado de calibración de báscula de pesado METTLER TOLEDO 250 kg



CERTIFICADO DE CALIBRACION

CALIBRATION CERTIFICATE

LABORATORIO DE MASA



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LC C 08-029
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

SUPRAINDUS S.A., LABORATORIOS DE METROLOGIA - Laboratories **CERTIFICADO No.: ILM19 - CC17364 - 0**

1. DATOS EL CLIENTE - Customer Data

CLIENTE - Customer:	MOLINOS MRAFLORES S.A.
ID CLIENTE - ID Customer:	1890004195001
DIRECCIÓN - Address:	AV. MRAFLORES N 114 Y PEREZ DE ANDA
CIUDAD - City:	AMBATO

2. DATOS DEL INSTRUMENTO - Instrument Data

INSTRUMENTO - Instrument:	INSTRUMENTO PARA PESAR DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO
FABRICANTE - Manufacturer:	METTLER TOLEDO
MODELO - Part Number:	BB231-38C300
TIPO - Type:	DIGITAL
NÚMERO DE SERIE - Serial Number:	B004036329
INVENTARIO CODIGO - Inventory Code:	NO IDENTIFICADO
CLASE DE EXACTITUD - Accuracy Class:	NO IDENTIFICADA
RANGO MÍNIMO - Range Minimum:	0 kg
RANGO MÁXIMO - Range Maximum:	250 kg
DIVISION DE ESCALA - Scale Division:	0.05 kg
RESOLUCIÓN USADA - Used Resolution:	0.05 kg
ESCALÓN DE VERIFICACIÓN - Verification Scale:	NO IDENTIFICADO

3. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO - Work Description

Para llevar a cabo la calibración del instrumento, se realizan pruebas para determinar la repetibilidad de las indicaciones, los errores de las indicaciones y el efecto en la indicación en la aplicación excéntrica de una carga. La calibración consiste en la aplicación de cargas de prueba al instrumento bajo condiciones especificadas, se determina el error y se calcula la incertidumbre de la medición a ser atribuida a los resultados a partir de cada prueba realizada. El trabajo de calibración fue realizado bajo la solicitud de servicio SS 7212

DIRECCIÓN DE CALIBRACIÓN - Calibration Address:	AV. MRAFLORES N 114 Y PEREZ DE ANDA
CIUDAD - City:	AMBATO
SITIO DE CALIBRACIÓN - Calibration Site:	EMPACADORA DE HARINA
CONDICIÓN DEL ÍTEM - Item Condition:	NO APLICA
FECHA DE RECEPCIÓN - Date Received:	2019-08-26
FECHA DE CALIBRACIÓN - Date Calibrated:	2019-08-26
NÚMERO DE ÍTEMS - Number of Items:	1

4. TRAZABILIDAD - Traceability

El Laboratorio de Metrología SUPRAINDUS S.A., asegura que el programa de calibraciones de los patrones e instrumentos de medición propios, son trazables hacia patrones de referencia Nacionales o Internacionales y a la unidad de masa del Sistema Internacional de Unidades (SI), por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que los vincula a los pertinentes patrones primarios de las unidades de medida.

Para la operación de calibración se utilizó los siguientes patrones:

INSTRUMENTO(S)	No. CERTIFICADO(S)	INVENTARIO(S)	CALIBRADO POR
Pesas patrón clase M1	ILM19-CC 16565	2004.	Laboratorio Supraindus S.A. (Acreditado por el OAE No. LC 008-009).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita del laboratorio que lo emite, los resultados, consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones, el laboratorio no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos calibrados o de este certificado.

This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the issuing laboratory; the result of this certificate is for the object of calibration, at the conditions in which the measurements were made, the Laboratory does not take responsibility from the inadequate use of the calibrated objects or this certificate.

