

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

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



**REDUCCION DE LA VARIABILIDAD EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE HIDRATADOS, PRECOCIDOS Y
FRAGMENTADOS BAJO EL MÉTODO SEIS SIGMA EN LA
EMPRESA INDAPRO S.A.C. HUÁNUCO 2017**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

**TESISTAS: Bach. Ing. Ind. Ruberth Cesar Ortiz Jara
Bach. Ing. Ind. Limber Ortiz Jara**

ASESOR: Dr. Jorge Hilario Cárdenas

HUANUCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios, por permitirnos llegar a este momento especial en nuestras vidas. Por los triunfos y los momentos difíciles que nos ha enseñado a valorarlo cada día mas. A nuestros padres por ser las personas que nos han acompañado durante nuestra trayectoria estudiantil y nuestra vida, quienes con su apoyo y consejos han sabido guiarnos para culminar nuestra carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por protegernos durante todo nuestro camino y darnos las fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda nuestra vida.

A nuestros padres, que con su ejemplo nos enseñaron a no desfallecer ni rendirnos ante nada y siempre perseverante a través de sus sabios consejos.

Al Dr. Jorge Hilario Cárdenas, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de esta tesis.

RESUMEN

En el presente trabajo se plantea reducir la variabilidad en el proceso de producción de los alimentos pre cocidos, hidratados y fragmentados en la empresa INDAPRO S.A.C implementando la metodología Seis Sigma, esta metodología se desarrolla en cinco fases como son: Definición, Medición, Análisis, mejora y Control, utilizando herramientas de calidad en cada una de las fases.

En la fase de definición se identifica el problema principal que es el área de envasado mediante una matriz de enfrentamiento que considera una serie de factores para cada uno de los problemas encontrados, se elabora la problemática en base a la voz del cliente en base a las características más frecuentes de quejas que define los productos que ofrece la empresa dando como principal problema en la actividad del sellado de los productos terminados.

En la fase medición se describe la situación actual del proceso mediante el trabajo de campo y toma de datos del proceso, para luego ser tabuladas y verificadas a través de la prueba np, gráficos de control, grafico de distribución normal y el análisis de la capacidad del proceso para obtener la situación actual del proceso en estudio.

En la fase analizar se realiza mediante las herramientas de la gestión de calidad tales como los diagramas de proceso, análisis de modo y efecto de falla, diagrama causa efecto (Ishikawa) y el diagrama de Pareto. Estas herramientas ayudan a identificar la causa raíz del problema.

En la fase mejorar, se realizaron un diseño del plan de mejora en el cual se identificaron los procesos y factores críticos que ocasionan la variabilidad en los procesos de producción y mediante las acciones, se determina las correcciones

necesarias para un mejor control, además, se hace uso de formatos de control, y se implementa el plan de acción.

Por lo tanto la implementación de esta metodología en la empresa INDAPRO S.A.C fue muy oportuna debido al alto índice de gestión de calidad que exigen los clientes.

Finalmente, se determina que los logros de implementación del plan de mejora son la unión alcanzada por el equipo de trabajo, el sostenimiento de las mejoras alcanzadas a través del control y la familiarización de las personas involucradas con el uso de máquinas y equipos para una mejor calidad de producción.

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
INDICE	vii
INDICE DE GRAFICAS.....	x
INDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	xii
I. MARCO TEORICO	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Fundamento teórico	3
1.2.1 Proceso.....	3
1.2.1.1 Definición	3
1.2.1.2 Clases de procesos.....	4
1.2.2 Calidad, Productividad y competitividad.....	5
1.2.2.2 Competitividad y mejora de calidad	5
1.2.2.3 Calidad y productividad.....	9
1.2.2.4 Productividad	14
1.2.2.5 Costos de calidad.....	19
1.2.3 Método seis sigma	21
1.2.3.1 Estructura del seis sigma	22
1.2.3.2 Principios filosóficos del seis sigma	23
1.2.3.3 Equipo de mejoramiento continuo.....	24
1.2.3.4 Estrategias del seis sigma	28
1.2.3.5 Las métricas del seis sigma	31

1.3 Definiciones conceptuales	34
II. MARCO METODOLOGICO	40
2.1 Hipótesis	40
2.2 Sistema de variables e indicadores	40
2.3 Cuadro Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores	41
2.4 Nivel y Tipo de Investigación	41
2.5 Diseño de la investigación	42
2.6 Población y muestra.....	42
III. RESULTADOS.....	43
3.1 Descripción de la empresa.....	43
3.1.1 Datos generales.....	43
3.1.2 Razón social	43
3.1.3 Ubicación	43
3.1.4 Ubicación y superficie	44
3.1.5 Productos que ofertan al mercado	44
3.1.6 Principios organizacionales.....	44
3.2 Situación Actual	45
3.2.1 Productos.....	45
3.2.2 Variables de calidad.....	46
3.3 Situación deseada	51
3.4 Necesidades de mejora continua.....	55
3.4.1 Despliegue de herramientas para la mejora	56
3.4.1.1 Diagrama de Operación de procesos.....	56
3.4.1.2 Análisis de la capacidad de recepción de la MP	61
3.4.1.3 Análisis de la capacidad de proceso	62
3.4.1.4 análisis de la capacidad de fragmentados	64

3.4.2 Cartas de Control	66
3.4.3 Análisis de modo y efecto de falla.....	67
3.4.4 Diagrama de Pareto	69
3.5 DISEÑO DEL PLAN DE MEJORA	72
3.5.1 Objetivos	72
3.5.2 área a implementar	72
3.5.3 Acciones y recursos necesarios.....	73
3.5.4 Control	77
3.5.5 Resultados obtenidos.....	78
3.5.6 Contrastación de hipótesis.....	81
3.6 Discusión de resultados.....	82
3.7 CONCLUSIONES	88
3.8 RECOMENDACIONES	89
3.9 BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS	91

INDICE DE GRAFICAS

Grafico N° 01: Producción defectuosa en los pre cocidos	49
Grafico N° 02: Producción defectuosa en los Fragmentados.....	51
Grafico N° 03: Análisis de productos con defectos para pre cocidos.....	53
Grafico N° 04: Análisis de productos con defectos para fragmentados....	55
Grafico N° 05: Inspección de Lote	61
Grafico N° 06: Inspección de las bolsas de pre cocidos	63
Grafico N° 07: Inspección de las bolsas de fragmentados	65
Grafico N° 08: Análisis de las áreas críticas para la producción	69
Grafico N° 09: Análisis Causa Efecto.....	70
Grafico N° 10: Informe de capacidad de proceso de pre cocidos	82
Grafico N° 11: Informe de capacidad de proceso de fragmentados.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Producción defectuosa en los pre cocidos	47
Tabla N° 02: Producción defectuosa en los Fragmentados	47
Tabla N° 03: Producción defectuosa en los pre cocidos	48
Tabla N° 04: Producción defectuosa en los Fragmentados	50
Tabla N° 05: Análisis de productos con defectos de pre cocidos.....	52
Tabla N° 06: Análisis de productos con defectos de fragmentados	54
Tabla N° 07: Análisis de productos con defectos de pre cocidos.....	62
Tabla N° 08: Análisis de productos con defectos de fragmentados	64
Tabla N° 09: Análisis de productos con defectos de pre cocidos.....	67

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se efectúa en el proceso productivo de una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos destinados a programas sociales. El motivo de la investigación es disminuir la variabilidad en el proceso productivo, reducir y eliminar los desperdicios y defectos, los cuales se reflejan en las insatisfacciones del cliente y los sobrecostos de producción. Actualmente, las empresas buscan la satisfacción total de sus clientes cumpliendo sus requisitos de calidad y tiempos de respuesta. Para esto, es necesaria en primera instancia la eliminación de actividades que no agreguen valor y reducir la variabilidad del proceso para eliminar los defectos. El presente trabajo de investigación contiene tres capítulos, los cuales se describen a continuación: En el primer capítulo se presenta el marco conceptual donde se desarrolla los diferentes conceptos teóricos referentes a temas de calidad, mejora de procesos, la metodología Lean Six Sigma y sus herramientas estadísticas. En el segundo capítulo se desarrolla el Marco Metodológico, la hipótesis, sistema de variables e indicadores, Cuadro Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores, Nivel Tipo de Investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra. En el tercer capítulo se presenta los resultados obtenidos empezando por una breve descripción de la empresa, el sector al cual pertenece, los recursos que utiliza, el producto y el proceso productivo. En la fase de definición, donde se describe e identifica el problema principal mediante una matriz de priorización de los problemas encontrados. En la fase de medición, donde se elabora un mapa detallado del proceso actual, se determina el proceso a mejorar, se identifican las variables a medir y los costos de la no calidad, se calcula la capacidad y el desempeño del proceso (nivel 6σ