Formato P011-001 rev.1 2019-07-23
E: SA-TL, R: AC-DL, A: CG-GL

Digitally signed by
Ing. SILVANA AGUILAR MORA

Ing. SILVANA AGUILAR M. - Técnico de Laboratorio
Autorizado por - Authorized by
FECHA DE EMISIÓN - Issue Date: 2019-08-02

Página 1 de 3 Guayaquil-Ecuador, Sección 2 Manzana 113F Villa 1 • PBX (593-4) 2230305 – 2238656 – 2272204
www.supraindus.com • director-supraindus@hotmail.com • labsupraindus@hotmail.com

Continuación:

<https://mega.nz/file/ulgXVYxT#IYvt9EmAS2-esezfw5smLGuMijS9aY1IxfBR6xqQCSM>

Anexo 5. Certificado de mantenimiento de Equipo SD MATIC.



CERTIFICADO MANTENIMIENTO
SDMATIC DE CHOPIN **No. 1114**

Fecha: 05/11/2019	Equipo: SD Matic
Razón Social: Molinos Miraflores	Modelo: -
Planta: Ambato	Serie N°: 21006
Attn: Ing. Gabriel Olmos, Ing. Luis Bombon	Marca: Chopin

Solicitud de servicio

Ciente Solicita mantenimiento de Sd Matic.

Diagnostico

Equipo requiere mantenimiento preventivo y cambio de los resortes del cabezal, se realiza mantenimiento en sitio.

Check List

1.- Estatus inicial

1.1	Equipo enciende	✓
1.2	Funcionamiento de interruptores	✓
1.3	Revisar el cable de alimentación	✓
1.4	Control de conexiones de cables y tierra.	✓
1.5	Revisar fusibles	✓
1.6	Realizar pruebas	✓
1.7	Chequeo de resultados	✓
1.8	Verificación de la función de parado.	✓
1.9	Verificación de la clasificación apropiada del fusible	✓
1.10	Chequeo vasos de reacción	✓
1.11	Repetitividad de medición	✓
1.12	Chequeo de resultados.	✓

2. Ciclo de prueba

		Estado		
		Rev.	Inicio	Fin
2.1	Celda de medición	✓	B	B
2.2	Reposo	✓	B	B
2.3	Calentamiento	✓	B	B
2.4	Medida del 0. (Arranque).	✓	B	B
2.5	Generación de iodo	✓	B	B
2.6	Meseta	✓	B	B
2.7	Introducción de la harina	✓	B	B
2.8	Medición (180seg)	✓	B	B

Granotec Ecuador S.A.
 Via a Daule, Km. 10.5 Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4,
 PBX: 04 370 5555 FAX ext. 127
 Guayaquil - Ecuador
 www.granotec.com



Continuación:

https://mega.nz/file/eppnAYDQ#ZB4M37UumVFSDURZ8OPWELPIAqbQ_VhbTSnGsYwIw7g

Anexo 6. Certificado de mantenimiento de Equipo FN 1500 Falling Number



CERTIFICADO MANTENIMIENTO PREVENTIVO
FALLING NUMBER 1500

No. 1111

Fecha: 05/11/2019	Equipo: Falling Number
Razon Social: Molinos Miraflores	Modelo: 1500F
Planta: Ambato	Serie N°: 108189
Attn: Ing. Gabriel Olmos, Ing. Luis Bombón	Marca: Perten

Solicitud de servicio

Ciente Solicita mantenimiento del Falling Number.

Diagnostico

Equipo requiere mantenimiento preventivo y cambio de la cinta de impresión, se realiza mantenimiento en sitio.

Check List

1.- Status inicial.

1.1	Equipo enciende	✓
1.2	Funcionamiento de luces indicadoras e interruptores	✓
1.3	Verifique la condición del cable de alimentación	✓
1.4	Control de conexiones de cables y tierra.	✓
1.5	Verificación de la función de auto parado.	✓
1.6	Revisar fusibles	✓
1.7	Realizar pruebas de medición	✓
1.8	Revisión de pantalla y contraste, ajústelo si es necesario	✓
1.9	Revisión de la impresora	✓
1.10	Revisión de la cinta de tinta	✓
1.11	Verifique el ajuste de fecha y hora	✓
1.12	Compruebe el conector del baño de agua	✓

Comentarios:

1.9 Cambio de cinta de impresión

2.- Revisiones funcionales del baño de agua.