del proceso). En la fase de análisis, donde se analizan las causas raíces (KVIP"S) del problema que inciden significativamente en la satisfacción del cliente mediante una análisis del proceso (lean manufacturing) y un análisis de datos (seis sigma). En la fase de mejora, donde se plantean las propuestas de mejoras determinadas en la fase de análisis mediante el desarrollo de las herramientas Lean Seis Sigma optimizando los valores de las variables de proceso y estableciendo planes de acción para la mejora. En la fase de control se desarrolla la Evaluación Económica, donde se determina el impacto financiero que representa la mejora para el cliente y la organización. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llega de acuerdo a la investigación realizada.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Presentado por Portillo Echegoyen, Ruddy Abel y Quintanilla Rodríguez, Alcir Gustavo para optar el grado de ingeniero industrial. De Soyapango, El Salvador, Centroamérica, 2004. Titulada “Propuesta de aplicación de la filosofía seis sigma a las empresas certificadas con ISO 9000 y orientadas al procesamiento de plásticos”. Como objetivo se formuló “Desarrollar una propuesta de Aplicación de la Filosofía Seis Sigma, a una empresa orientada al procesamiento de plásticos y Certificada con ISO 9000”. Finalizada la investigación se concluye que “La propuesta de implementación de la filosofía Seis Sigma, presentada, ejemplifica la capacidad de adaptabilidad con que cuenta el mapa de dicha filosofía, al amoldarse a la idiosincrasia de la empresa, su cultura interna, sus valores y la curva de aprendizaje de su recurso humano, creando una identidad propia de aplicación, gracias al conjunto de herramientas y principios que generan una flexibilidad en su implementación, todo ello con la visión de crear una estrategia de corto, mediano y largo plazo con objetivos claros y medibles basados en la categorización de los niveles de sigma. Así mismo, las empresas que tienen certificación ISO 9000, cuentan con una ventaja a la hora de decidir implementar Seis Sigma, ya que cuentan con una plataforma de aseguramiento de la calidad con enfoque en el cliente, que le permite gestionar la implementación de la filosofía con mayor facilidad.”

Así mismo, en Quito-Ecuador, 2009 de la Universidad de Las Américas. Francisco vacas y Juan Loayza para optar el título de Ingeniero en Producción Industrial elaboraron una tesis titulada “Plan de mejora en el proceso de preparación de conservas en una industria alimenticia aplicando la metodología de seis sigma”. Se plantea un mejoramiento continuo que ayuda a la industria a tener mayor satisfacción en los clientes reducir los costos notablemente, lo que conlleva a, la empresa a tener un mayor progreso. Aquí toman importancia las herramientas Seis Sigma ya que ayudarán a cumplir con lo anteriormente expuesto. El proyecto de Seis Sigma asegura un mejor control de los procesos para no volver a cometer los mismos errores con el fin de seguir mejorando cada día. Seis sigma busca continuamente llegar a eliminar total o parcialmente los errores, incluye una cantidad de herramientas de análisis las cuales ayudan a determinar causas y alternativas de solución.

Leandro Barahona Castillo y Jessica Navarro Infante para optar el Título de Ingeniero Industrial, de la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. Titulada “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología lean six sigma”. Como objetivo se plantea “Reducir el alto consumo de zinc y disminuir las devoluciones de productos fuera de especificación y con defectos.” Como conclusión, se expresa que “Con las mejoras de Six sigma se logra disminuir la capa de zinc de 330 g/m² a 274.7 g/m². Las mejoras de lean manufacturing se ven reflejadas en

un flujo continuo del proceso, al reducir las paradas y las vibraciones de los equipos, lo cual es un soporte para los niveles de velocidad de operación propuestos en la fase anterior. De esta forma, el proyecto de Lean Six Sigma con una duración de un año, tiene una inversión de 43,166 dólares y genera un ahorro anual de 80,454.6 dólares. Se concluye que el proyecto es rentable dado que presenta un valor actual neto de 17,799.40 dólares y una tasa interna de retorno de 66%.”

1.2 Fundamento teórico

1.2.1 Proceso

1.2.1.1 Definición

Eckes (2004), define proceso como una secuencia de actividades coordinadas que se realizan bajo ciertas circunstancias con un fin determinado: generar productos o servicios. Dos características esenciales de todo proceso son:

- Variabilidad del proceso. Al repetir un proceso se producen ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas, que a su vez, generan variabilidad en los resultados del mismo. Ejemplo: cada vez que se estampa un tornillo la característica longitud varía ligeramente.
- Repetitividad del proceso. Los procesos se crean para producir un resultado. Esta característica de

repetitividad permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo.

1.2.1.2 Clases de procesos

Según Krajewski (2008), los procesos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Según el tipo de flujo del producto

En línea: Se caracteriza por su diseño orientado a producir un bien o servicio. Posee altos niveles de eficiencia; sin embargo, tiene poca adaptación para fabricar otros productos y exige bastante cuidado para mantener balanceada la línea de producción, pues el paro de una máquina ocasiona un cuello de botella que afecta a las operaciones posteriores.

Intermitente: Se organizan en centros de trabajo, donde se agrupan las máquinas similares. Su producción es por lotes a intervalos intermitentes, donde el producto solo pasa por el centro de trabajo que requiere. De esta manera, se pueden producir gran variedad de productos.

Por proyecto: Su producción es única, lo que conlleva diseñar un proceso único para cada proyecto.

- Según el tipo de servicio para clientes

Reducción para inventarios.

Producción para subir pedidos.

1.2.2 Calidad, productividad y competitividad

Humberto Gutiérrez (2010) describe cada término y la relación que existe entre cada uno de ellos. Dicha descripción se presenta en las siguientes líneas.

1.2.2.2 Competitividad y mejora de calidad

La competitividad se entiende como la capacidad de una empresa para generar un producto o servicio de mejor manera que sus competidores. Esta capacidad resulta fundamental en un mundo de mercados globalizados, en los que el cliente por lo general puede elegir lo que necesita de entre varias opciones. Así, cada vez más las organizaciones, ya sea un fabricante, un hotel, una escuela, un banco, un gobierno local o un partido político, compiten por los clientes, por los estudiantes, por los recursos de apoyo, etc. Esto lleva a que las compañías busquen mejorar la integración e interrelación de sus diversas actividades.

Un punto de partida básico es saber que los elementos significativos para la satisfacción del cliente, y con ello para la competitividad de una empresa, están determinados por la calidad y los atributos del producto, el precio y la calidad del servicio (que incluye el tiempo de entrega de los productos o servicios). Se es más competitivo cuando se ofrece mejor calidad a

bajo precio y con un buen servicio. La calidad está dada por las características, los atributos y la tecnología del producto mismo; en tanto, el precio es lo que el consumidor final paga por el bien, y la calidad del servicio la determina la forma en que el cliente es atendido por la empresa. Un asunto cada vez más crítico en relación con la calidad del servicio es la rapidez con la que se hacen las cosas, lo cual influye en el tiempo de entrega (lapso que transcurre desde que el cliente pide el producto hasta que se le entrega). La rapidez con la que se hacen las cosas resulta fuertemente influida por la eficacia y coordinación de las diferentes tareas, y por dejar de hacer actividades que no agregan valor al producto.

Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Algunos ejemplos de procesos son: la facturación, las compras, las etapas de la manufactura de un producto, etcétera.

De manera tradicional, se creía que la calidad, el precio y el tiempo de entrega eran objetivos antagónicos en el sentido de que se podía mejorar cualquiera de los tres sólo en detrimento de los otros dos. De hecho, algunas organizaciones siguen actuando a partir de la creencia de que mejorar la calidad implica necesariamente un

precio más alto y un mayor tiempo de producción del bien o servicio. Sin embargo, cada día hay más empresas en las que se sabe que la calidad y la mejora de los diversos procesos influyen positivamente en los tres factores. Es decir, cada vez hay más compañías que actúan sabiendo que el productor de mejor calidad tiene costos totales más bajos, mientras que el productor de más mala calidad tiene costos totales más altos, ya que cuando se tiene mala calidad en las diferentes actividades y procesos, hay equivocaciones y fallas de todo tipo, por ejemplo:

- Reprocesos y retrasos.
- Pagar por elaborar productos malos.
- Aros y fallas en el proceso (fallas en facturación, programación y producción)
- Desperdicios (espacios, materiales, movimientos, actividades, productos).
- Una inspección excesiva para tratar de que los productos de mala calidad no salgan al mercado.
- Reinspección y eliminación de rechazo.
- Más capacitación, instrucciones y presión a los trabajadores.
- Gastos por servicios de garantía por fallas del producto y por devoluciones o reclamos.
- Problemas con proveedores.

- Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas.
- Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa.

La característica común de cada uno de los aspectos anteriores es que implican más gastos y menos ingresos. A los encargados de la inspección, que recuperan los retrasos y atienden reclamaciones y servicios de garantía, hay que pagarles y, además, usan máquinas, espacios, energía eléctrica y requieren personas que los coordinen. Así, la mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos, sino también mayores costos y, por lo tanto, no se puede competir en calidad ni en precio, mucho menos en tiempos de entrega, ya que un proceso con mal funcionamiento es errático e inestable, y no se puede predecir.