2.1	Retire la cubierta inferior del baño de agua	✓
2.2	Comprobar las juntas de los elementos calefactores.	✓
2.3	Comprobar cables	✓
2.4	Comprobar las conexiones de la tierra	✓
2.5	Compruebe la lámpara de control	✓
2.6	Vuelva a instalar la cubierta del baño de agua	✓
2.7	Reemplace las arandelas de goma y las arandelas de sellado en el control del nivel de agua	✓
2.8	Comprobar la condición del elemento horizontal	✓
2.9	Comprobar la condición del elemento vertical	✓
2.10	Compruebe el nivel de agua bajo / flotador	✓

Granotec Ecuador S.A.
 Vía a Daule, Km. 10,5 Lot. Expogranos Mz. 16 Solar 4,
 PBX: 04 370 5555 FAX ext. 127
 Guayaquil - Ecuador
www.granotec.com



Continuación:

<https://mega.nz/file/ehpnlaSK#2QmoEu8H1ERiFsvkGxHxrFvZj-UL16jJt0E5ugss2ak>

Anexo 7. Formato de lluvia de ideas

	FORMATO DE LLUVIA DE IDEAS
Proceso:	
Subproceso:	
Fecha de emisión:	
Hora:	
Tema:	
Participantes:	
LISTA DE FALLOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE HARINA DE TRIGO	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
.	
n.	
Observaciones:	

Anexo 8. Lluvia de ideas de los fallos existentes en el proceso de elaboración de harina de trigo.

	ÁREA	DEFECTOS
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Balanza de pesado descalibrado
2		Condiciones de transporte inadecuado
3		Condiciones climáticas adversas
4		Exceso o carencia de humedad del grano
5		Presencia de metales
6		Presencia de plagas en el grano
7		Variación de color del grano
8		Contenido de germen
9		Exceso o carencia de almidón
10		Semillas presentes en el trigo
11		Toma de muestras de análisis incorrectas
12		Equipos de análisis de muestras defectuosos
13		Presencia de piedras
14		Mezcla de granos de trigo
15		Impurezas presentes en los elevadores de transporte
16		Malla metálica con orificios
17		Presencia de impurezas en los silos de recepción general
18		Olores indeseables en el trigo
19		Variabilidad de temperatura dentro del silo de recepción
20		Anomalías fisiológicas del grano
21		Condiciones de almacenamiento inadecuadas
22		Impurezas grandes y peligrosos
23		Presencia del polvo
24	LIMPIEZA	Presencia de impurezas en las bandas de transporte
25		Sistema imantado defectuoso
26		Separación inadecuada de metales
27		Excesos de materia prima en sistema imantado
28		Inspección visual inadecuada
29		Problemas de calibración de la zaranda
30		Falta de mantenimiento en partes de la zaranda
31		Tiempo inadecuado de limpieza
32		Malla de cernido fisurada
33		Personal inadecuado para inspección de máquinas y trigo limpiado
34		Atrancamientos en máquinas de zarandeo

Anexo 8. Lluvia de ideas de los fallos existentes en el proceso de elaboración de harina de trigo.

36	LIMPIEZA	Condiciones de silos externos inadecuados
37		Temperatura variable
38		Presencia de objetos extraños en los silos
39		Humedad dentro de los silos de almacenamiento
40		Excesivo tiempo de almacenamiento
41		Presencia de partículas extrañas grandes
42		Falta de capacitación a personal de operación de máquinas
43		Carencia de procesos estandarizados de operación
44		Paradas de máquinas de limpieza
45		ACONDICIONAMIENTO
46	Exceso o carencia de flujo de agua	
47	Estructura de silo de reposo inadecuado	
48	Temperatura variable de reposo	
49	Presencia de materia extrañas	
50	Desgaste frecuente de máquina pulidora	
51	Presencia de plagas en trigo húmedo	
52	Personal inadecuado de control de equipo humectador	
53	Fallas de sistemas eléctricos de control	
54	Exceso de dureza del grano de trigo	
55	Fermentación excesiva del grano de trigo	
56	MOLIENDA Y CERNIDO	Retrasos por mantenimiento de maquinaria
57		Daños en los cilindros lisos y de estrías durante molido
58		Atrancamiento de molino
59		Presencia de materia extrañas
60		Malla de cernido defectuosas
61		Granos de molidos incompletos
62		Mezcla de harina y subproductos
63		Pasajes de harina con variación de color
64		Inspección de harina molida inadecuada
66		Distracciones de operadores de molienda
67		Tamices de cernido defectuosos
68		Exceso de almidón dañado
69		Falta de limpieza en equipos de molienda
70		Vibración constante de máquinas de cernido
71		Ruido constante de máquinas de cernido y molido
73		Falta de mantenimiento en maquinaria

Anexo 8. Lluvia de ideas de los fallos existentes en el proceso de elaboración de harina de trigo.

74	ENVASADO Y ETIQUETADO	Toma de muestras para análisis incorrectas
75		Envases de llenado en malas condiciones
76		Variación en el peso neto del producto
77		Variación de lecturas de producto final
78		Condiciones inadecuadas en el área de almacenado
79		Personal de envasado y etiquetado desconcentrado
80		Desconocimiento de la norma empleada
81		Condiciones de almacenamiento de producto final inadecuadas
82		Humedad en la harina
83		Presencia de cenizas en la harina
84		Presencia de plagas y pecas
85		Presencia de hierro excesivo en la harina
86		Sustancias extrañas en el producto final
87		Control inadecuado de llenado de envases
88		Desperdicio de producto final
89		Movimientos repetitivos del operador
90		Rotura de los costales de producto terminado
91		Descosido del saco llenado
92		Apilamiento de producto inadecuado
93		Excesivo e inadecuado manipulación de producto terminado
94		Temperatura inadecuada de almacenamiento
95	Retrasos por falla de maquinaria	
96	Formación de plagas por esperas excesivas	