Por otra parte, al mejorar los diversos procesos se logra una reacción en cadena que trae importantes beneficios; por ejemplo, se reducen los reprocesos, los errores, los retrasos, los desperdicios y los artículos defectuosos; disminuye la devolución de artículos, las visitas de garantía y las quejas de los clientes. Al lograr tener menos deficiencias se reducen los costos y se liberan recursos materiales y humanos que se pueden

destinar a elaborar más productos, resolver otros problemas, reducir los tiempos de entrega o proporcionar un mejor servicio al cliente, con lo que se incrementaría la productividad y los empleados estarían más contenta con su trabajo. Lo anterior fue presentado por primera vez en 1950 por Edwards Deming, a un grupo de industriales japoneses. En resumen, la competitividad se define como la capacidad de una empresa de generar valor para el cliente, los proveedores y los accionistas, de mejor manera que sus competidores. Esta capacidad se manifiesta por:

- Calidad y diferenciación del producto o servicio.
- Precio y términos de pago.
- Calidad en el servicio, que incluye tiempos, oportunidad y flexibilidad de entrega, además de apoyo en refacciones y reparaciones, soporte en capacitación para el uso del producto y para conocer sus potencialidades.

1.2.2.3 Calidad y productividad

Respecto a la calidad existen varias definiciones; por ejemplo, para Juran (1990): “Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad

consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente”. Por su parte, la American Society for Quality (ASQ) señala: “Calidad es un término subjetivo para el que cada persona o sector tiene su propia definición. En un sentido técnico, la calidad puede tener dos significados: 1) son las características de un producto o de un servicio que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o específicas; 2) Es un producto o un servicio libre de deficiencias”. Por su parte, la norma ISO-9000:2005 define calidad como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiendo requisito como una necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

En términos menos formales, la calidad la define el cliente, ya que es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente, la cual está ligada a las expectativas que éste tiene sobre el producto o servicio. Tales expectativas son generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, la imagen de la

empresa, etc. Se dice que hay satisfacción si el cliente percibió en el producto o servicio al menos lo que esperaba.

Una forma de ver la calidad en donde se integran varios de los elementos anteriores es definiéndola como “la creación de valor para el cliente”, y este valor se debe ver como el resultado del siguiente cociente:

$$\text{Valor} = \frac{\text{Atributos del producto} + \text{imagen} + \text{relaciones}}{\text{Precio}}$$

Donde los atributos del producto se refieren a las características del producto mismo que influyen en su funcionamiento tanto presente como futuro, así como en su estética. La imagen (o reputación) es el prestigio actual de la organización según la percepción y opinión del cliente, y es el resultado de la historia de la organización a los ojos del mercado que atiende. La imagen es un aspecto sumamente importante, ya que en un mercado globalizado, en donde es frecuente encontrar muchos productos y condiciones de relativa igualdad en sus atributos, el cliente se decide por la marca; es decir, por el prestigio. Por último, en el numerador también están las relaciones, las cuales están determinadas por la calidad en el servicio y en general por la calidad en las relaciones que la empresa

mantiene con los diferentes actores o factores externos; por ejemplo, clientes, cadena de distribución, proveedores, comunidad, otros competidores, oficinas gubernamentales, etc. Los tres aspectos anteriores se suman y se dividen entre el precio que el cliente paga por el producto, para así obtener el valor que el cliente percibe por lo que pagó. Además, estos cuatro factores no son independientes, ya que, por ejemplo, un mal producto afecta de manera desfavorable la imagen y las relaciones.

Existen varios ejemplos de organizaciones en las que queda en evidencia la importancia de los factores que forman la anterior ecuación del valor. Un ejemplo es la empresa zapatera mexicana Canadá, que por muchas décadas fue líder en el mercado zapatero y, hasta fines de la década de 1970, su calzado era sinónimo de calidad, ya que era frecuente escuchar la frase: “están a todo dar tus Canadá”, para referirse a unos zapatos de calidad. Sin embargo, esta imagen se empezó a deteriorar a raíz de que la empresa introdujo en el mercado zapatos de piel sintética y suelas de materiales no convencionales, lo que tal vez a corto plazo fue un “excelente negocio”, pues estos materiales eran mucho más baratos que los tradicionales de origen animal pero, a largo plazo, esos

pesos ahorrados en materiales se convirtieron en una desinversión en el prestigio que se había construido a lo largo de los años, como una empresa que fabricaba zapatos de calidad. El resultado es que tiempo después los zapatos Canadá eran catalogados como anticuados y de mala calidad. El gigante invencible de épocas pasadas fue derrotado por sus deudas y malos resultados; en 1995 pasó a manos de nuevos dueños y administradores que intentaron rescatarla sin lograrlo y, finalmente, en 2003 la empresa cerró.

De lo anterior se desprende la necesidad de enfocar la empresa hacia el cliente, de tal forma que el negocio se vea desde su perspectiva. Cada actividad y todos los procesos deben justificar su razón de ser en función del valor que agrega para el cliente, de lo contrario no tiene razón de ser. Así, crear valor es generar aquello que es valioso para el cliente o, en otras palabras, maximizar la ecuación del valor. Lo deseable es que el valor sea mayor que uno, lo que indicará que el cliente recibe más de lo que paga por el producto. Hay cuatro formas de maximizar el valor para el cliente: reducir el precio del producto, incrementar los atributos de calidad y funcionalidad del producto o servicio, mejorar la imagen de la empresa y trabajar por una mejor atención y en general por relaciones más adecuadas

con el mundo que interactúa con la empresa. Estas cuatro formas o líneas de acción para crear valor para el cliente deben atenderse simultáneamente, ya que si una de ellas se descuida, el comprador percibirá que el producto no tiene el valor suficiente y, por consiguiente, se sentirá insatisfecho, con las respectivas consecuencias.

Para atender las cuatro líneas de acción se deben seguir las tres actividades centrales de un sistema de calidad: diseñar y desarrollar nuevos productos y procesos, monitorear y controlar los procesos, y mejorar los procesos.

1.2.2.4 Productividad

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras

palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Adicionalmente, por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y éstos se deben alcanzar.

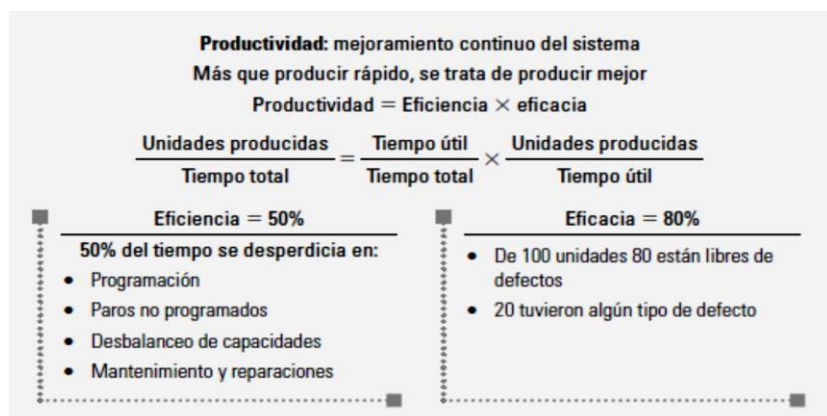


Figura 1: La productividad y sus componentes
Fuente: Gutiérrez Pulido. Calidad Total y productividad (2010)

La figura 1 muestra los componentes de la productividad y se ejemplifica la definición de eficiencia y eficacia midiendo los recursos empleados a través del tiempo total y los resultados mediante la cantidad de productos generados en buenas condiciones. Esta figura sugiere dos programas para incrementar la productividad: mejorar la eficiencia reduciendo los tiempos desperdiciados por paros de equipos, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimiento no programado, reparaciones y retrasos en los suministros y en las órdenes de compra. Según una encuesta aplicada en los sectores metal-mecánico, calzado, muebles, textil y confección en México (Giral *et al.*, 1998), la eficiencia promedio detectada fue de 50%, es decir, en estos sectores se desperdiciaba la mitad del tiempo, en promedio, en aspectos inherentes a fallas de planeación y organización de la producción, principalmente. De aquí que tome sentido la afirmación de la figura 1, que dice que más que producir más rápido es mejor hacerlo reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos.

Por otro lado, está la mejora de la eficacia, cuyo propósito es optimizar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, así como capacitar a la

gente para alcanzar los objetivos planteados, mediante la disminución de productos con defectos, fallas en arranques y en operación de procesos, y deficiencias en materiales, en diseños y en equipos. Además, la eficacia debe buscar incrementar y mejorar las habilidades de los empleados y generar programas que les ayuden a hacer mejor su trabajo. Según la encuesta referida antes, la eficacia promedio detectada fue de 80%, es decir, en un tiempo útil en que se producen 100 unidades, sólo 80 están libres de defectos, las otras 20 se quedaron a lo largo del proceso por algún tipo de defecto. De estas 20 algunas podrán reprocesarse y otras serán desperdicio.

De esta manera, si se multiplica eficiencia por eficacia, se tiene una productividad promedio del orden de 40%, en las ramas industriales referidas, lo que indica el potencial y el área de oportunidad que existe en mejorar el actual sistema de trabajo y en organizar por medio de programas de mejora continua.