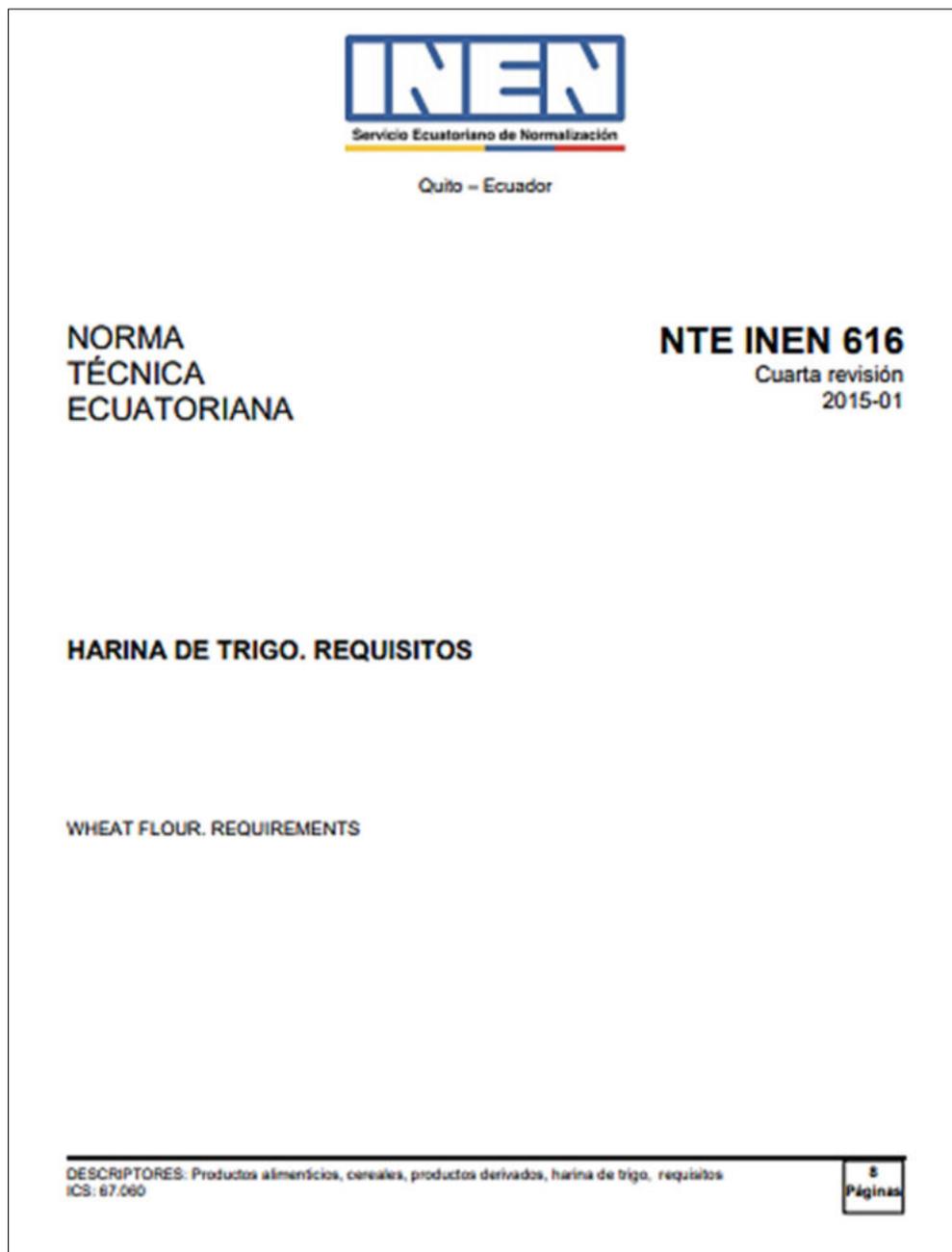
Anexo 9. Formato de técnica de las 5W-1H.

	FORMATO DE 5W - 1H
Proceso:	
Subproceso:	
Participantes:	Hora:
PREGUNTA: (Who-Quién, What- Qué, When-Cuándo, Where-Dónde, How-Cómo ocurre, How-Cómo resolverlo)	
RESPUESTA:	
¿Por qué? (1)	
¿Por qué? (2)	
¿Por qué? (3)	
¿Por qué? (4)	
¿Por qué? (5)	
Observaciones:	

Anexo 12. Formato de entrevista aplicado en la empresa Molinos Miraflores S.A

	FORMATO DE ENTREVISTA
Tema:	
Fecha:	
Participantes:	
PREGUNTA:	RESPUESTA:
Observaciones:	

Anexo 13. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616



Nota: Buscar norma completa con el nombre “Norma NTE INEN 616 – Harina de trigo: Requisitos”

Anexo 15. Hoja de registro para área de recepción (1).