Para terminar esta sección cabe preguntar: ¿Quién causa la mala calidad y la baja productividad en una organización? Porque si en una empresa existe una lista enorme de problemas como desorganización, falta de calidad, falta de información clara y oportuna, costos altos, retrasos, devoluciones y reclamos de clientes, al

preguntar ¿cuál es la causa de esas fallas y retrasos?, no sería raro escuchar respuestas que afirmaran que el problema son los trabajadores, que lo que se necesita es apretar a la gente, que no habría problemas si todos cumplieran con su responsabilidad. En consecuencia, la conducta típica de quienes piensan así sería buscar las soluciones en la gente, mediante la administración por reacción (regañones, reclamos, juntas, avisos de advertencia, despidos, presión). La administración por reacción centra la atención en los efectos y en los hechos puntuales, lo que suele desembocar en explicaciones ficticias e impide ver los patrones más importantes y las causas de éstos. Sin embargo, la historia de la calidad y la mejora ha demostrado ampliamente que la calidad y la productividad la dan los procesos y los sistemas, por lo que es necesario trabajar en éstos capacitando, rediseñando, mejorando métodos de organización, de solución de problemas, de toma de decisiones y de comunicación. El personal se adapta al sistema y no es la causa básica de la mala calidad. Más de 90% de las fallas está fuera del alcance de la gente de labor directa. Las causas deben buscarse a lo largo del proceso, desde los insumos, y preguntando si éstos cumplen con los requerimientos y si se reciben a

tiempo. Asimismo, hay que inspeccionar los procesos de transformación y ver dónde se originan los incumplimientos, cuáles son las causas de éstos y cómo pueden remediarse y evitarse. También hay que investigar si los productos y servicios satisfacen las necesidades, si son los que demanda el cliente y si se entregan a tiempo.

1.2.2.5 Costos de calidad

Los costos de calidad son los costos totales asociados al sistema de gestión de la calidad y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema de calidad. Estos costos se dividen en costos originados en la empresa para asegurar que los productos tengan calidad y costos por no tener calidad que resultan de las deficiencias en productos y procesos. A estos últimos se les conoce como costos de no calidad o de mala calidad. La mala calidad significa una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos, con lo que entre más deficiencias y fallas se tengan, los costos por lograr la calidad y por no tenerla serán más elevados. Los costos de calidad se clasifican en costos de: prevención, evaluación, por fallas internas y por fallas externas.

Así, los costos de prevención son aquellos en los que incurre una empresa y son destinados a evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones o defectos durante cualquier etapa del proceso productivo y administrativo. Los costos de evaluación son en los que incurre la compañía para medir, verificar y evaluar la calidad de materiales, partes, elementos, productos o procesos, así como para mantener y controlar la producción dentro de los niveles y especificaciones de calidad, previamente planeados y establecidos por el sistema de calidad y las normas aplicables. Los costos por fallas internas son aquellos que resultan de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos establecidos de los materiales, elementos, partes, semiproductos, productos o servicios, y cuya falla o defecto es detectada dentro de la empresa antes de la entrega del producto o servicio al cliente. Por último, los costos por fallas externas resultan de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos de calidad establecidos, y cuya falla se pone de manifiesto después de su embarque y entrega al cliente.

Entre más sean las deficiencias y fallas, mayores serán los costos de calidad. Por ejemplo, en una empresa donde abundan las deficiencias, se invertirá más tiempo (dinero) en planear el sistema de calidad, dar

instrucciones y capacitar a los trabajadores. Lo mismo ocurre con las otras actividades: se gastará más en reprocesos, reinspecciones y eliminación de rechazo; es decir, habrá más devoluciones y más recursos destinados a atender las quejas de los clientes y dar servicio de garantía. En suma, la mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos, también genera costos de calidad altos y, en consecuencia, no se puede competir en calidad ni en precio, ni mucho menos en tiempos de entrega, ya que un proceso que produce mala calidad es errático e inestable y no se puede predecir.

1.2.3 Método seis sigma

Todo método de gestión está sujeto a unos principios filosóficos que permitan direccionar los esfuerzos de la organización hacia un objetivo de calidad concreto. En el siguiente apartado se tratará los principios filosóficos del Método Seis Sigma y así como también se menciona cada una de las etapas que se deben de continuar para que la organización estructure un Equipo de Mejoramiento idóneo y congruente con el personal de la organización.

1.2.3.1 Estructura del Seis Sigma

Implementar Seis Sigma, tiene como objeto mejorar y optimizar la organización, por medio de proyectos plausibles y medibles en el tiempo. La propuesta de Seis Sigma consiste en cinco pasos:

1. Definir el proyecto o problema de calidad, tomando la información suficiente que permita obtener las necesidades del cliente.
2. Medir las condiciones del problema, evaluando la capacidad SPC, según la información suministrada por el proceso.
3. Analizar las causas del problema, aplicando técnicas estadísticas consistentes, tales como el Diseño Experimental, Contraste de hipótesis, Modelos Lineales.
4. Mejorar las condiciones del proceso, identificando y cuantificando las variables críticas del proceso. Implementando soluciones adecuadas a cada una de las causas encontradas y valorando los resultados, AMEF.
5. Controlar las variables críticas del proceso, para que el problema de calidad no sea recurrente.

1.2.3.2 Principios Filosóficos del Seis Sigma

A continuación se enumeran los principios filosóficos del método Seis Sigma:

- Primer principio. Enfoque al cliente externo e interno. El mejoramiento continuo, al igual que cualquier filosofía de mejoramiento continuo que aplicados en la última década, que se adecúa a cada organización tiene como prioridad fundamental satisfacer en forma integral al cliente tanto interno como externo.
- Segundo principio. Análisis sujeto a la información veraz y oportuna, En el método Seis sigma se deben detectar las variables críticas que afectan el proceso, tomando información que afectan el proceso, tomando información que posteriormente es analizada y procesada de una manera eficaz utilizando herramientas estadísticas robustas.
- Tercer principio. Enfoque basado en procesos. Al igual que las normas de aseguramiento de calidad ISO el Método Seis Sigma se orienta a las condiciones presentes en el proceso.
- Cuarto principio. Actitud preventiva. El Método Seis Sigma implica asumir una actitud preventiva y críticas de cada una de las actividades que posee un proceso.

- Quinto principio. Trabajo en equipo. El trabajo en equipo en una organización es esencial entre sus miembros, ya que favorece una excelente comunicación entre los miembros provocando un análisis acertado de las situaciones que se presenten en el proceso.
- Sexto principio. Mejoramiento Continuo. Esto es lo primordial de una organización es satisfacer al cliente y se logra mediante una política de mejoramiento continuo de cada uno de los procesos.

1.2.3.3 Equipo de Mejoramiento Continuo

El equipo de mejoramiento es indispensable en cualquier organización que desee implementar como filosofía de calidad los principios del Método Seis Sigma. Para estructurar este Equipo de Mejoramiento es necesario atravesar por seis etapas, que se enumeran a continuación:

1. Identificación y selección de proyectos. Una vez identificados los problemas, el equipo de mejoramiento continuo presenta un proyecto y la dirección selecciona los más competentes en función de las posibilidades de implementación y de los resultados obtenidos, para la empresa y la satisfacción del cliente.

2. Formación de los equipo de mejoramiento. Dentro del equipo de mejoramiento existe el Líder del grupo (Cinturón Negro) que la gerencia asigna por sus conocimientos en el proceso o comprensión de las diversas herramientas estadísticas, Este líder escoge aquellos individuos que poseen las cualidades necesarias para ingresar al proyecto de mejoramiento que es seleccionado como primordial para la organización.
3. Desarrollo del Plan de Mejoramiento. Este documento es la guía del equipo de mejoramiento, por lo que debe ser claro en cuanto a los objetivos, responsabilidades, recursos y fechas establecidos en el proyecto.
4. Capacitación de los miembros del equipo. Es imprescindible que los miembros del Equipo de Mejoramiento seas capacitados en herramientas de gestión, estadísticas y probabilidades.
5. Ejecución del DMAMC. Los equipos de mejoramiento son responsables de. Desarrollar los planes de los proyectos, los procedimientos necesarios para cada una de las soluciones que se presenten, implementar y asegurarse de que funcionan (midiendo y controlando los resultados) cada una de las propuestas presentadas en el

proyecto durante el tiempo proyectado para su cumplimiento.

6. Traspaso de la solución. Una vez cumplido los objetivos para los cuales fueron creados cada uno de los equipos, estos se disuelven y sus miembros retornan a sus responsabilidades iniciales dentro de la organización o pasan a integrar otros equipos de mejoramiento para los cuales estén capacitados.

Las funciones en el proceso de Seis Sigma se inspira en las técnicas marciales como filosofía de mejora continua, se han otorgado diversos niveles de cinturones para aquellos miembros de la organización que lideran o ayudan a implementar los proyectos de mejora.

El Cinturón Negro (Black Belts) son personas que se consagran a detectar oportunidades de cambios críticas y a conseguir que logren resultados. Es responsable de liderar, dirigir, delegar, entrenar a los miembros de su equipo. Debe poseer amplios conocimientos tanto en materia de calidad, como en estadística, para el análisis, resolución de problemas y tomas de decisiones.

El cinturón verde (Green Belts) es el soporte a las tareas del Cinturón Negro. Sus funciones consisten

en aplicar los nuevos conceptos y herramientas de Seis Sigma a las actividades de la organización.

El primer Dan (Master Black Belts) sirve de entrenador, consultor y asesor a los miembros de la organización en especial a los cinturones Negros que trabajan en Iso diversos proyectos. Debe poseer mucha experiencia en la implementación del Seis Sigma, como en los procesos administrativos y operativos de la organización.

Espónsor o Champions es un ejecutivo o directivo que inicia y patrocina a un equipo de proyecto lo que hace responsable del éxito de los mismos. El Espónsor forma parte del Comité de Liderazgo, siendo sus responsabilidades: garantizar que los proyectos están ajustados a los objetivos generales de la organización, mantener informados a los miembros del Comité de Liderazgo sobre el avance del proyecto, convencer a la organización o terceros para aportar al quipo de mejoramiento los recursos necesarios para su sostenimiento, tales como tiempo, dinero, y la colaboración de otros miembros de la organización. También es responsable de conducir reuniones de revisión periódicas, manejar y controlar conflictos; además, mantener relaciones con otros proyectos Seis Sigma de la organización.

Líder de implementación o Chief Executive officer CEO, es responsable de implementar en el sistema de calidad de la organización el Método Seis Sigma y de los resultados que éste arroje para la organización, siendo éste el estratega más importante del sistema, ya que aporta una visión de todos los cambios que se deben encausar en la organización por lo que es responsable de desarrollar las estrategias adecuadas para direccionar estos cambios.

1.2.3.4 Estrategias del Seis Sigma

La implementación del Método Seis Sigma comprende cuatro fases principales, cada una de las cuales están compuestas por a su vez por varias etapas. Estas etapas en su orden son Disposición de Cambio, Despliegue de Objetivos, Desarrollo del Proyecto y Evaluación de Beneficios.

- Disposición de Cambio: En primer lugar es imperioso que los directivos de la organización se comprometen con el cambio. Este compromiso se logra si se exhibe el desarrollo de los mercados internacionales y de los procesos productivos en especial.

- En segundo lugar debe exponerse en forma clara lo que sucede con las organizaciones, detallando su evolución con respecto a sus competidores.
- El paso siguiente es demostrar las características y condiciones del Método Seis Sigma, mostrando además las discrepancias de este, en relación a otros Sistemas de Gestión de la calidad y de mejoramiento continuo.
- Como cuarto paso se planifica estratégicamente cuáles son los valores, misión y visión de la organización, para puntualizar los objetivos a alcanzar para hacer posible los objetivos de más largo plazo. Se debe lograr posteriormente una visión compartida con la cual se alcance un compromiso en equipo que permita obtener óptimos resultados en la implantación del Método Seis Sigma.
- En quinto lugar se selecciona los Líderes y Cinturones, en función de sus conocimientos y se procede a capacitar los diversos niveles de cinturones, así como también todos los miembros que constituyen un equipo de mejoramiento. Esta capacitación incluirá aspectos vinculados con el funcionamiento del Método Seis Sigma, Control Estadístico de Procesos, Diseño de Experimentos, herramientas de Gestión de la Calidad, herramientas

como la AMEF que es utilizada para especificar los problemas del proceso y detectar las variables críticas del proceso y la aplicación de software estadísticos.

- **Despliegue de Objetivos:** Se establecen los sistemas de información, capacitación y control adecuados al sistema de mejora que incluye en los sistemas de información indicadores que permitan obtener qué nivel de Seis Sigma posee el proceso. A su vez los proyectos seleccionados.
- **Desarrollo del Proyecto:** Básicamente el proceso para el desarrollo de un proyecto Seis Sigma es la definición de las características de calidad o los requerimientos de los clientes externos e internos y establecer la manera en que se medirán estos requerimientos en función de las especificaciones o necesidades de los clientes.
- Los equipos de mejoramiento de Seis Sigma a continuación proceden a aplicar la metodología DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar), informando a los directivos de la organización los avances, de manera detallada, de los diferentes proyectos que los grupos de trabajo desarrollan.

- **Evaluación de Beneficios:** Una vez implantado cada una de las etapas del Seis Sigma se evalúa las mejoras producidas en cada uno de los proyectos desplegados en la organización, lo que implica que cada grupo de trabajo debe calcular los niveles de rendimiento DPMO, tomando este valor como termómetro o indicador de las diferentes alternativas de solución.

1.2.3.5 Las métricas del Seis Sigma

a. Variación:

La variación es un atributo de los procesos que representa el nivel de confiabilidad en sus resultados. La desviación estándar es una medición de la variación.

Sigma es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor sea el número de defectos. Lefcovich (2009).

b. DPMO:

Sus siglas significan defectos por millón de oportunidades y se calcula dividiendo el número total de defectos encontrados entre el número total de oportunidades de defectos por un millón.

“Las compañías rupturistas se esfuerzan por obtener productos y servicios 100% libres de defectos” Larry Bossidy. CEO 1991-99 Allied Signal Inc.

DPMO

$$= \frac{N^{\circ} \text{ total de defectos encontrados}}{N^{\circ} \text{ total de oportunidades de defectos}} \times 1000000$$

Se observa que un nivel de 6 sigma sólo tiene 3.4 defectos por millón de oportunidades lo que equivale a un 99.9997 % de eficacia.

c. Rendimiento de primera vez

Se calcula de la siguiente manera:

$$YFT = \left[1 - \frac{dpmo}{10^6}\right]^n$$

Donde n es el número de oportunidades de defectos por unidad.

d. Capacidad del proceso:

Escalante (2003) menciona que el índice de capacidad del proceso es una comparación entre la variabilidad natural y la variabilidad especificada. Para ello se define el índice de capacidad del proceso Cp, llamado también potencial del proceso.

$$C_p = \frac{\text{Variabilidad especificada}}{\text{Variabilidad natural}} = \frac{LTS - LYI}{6\sigma}$$

La definición de capacidad de un proceso puede expresarse como:

$$C_p \geq 1 \rightarrow \text{Proceso Capaz}$$

$$C_p < 1 \rightarrow \text{Proceso No Capaz}$$

Sin embargo, el índice C_p no es adecuado para aquellos casos en los que el proceso no este centrado en el nominal de la especificación. Para estos casos se utiliza el índice C_{pk} .

$$C_{pk} = \text{menor} \left[\frac{LTS - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LTI}{3\sigma} \right]$$

En estos casos, la definición de capacidad de un proceso puede expresarse como:

$$C_{pk} \geq 1 \rightarrow \text{Proceso Capaz}$$

$$C_{pk} < 1 \rightarrow \text{Proceso No Capaz}$$

En ambos casos, el proceso dará lugar a una característica capaz de satisfacer la especificación, encontrándose la mayor parte (más del 99.73%) del producto resultado del proceso dentro de tolerancia.

1.3 Definiciones conceptuales

Acciones correctivas: Se emplean para eliminar la causa de una no conformidad detectada. Es decir, están orientadas a prevenir recurrencias.

Acciones preventivas: Son aquellas que se implementan para eliminar la causa de una inconformidad u otra situación potencial indeseable.

Calidad: Es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos.

Capacidad de un proceso

Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada, ya que esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones).

Ciclo de la calidad (ciclo PHVA)

Proceso de cuatro etapas para desarrollar proyectos de mejora; consiste en planear, hacer, verificar y actuar (PHVA).

Competitividad: Es la capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores.

Control de calidad: Este proceso administrativo consiste en las siguientes etapas: Evaluar el desempeño actual del proceso. Comparar el desempeño actual con las metas de calidad (real frente a estándar). Actuar sobre la diferencia.

Costos de calidad son los costos totales asociados al sistema de gestión de la calidad y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema

de calidad. Estos costos se dividen en costos originados en la empresa para asegurar que los productos tengan calidad y costos por no tener calidad que resultan de las deficiencias en productos y procesos.

Defecto: Es cualquier no conformidad o desviación de la calidad especificada de un producto.

Dominio personal: Disciplina que permite aclarar y ahondar continuamente la visión (sueños, metas) de las personas, concentrar las energías en ésta, desarrollar paciencia y aprender a ver la realidad objetivamente. De esta manera, para que una empresa aprenda es necesario que sus trabajadores saquen lo mejor de sí, lo mejor de las aspiraciones de los seres humanos, y que, al aclarar las cosas que en realidad les interesan, pongan sus vidas al servicio de sus mayores aspiraciones. En otras palabras, la esencia del dominio personal consiste en aprender y generar la tensión creativa, que precisamente nace de tener una imagen clara de a dónde queremos llegar y decir la verdad sobre dónde estamos, la realidad actual. La brecha entre lo que se quiere (visión) y lo que se tiene (realidad actual) genera una tensión creativa natural.