 MOLINOS MIRAFLORES S.A									
HOJA DE REGISTRO									
CANTIDAD DE FALLAS POR LOTE									
RECEPCION DE MATERIA PRIMA									
Guia N°:					Muestra N°:				
Peso neto de carga:					Peso neto de muestra:				
Silo de descarga:					Tipo de trigo:				
Fecha:									
Indicaciones: Marque con una línea (/) en caso de que encuentre el defecto detallado en la lista									
Muestra N°:	Exceso de humedad	Peso Especifico inadecuado	Insuficiencia de proteína seca	Contenido de gluten bajo	Defectos del grano	Excesiva cantidad de materias extrañas	Variacion de color	Granos rotos	TOTAL
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Observaciones:									

Anexo 16. Hoja de registro para área de recepción

 MOLINOS MIRAFLORES S.A 	
REGISTRO DE PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO	
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	
Guia N°:	Muestra N°:
Peso neto de carga:	Peso neto de muestra:
Silo de descarga:	Tipo de trigo:
Analista:	Operador:
Fecha:	Hora:
Indicaciones: Registre el valor del parámetro que se ha determinado en los equipos del análisis del laboratorio	
PARÁMETRO	Valor
Humedad	
Peso Especifico	
Proteína seca	
Gluten	
% Materias extrañas	
Observaciones:	

Anexo 17. Hoja de registro para área de acondicionado

 MOLINOS MIRAFLORES S.A				
REGISTRO DE PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO				
ACONDICIONADO				
Tipo de trigo:		Analista:		
Fecha:		Operador:		
Turno:		Registro:		
Hora Inicio:		Hora Fin:		
Indicaciones: Registre el valor del parámetro determinado en los equipos del análisis del laboratorio				
Toma N°	1	2	3	4
PARÁMETRO				
Humedad				
Proteína seca				
Gluten				
Peso Especifico				
Observaciones:				

Anexo 18. Hoja de registro para área de molienda y cernido.

 MOLINOS MIRAFLORES S.A 					
REGISTRO DE PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO					
MOLIENDA Y CERNIDO					
Tipo de trigo:			Analista:		
Fecha:			Operador:		
Turno:			Registro:		
Hora Inicio:			Hora Fin:		
Indicaciones: Registre el valor del parámetro determinado en los equipos del análisis del laboratorio					
Toma N°	PARAMETRO				
	Humedad	Proteína seca	Gluten	Peso Especifico	N° de materias extrañas
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
Observaciones:					

Anexo 19. Hoja de registro para área de envasado (a)

 MOLINOS MIRAFLORES S.A		
HOJA DE REGISTRO CANTIDAD DE FALLAS POR LOTE ENVASADO		
Producto:		Responsable:
Fecha:		Día N°:
Unidades inspeccionadas:		
Indicaciones: Marque con una línea (/) cada vez que encuentre un defecto en la unidad inspeccionada.		
RAZÓN DE DEFECTO	FRECUENCIA	TOTAL
Humedad inadecuada		
Gluten húmedo inadecuado		
Exceso de Cenizas		
Granulometría inadecuadas		
UCDc inadecuados		
Numero de caída		
Exceso de hierro (eq=ppm)		
Presencia de pecas		
Rotos o descocidos		
Contenido faltante o excesivo		
Observaciones:		

Anexo 20. Hoja de registro para área de envasado (b).

 MOLINOS MIRAFLORES S.A			
REGISTRO DE PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO			
ENVASADO			
Tipo de harina:		Analista:	
Fecha:		Operador:	
Turno:		Registro:	
Indicaciones: Registre el valor del parámetro que se ha determinado en los equipos del análisis del laboratorio			
	Toma 1	Toma 2	Toma 3
Hora :			
PARÁMETRO			
Humedad			
Gluten húmedo			
Cenizas			
UCDe			
Hierro (eq=ppm)			
Numero de caída			
Observaciones:			

Anexo 21. Problemas, estado, causas y efectos.