Eficacia: Grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando resultados.

Eficiencia: Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera.

ISO: La ISO es una organización no gubernamental, es decir, sus miembros no son, como en el caso de la ONU, delegados de los gobiernos

nacionales. No obstante, ocupa una posición especial entre los sectores público y privado, ya que, por un lado, muchos miembros son parte de la estructura gubernamental de sus países o son designados por sus dirigentes. Por otra parte, otros miembros provienen del sector privado y son propuestos por las asociaciones de industriales. La familia de normas ISO-9000 e ISO-14000 son de las más conocidas y exitosas. La primera se ha convertido en un referente internacional para los requerimientos de calidad. Al contrario de la mayoría de normas ISO, que son altamente específicas para un producto, material o proceso particular, el estándar ISO-9000 surgió como un estándar para sistemas administrativos.

Liderazgo: Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

Marco de proyecto: Etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto.

Mejoramiento de la calidad: Mediante este proceso se mejora el desempeño del proceso a niveles de calidad sin precedentes. Consiste en las siguientes etapas: Establecer la infraestructura que se necesite para alcanzar la mejora anual de la calidad (espacios, equipos, entrenamiento, procedimientos, políticas). Identificar los aspectos específicos a ser mejorados (establecer los proyectos clave de mejora). Establecer un equipo de mejora para cada proyecto, con una responsabilidad clara para

desarrollar un proyecto exitoso. Proporcionar los recursos, la formación y la motivación para el equipo. Diagnosticar las causas. Estimular el establecimiento de medidas remedio. Establecer controles para estandarizar y mantener las mejoras.

Mejora continua: Consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando causas o restricciones, estableciendo nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño. Es precisamente en el contexto de la mejora continua en el que los métodos y las estrategias que se estudian en este libro toman su mayor utilidad.

Pensamiento estadístico: Filosofía de aprendizaje y acción que establece la necesidad de un análisis adecuado de los datos de un proceso, como una acción indispensable para mejorar su calidad (reducir su variabilidad).

Planificación de la calidad: Se desarrollan los productos y procesos necesarios para cumplir con las necesidades de los clientes.

Proceso: Se entiende, como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por lo general, en una organización interactúan muchos procesos para al final producir o entregar un producto o servicio, de tal forma que los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultado de otros procesos. Por ello es importante enfocarse en las actividades que producen los resultados, en lugar de limitarse a los resultados finales.

Productividad: Es la capacidad de generar resultados utilizando ciertos recursos. Se incrementa maximizando resultados y/u optimizando recursos.

Responsabilidad social. El desarrollo sostenible descansa en el crecimiento económico, el balance ecológico y el desarrollo social y humano, así como en la interacción de las organizaciones privadas con el sector público y la sociedad civil. Las organizaciones responden al desarrollo sostenible comprometiéndose a contribuir en la mejora de la calidad de vida por medio de la colaboración de sus empleados, sus familias, la comunidad local y la sociedad.

Satisfacción del cliente: Es la percepción de éste acerca del grado con el cual sus necesidades o expectativas han sido cumplidas.

Seis Sigma (6s) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades. Esta estrategia se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa, orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso. La metodología en la que se apoya Seis Sigma está definida y fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico.

Sigma (s) es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional (proceso), la cual proporciona una forma de cuantificar la variación que tiene una variable de dicha población o proceso.

Técnicas estadísticas: Son de ayuda para comprender la variabilidad y ayudar por lo tanto a las organizaciones a resolver problemas y a mejorar su eficacia y eficiencia. Asimismo estas técnicas facilitan una mejor utilización de los datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones. La variabilidad puede observarse en el comportamiento y en los resultados de muchas actividades, incluso bajo condiciones de aparente estabilidad. Dicha variabilidad puede observarse en las características medibles de los productos y los procesos, y su existencia puede detectarse en las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos, desde la investigación de mercado hasta el servicio al cliente y su disposición final.

Tiempo de ciclo: Es el tiempo que transcurre desde que el cliente inicia un pedido que se transforma en requerimientos de materiales, órdenes de producción y de otras tareas, hasta que todo se convierte en un producto en las manos de éste.

Variabilidad: Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso.

Variables de entrada del proceso: Son las que definen las condiciones de operación del proceso e incluyen las variables de control y las que aunque no son controladas, influyen en el desempeño del mismo.

Variables de salida: Son las características de calidad en las que se reflejan los resultados obtenidos en un proceso.

6 M: Son los materiales, mano de obra, mediciones, medio ambiente, máquinas y métodos que conforman un proceso.

II. MARCO METODOLOGICO

2.1 Hipótesis.

El despliegue del plan de reducción de variabilidad basado en la metodología seis sigma permitirá reducir la variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados en la empresa INDAPRO S.A.C.

2.2 Sistema de Variables e Indicadores

Variable Independiente:

Plan de reducción de la variabilidad basado en la metodología seis sigma.

Variable Dependiente:

Variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados.

2.3 Cuadro Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
V.I. Plan de reducción de la variabilidad basado en la metodología seis sigma.	Definir los problemas de variabilidad	Operaciones y variables críticas
	Medición	Capacidad de los procesos, operaciones críticas.
	Análisis e identificación de problemas	Características críticas de la calidad.
	Mejora del proceso	Plan de mejora
	Diseño y documentación de los controles necesarios para asegurar las mejoras	Control estadístico de procesos.
V. D. Variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentaos.	Variación	Variables de control de la variación
	Errores	Registro de errores
	Defectos	Registros de defectos

2.4 Nivel y Tipo de Investigación.

Nivel.

La investigación desarrollada fue de nivel descriptivo.

Tipo.

La Investigación desarrollada “utilizó los conocimientos, descubrimientos y conclusiones de la investigación básica, para solucionar un problema concreto” (Gómez M., 2009), por lo cual la investigación es de tipo **aplicada**.

2.5 Diseño de la Investigación.

La investigación desarrollada fue de diseño no experimental, transversal y descriptivo.

Esquema de la investigación

E ← O

Donde:

E = Empresa INDAPRO S.A.C.

O = Plan de reducción de la variabilidad basado en la metodología seis sigma.

2.6 Población y muestra

Población: Producción total de alimentos hidratados, precocidos y fragmentados en la empresa INDAPRO S.A.C.

Muestra: Se determinó con un plan de muestreo.

III. RESULTADOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

3.1.1 Datos generales

La empresa INDAPRO S.A.C desde su fundación se ha dedicado a la producción de mezclas fortificadas, que posteriormente se han abierto a más líneas de producción como vienen hacer los hidratados y fragmentados.

Los productos que se fabrican están orientados a los niños en edad escolar y niños desde los 3 meses hasta 36 meses, por ello es importante el cumplimiento de las normas para garantizar la inocuidad de los alimentos.

3.1.2 Razón Social

INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS S.A.C. Es una sociedad anónima cerrada, de personería jurídica de derecho privado, inscrita en Registros Públicos, teniendo como domicilio fiscal Jr. General Prado No. 1021, cercado de Huánuco, inscrita en la SUNAT con RUC No. 20393187256, con Licencia Municipal No. 27180.

3.1.3 Ubicación

La planta industrial de INDAPRO SAC está ubicada en la Av. Miraflores s/n Zona Santa María del Huallaga Km 2.5 Carretera Huánuco Tingo María, Distrito de Amarilis, Departamento de Huánuco.

3.1.4 Ubicación y superficie

La planta de INDAPRO SAC “INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS” se encuentra en la Av. Miraflores s/n Zona Santa María del Huallaga Km 2,5 Carretera Huánuco Tingo María, en el distrito de Amarilis, Departamento de Huánuco. La planta de la empresa INDAPRO SAC ocupa un área total de 2500m², contando con una capacidad real de producción de 31 toneladas métricas diarias.

3.1.5 Productos que oferta al mercado

INDAPRO SAC oferta al mercado los productos alimenticios instantáneos a base de cereales y leguminosas, así como productos vitaminados lácteos y derivados a base de leche en polvo, soya, avena, quinua, Kiwicha etc. Entre los principales productos que oferta de acuerdo con los contratos realizados con el Programa Nacional de Alimentación Escolar (PNAE) y municipios, previa licitación y evaluación de la planta de producción.

3.1.6 Principios organizacionales

Misión

Mostrar una nueva alternativa con gran aceptación en el mercado, con una gran variedad de productos como papilla, mezcla fortificada etc.

Visión

Ser una Empresa reconocida y posicionada a nivel nacional, por su excelente calidad, generando en los clientes un grado máximo de satisfacción y atención.

3.2 Situación actual

La empresa INDAPRO S.A.C actualmente se dedica a la producción de pre cocidos, fragmentados e hidratados. Los productos que se fabrican en la actualidad están orientados para programas sociales y municipios, por ello es importante el cumplimiento de las normas de calidad para garantizar la inocuidad de los alimentos, en los últimos meses se han recepcionado quejas por parte de los clientes con respecto a productos defectuosos, el cual motiva a la implementación de la metodología seis sigma para la mejora de calidad, reduciendo la cantidad de productos defectuosos.

3.2.1 Productos

Los principales productos que oferta al mercado son:

- **Pre Cocidos:** Las mezclas fortificadas de diferentes presentaciones (hojuelas de avena, quinua, kiwicha).
- **Hidratados:** Papilla.
- **Fragmentados:** arroz, azúcar, lenteja, arveja.

3.2.2. Variables de calidad

Los productos hidratados, pre cocidos y fragmentados para ser considerado un producto de calidad debe cumplir las siguientes características físicas que el consumidor espera son:

- Peso
- Forma
- Textura
- Color
- Etiquetas
- Tamaño

Las características físicas de los productos son evaluadas por técnicos expertos que conocen y tienen experiencia en el proceso de producción desde la entrada hasta la salida.

En la **tabla N° 01**, se tiene los datos de la producción total de los productos, pre cocidos, obteniendo el número de productos defectuosos durante una jornada diaria de producción de un lote; cabe destacar que los resultados expresados en la tabla N°01 corresponden a un análisis inicial.

Tabla N°01

Producción defectuosa en la producción de pre cocido.

Nº	Producción total	Productos defectuosos	% de productos con defecto
1	15000	1700	11.33%
2	15000	1235	8.23%
3	15000	1362	9.08%
4	15000	1485	9.90%
5	15000	1266	8.44%
6	15000	1584	10.56%
7	15000	1754	11.69%
8	15000	1624	10.83%
9	15000	1638	10.92%
10	15000	1459	9.73%

Fuente: producción defectuosa en la producción de Precocidos.

Elaboración: propia

En la **tabla N°02**, se tiene como datos la producción total del productos fragmentados, obteniendo el número de productos defectuosos durante una jornada diaria de producción de un lote; cabe destacar que los resultados expresados en la tabla N°02 corresponden a un análisis inicial.

Tabla N°02

Producción defectuosa en la producción de fragmentados.

Nº	Producción total	Productos defectuosos	% de productos con defecto
1	13000	1547	11.9%
2	13000	1684	13.0%
3	13000	1250	9.6%
4	13000	1586	12.2%
5	13000	1452	11.2%
6	13000	1568	12.1%
7	13000	1356	10.4%
8	13000	1564	12.0%
9	13000	1360	10.5%
10	13000	1230	9.5%

Fuente: producción defectuosa en el proceso de producción de fragmentados.

Elaboración: propia

Análisis de la producción actual

Según el análisis estadístico aplicado en la tabla N° 01, el rango de productos defectuosos está entre 8.23% a 11.69% en el proceso de producción de pre cocidos, En la tabla N° 02 se tiene el rango 9.50% a 13% en el proceso de producción de fragmentados.

Para comprender mejor el comportamiento de la variabilidad en ambos procesos a continuación en la tabla N° 03 y N° 04 se hace un análisis de los valores mínimos y máximos según el análisis por atributos (Grafica de control - np).

Tabla N°03

Producción defectuosa en el proceso de producción de pre cocidos.

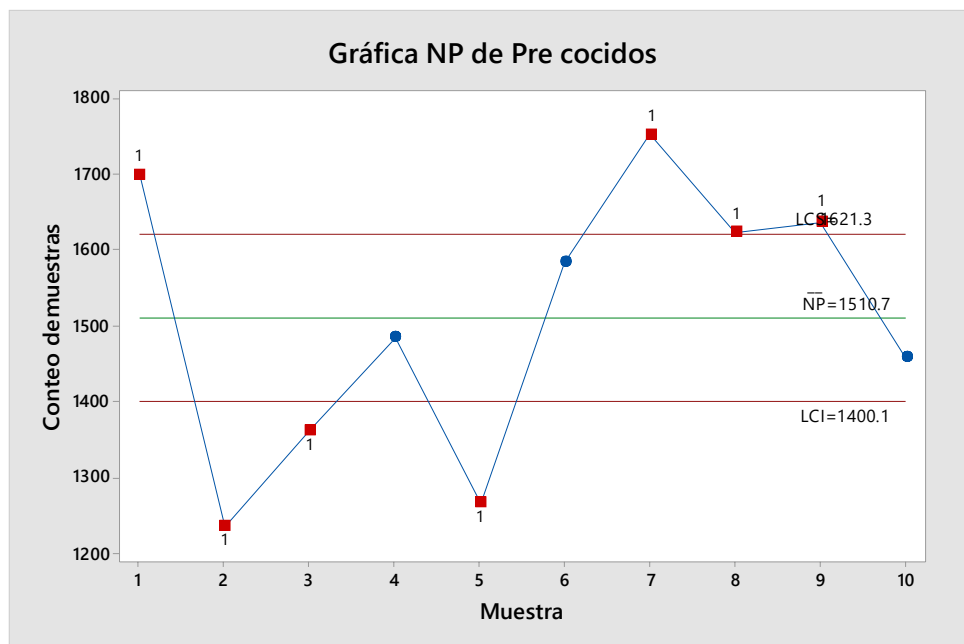
Nº	Producción total	Productos defectuosos	LCI	LC	LCS
1	15000	1700	1400.12	1510.70	1621.28
2	15000	1235	1400.12	1510.70	1621.28
3	15000	1362	1400.12	1510.70	1621.28
4	15000	1485	1400.12	1510.70	1621.28
5	15000	1266	1400.12	1510.70	1621.28
6	15000	1584	1400.12	1510.70	1621.28
7	15000	1754	1400.12	1510.70	1621.28
8	15000	1624	1400.12	1510.70	1621.28
9	15000	1638	1400.12	1510.70	1621.28
10	15000	1459	1400.12	1510.70	1621.28

Fuente: Producción defectuosa en el proceso de producción de precocidos.

Elaboración: propia

En la tabla N°03 los límites de control analizados bajo la gráfica de control por atributos (NP) de defectos se tiene como límite de control inferior LCI = 1400.12, límite de control medio LC = 1510.70 y límite de control superior LCS = 1621.28; en la gráfica N°01 desarrollado desde Minitab 18 se observa el comportamiento de los productos defectuosos en el proceso de producción de pre cocidos.

Gráfico N°01
Producción defectuosa en los pre cocidos.



Elaboración propia en Minitab 18

De la gráfica se puede ver el comportamiento de las fallas de la producción en la muestra 1, 2, 3, 5, 7, 8 y 9 están fuera de control. Esto implica que la producción se encuentra en una condición inestable.

Tabla N°04

Producción defectuosa en el proceso de producción de fragmentados.

Nº	Producción total	Productos defectuosos	LCI	LC	LCS
1	13000	1547	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
2	13000	1684	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
3	13000	1250	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
4	13000	1586	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
5	13000	1452	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
6	13000	1568	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
7	13000	1356	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
8	13000	1564	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
9	13000	1360	1350.80	1459.7 0	1568.6 0
10	13000	1230	1350.80	1459.7 0	1568.6 0

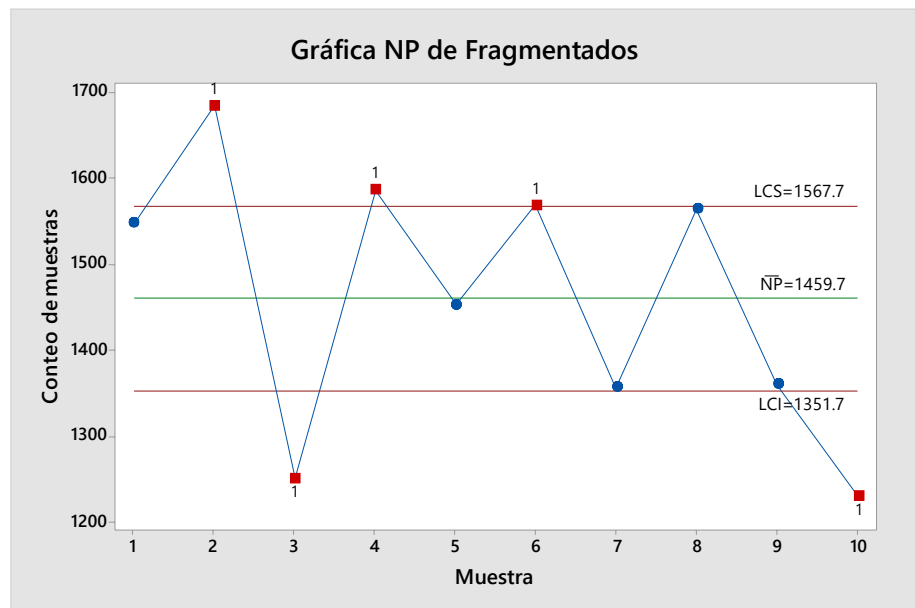
Fuente: Producción defectuosa en la operación pesado de productos fragmentados.