Problema o defecto	Estado	Causas comunes y especiales que causan variación	Efectos
RECEPCIÓN			
Variabilidad de humedad	Estable y capaz	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad en el almacenado - Carencia de ventilación - Inspección errónea de operarios - Humedad durante el transporte - Mala toma de muestra para proceso de análisis - Equipo de medición descalibrado - Condiciones del trigo adversas. - % de humedad excesiva de origen 	<ul style="list-style-type: none"> - Germinación prematura del grano - Formación de plagas y bacterias
Contenido de glúten inadecuado	Estable e incapaz	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de cosecha y cultivo - Mal análisis de muestra recogida - Estructura propia del grano 	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo contenido de nutrientes - Mayor presencia de cáscara que harina
Peso helectrolítico inadecuado	Estable e incapaz		
Proceso de descarga no estandarizado		<ul style="list-style-type: none"> - Falta de procedimientos estandarizados 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdidas por rechazo de materia prima

Anexo 21. Problemas, estado, causas y efectos (Continuación).

Defectos del grano	-	<ul style="list-style-type: none"> - Temperaturas de transporte inadecuado - Inspección incorrecta - Temperaturas de almacenado variables - Recolección de muestras incorrectas - Transporte inadecuado - Equipos de análisis descalibrados - Rejillas de cernido rotas - Silos de recepción contaminados - Granos de mala calidad - Cultivo y cosecha de trigo inadecuado - Constante manipulación de granos - Estructura del grano inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento inadecuado de materia prima - Descomposición prematura - Reprocesos e incorporación de aditivos
ACONDICIONADO			
Olores inadecuados	-	<ul style="list-style-type: none"> - Silos de almacenamiento sucios - Falta de aseo en el ambiente - Excesivo tiempo de almacenamiento - Colores oscuros del grano - Presencia de plagas - Olores desagradables 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de plagas - Separación de producto - Disminución de calidad de producto

Anexo 21. Problemas, estado, causas y efectos (Continuación).

Variabilidad de humedad	Inestable e incapaz	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura y condiciones de agua - Rotación del personal de humectación - Falta de capacitaciones - Analistas desconcentrados - Flujo de agua excesivo - Método de acondicionado antiguo - Registro de mediciones equivocados - Tolvas de reposo inadecuadas - Contante agitación de maquinaria - Equipo suministrador de agua malo - Fallos del anterior proceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Germinación del grano acondicionado - Sistemas de acondicionados extras.
Malas condiciones del grano		<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de cultivo y cosecha inadecuadas 	
MOLIENDA Y CERNIDO			
Carencia de proteína	Inestable e incapaz	<ul style="list-style-type: none"> - Variación de temperatura - Bajo interés de cumplimiento de especificaciones - Errores de análisis de grano y harina - Acondicionado inadecuado - Toma de muestras no aleatorias - Equipos de análisis descalibrados - Estructura propia del grano 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la calidad nutricional
Bajo contenido de gluten	Inestable e incapaz		<ul style="list-style-type: none"> - Gastos adicionales para incorporar aditivos

Anexo 21. Problemas, estado, causas y efectos (Continuación).

Variación de color	<ul style="list-style-type: none"> - Exceso de calor - Condiciones adversas de almacenado - Inspección errónea - Inspección visual - Exceso de almacenado - Constante manipulación por parte de equipos de molienda - Presencia de cenizas - Mal acondicionamiento - Problemas genéticos del grano 	<ul style="list-style-type: none"> - Harinas oscuras para rechazo - Diminución de calidad y pérdida de garantía en el mercado
Presencia de materias extrañas	<ul style="list-style-type: none"> - Carencia de limpieza - Cernido de producto defectuoso - Etapas de limpieza inadecuadas - Pruebas de granulometría erróneas - Maquinarias con presencia de impurezas - Impurezas en las rutas de traslado - Carencia de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de equipos de molienda - Presencia de cenizas en el producto final
Equipos de molienda defectuosos	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de mantenimiento preventivo y predictivo - Desgaste de los cilindros de molienda 	<ul style="list-style-type: none"> - Para de procesos no programadas
Métodos de cernido defectuosos	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de cernidos no estandarizados 	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de agentes ajenos a la harina

Anexo 21. Problemas, estado, causas y efectos (Continuación).

ENVASADO		
<p>Contenido inadecuado</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Malas condiciones de envasado - Baja luminosidad - Apuros de envasado - Errores de visualización - Envasado manual de unidades - Derrames de producto luego del pesado - Sacos de diferente tamaño - Humedad en la unidad pesada - Bascula de pesado descalibrado 	<ul style="list-style-type: none"> - Reprocesos de producto - Actividades y mano de obra extra - Aumento de tiempo de producción
<p>Sacos rotos o descosidos</p>	<p style="text-align: center;">Estable e incapaz</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetos cortantes en el depósito del producto - Colocación de desordenada de productos - Estrés del operario - Poco cuidado por parte de estibadores - Manipulación constante de producto terminado - Transporte manual de unidades - Hilo de cocido débil - Selladora en mal estado - Constante manipulación con equipos de carga 	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas y derrame de producto envasado - Reprocesos y cosidos extras de unidad envasada

Anexo 21. Problemas, estado, causas y efectos (Continuación).

<p>Presencia de pecas y variación de color</p>	<p>Estable e incapaz</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de contaminantes en el área - Falta de higiene en manipulación de producto - Errores de inspección - Tamices de cernido defectuosos - Sistemas de separación de productos descalibrados - Presencia de contaminantes en el área - Maquinaria en presencia de óxidos - Problemas de los equipos de molienda - Mal acondicionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Separación inmediata de producto - Rechazo de producto terminado - Problemas graves de calidad de la harina - Pérdida de garantía en el mercado
<p>Humedad variable</p>	<p>Inestable e incapaz</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Endurecido de harina - Problemas en pruebas de panificación - Daños de germinación - Variación de color - Harina con contextura gruesa
<p>Excesivo de índice almidón dañado (UCDS)</p>	<p>Inestable e incapaz</p>		
<p>Pruebas de Falling Number inadecuada</p>	<p>Estable e incapaz</p>		
<p>Problemas de granulometría</p>	<p>Inestable e incapaz</p>		

Anexo 23. Formato de control de limpieza de equipos o maquinaria

CONTROL DE LIMPIEZA DE EQUIPOS Y MAQUINARIA			
Registro máquina / N° de equipo:			
Fecha:		Área:	
Responsable:			
CRITERIO REVISADO	ESTADO		
	SI	NO	Observación
Limpieza externa de máquina o equipo			
Limpieza de tuberías			
Limpieza de sistemas eléctricos			
Limpieza de panel de control			
Limpieza interna de máquina o equipo			
Otros (Describa)			
Observaciones:			

Anexo 24. Formato de mantenimiento preventivos para máquinas y equipos de la planta de producción

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		 	
Empresa:		Área:	
Registro máquina / N° de equipo:			
Fecha:			
REFERENCIAS APLICABLES			
Manual técnico:		SI ()	NO ()
Responsable de mantenimiento:			
CRITERIO REVISADO	ESTADO		
	BUENO	REGULAR	MALO
Descripción:			
Observaciones:			

Anexo 25. Lista de chequeo de equipos para banco de molienda

	LISTA DE CHEQUEO DE BANCOS DE MOLIENDA		
Equipo: Molino			
Responsable: Personal de mantenimiento			
Fecha:			
Molino:			
Ubicación:			
Manuales:	Diagramas:	Repuestos:	
CRITERIO	BUENO	REGULAR	MALO
Estado de los cilindros lisos.			
Estado de los cilindros estriados.			
Estado cuchillos de acero (cilindros lisos).			
Estado de la unidad regulador de automático de alimentación trigo.			
Estado de rosca de alimentación (cilindros de trituraje).			
Estado de doble rodillos de alimentación trituraje y compresión			
Volante de para el ajuste de los cilindros inferiores.			
Volante para el ajuste micrométrico			
Chapa separable debajo de los rodillos de alimentación			
Sistema de aspiración superior y alternativa			
Tolva de madera			
Estado poleas			
Estado sistema transmisión engranes (cilindros lisos)			
Observaciones:			