Elaboración: propia

En la tabla N° 04 los límites de control analizados bajo la gráfica de atributos (NP) de defectos se tiene como límite de control inferior LCI = 1350.8, límite de control medio LC = 1459.7 y límite de control superior LCS = 1568.6; en el gráfico N° 02 graficado desde Minitab 18 se observa el comportamiento de los productos defectuosos de fragmentados.

Gráfico N°02

Producción defectuosa en Fragmentados.



Elaboración propia en Minitab 18

De la gráfica N°02 se puede ver el comportamiento de las fallas de la producción en la muestra 2, 3, 4, 6 y 10 están fuera de control. Esto implica que la producción se encuentra en una condición inestable

3.3 Situación deseada

Luego de hacer un estudio de análisis de la variabilidad en el proceso de hidratados, precocidos y fragmentados; los encargados de la alta gerencia decidieron establecer las condiciones básicas de los límites de control de los productos no conformes esté entre los rangos de 0.0% a 5.0%.

Tabla N°05

Análisis de productos con defectos deseada por la empresa

Nº	Producción total	Productos defectuosos	% de productos con defecto	LCI	LC	LCS
1	15000	1700	0.11	0.00	0.025	0.05
2	15000	1235	0.08	0.00	0.025	0.05
3	15000	1362	0.09	0.00	0.025	0.05
4	15000	1485	0.10	0.00	0.025	0.05
5	15000	1266	0.08	0.00	0.025	0.05
6	15000	1584	0.11	0.00	0.025	0.05
7	15000	1754	0.12	0.00	0.025	0.05
8	15000	1624	0.11	0.00	0.025	0.05
9	15000	1638	0.11	0.00	0.025	0.05
10	15000	1459	0.10	0.00	0.025	0.05

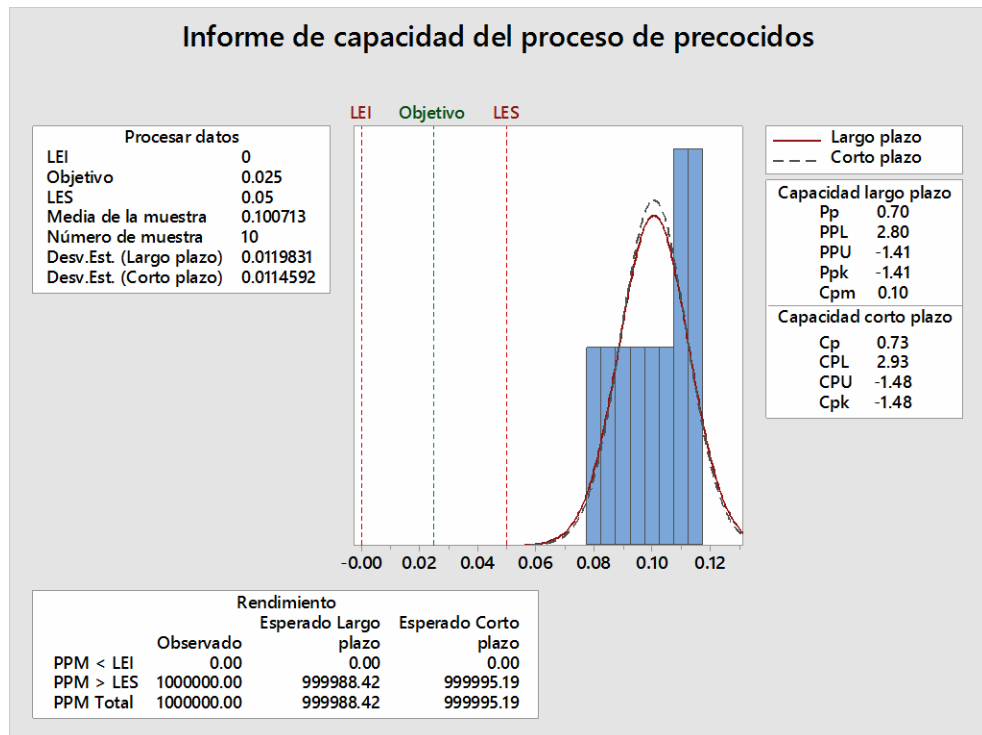
Elaboración propia

En la tabla N°05 se ha calculado los porcentajes de productos con fallas y además se establece los límites máximos y mínimos permisibles de los productos defectuosos que puede generarse en la producción.

Estos datos se analizarán a mayor profundidad en el software Minitab 18.

Grafica N°03

Análisis de productos con defectos deseados por la empresa para Pre cocidos.



Elaboración en Minitab 18

En la gráfica N° 03 se observa que los productos defectuosos no están entre los límites propuestos por la empresa, los límites son muy pequeñas con respecto a los datos reales porque está desplazada al lado derecho; quiere decir que los procesos de producción de precocidos, han estado siempre fuera de los parámetros de control establecido.

Tabla N°06

Análisis de productos con defectos deseada por la empresa

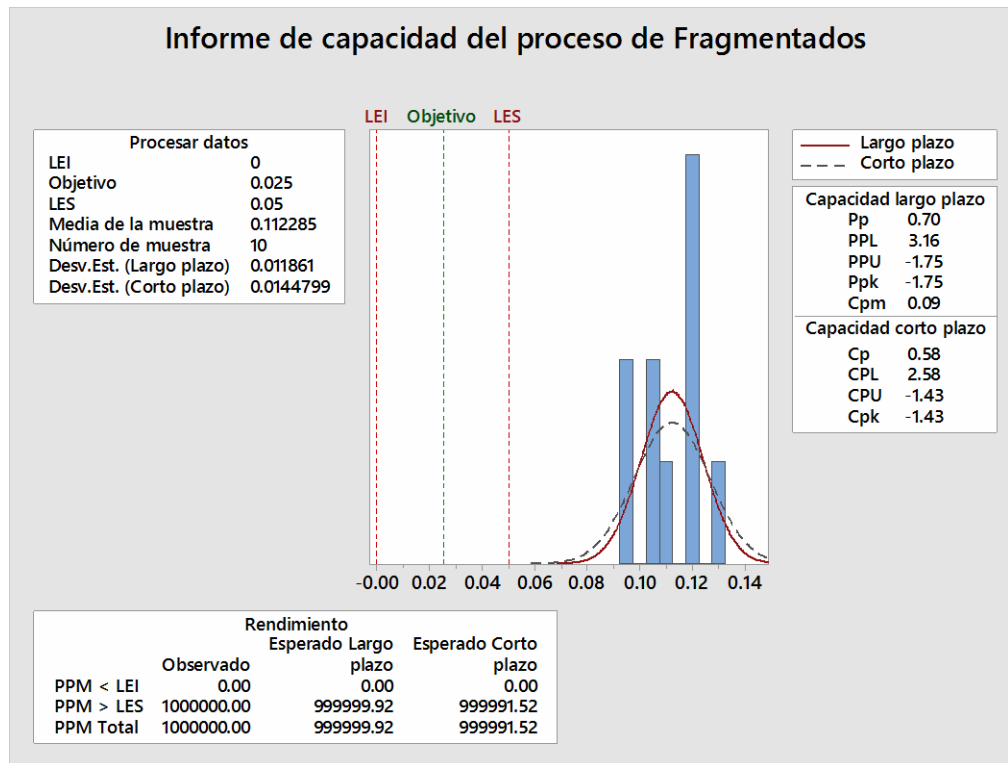
Nº	Producción total	Productos defectuosos	% de productos con defecto	LCI	LC	LCS
1	13000	1547	0.12	0.00	0.025	0.05
2	13000	1684	0.13	0.00	0.025	0.05
3	13000	1250	0.10	0.00	0.025	0.05
4	13000	1586	0.12	0.00	0.025	0.05
5	13000	1452	0.11	0.00	0.025	0.05
6	13000	1568	0.12	0.00	0.025	0.05
7	13000	1356	0.10	0.00	0.025	0.05
8	13000	1564	0.12	0.00	0.025	0.05
9	13000	1360	0.10	0.00	0.025	0.05
10	13000	1230	0.09	0.00	0.025	0.05

Elaboración propia

En la tabla N°06 se ha calculado los porcentajes de productos con fallas y además se establece los límites máximos y mínimos permisibles de los productos defectuosos que puede generarse en la producción.

Estos datos se analizarán a mayor profundidad en el software Minitab 18.

Gráfica N°04
Análisis de productos con defectos deseados por la empresa
para Fragmentados.



Elaboración en Minitab 18

En la gráfica N°04 indica el comportamiento del proceso de producción de fragmentados que tampoco está entre los parámetros de control establecido.

3.4 Necesidades de mejora continua

La empresa INDAPRO S.A.C ha tenido la necesidad de mejorar los procesos de producción de hidratados, precocidos y fragmentados con el objetivo de reducir la variabilidad de sus productos, de tal manera esto conlleva a optimizar sus recursos, reduciendo pérdidas y de la misma forma permitiendo obtener mayores beneficios y utilidades.

3.4.1 Despliegue de herramientas para la Identificación de áreas de mejora.

Para identificar las áreas de mejora en INDAPRO SAC se utilizó algunas herramientas de mejora, ya que estos permitirán conocer con mayor los procesos de producción de la empresa.

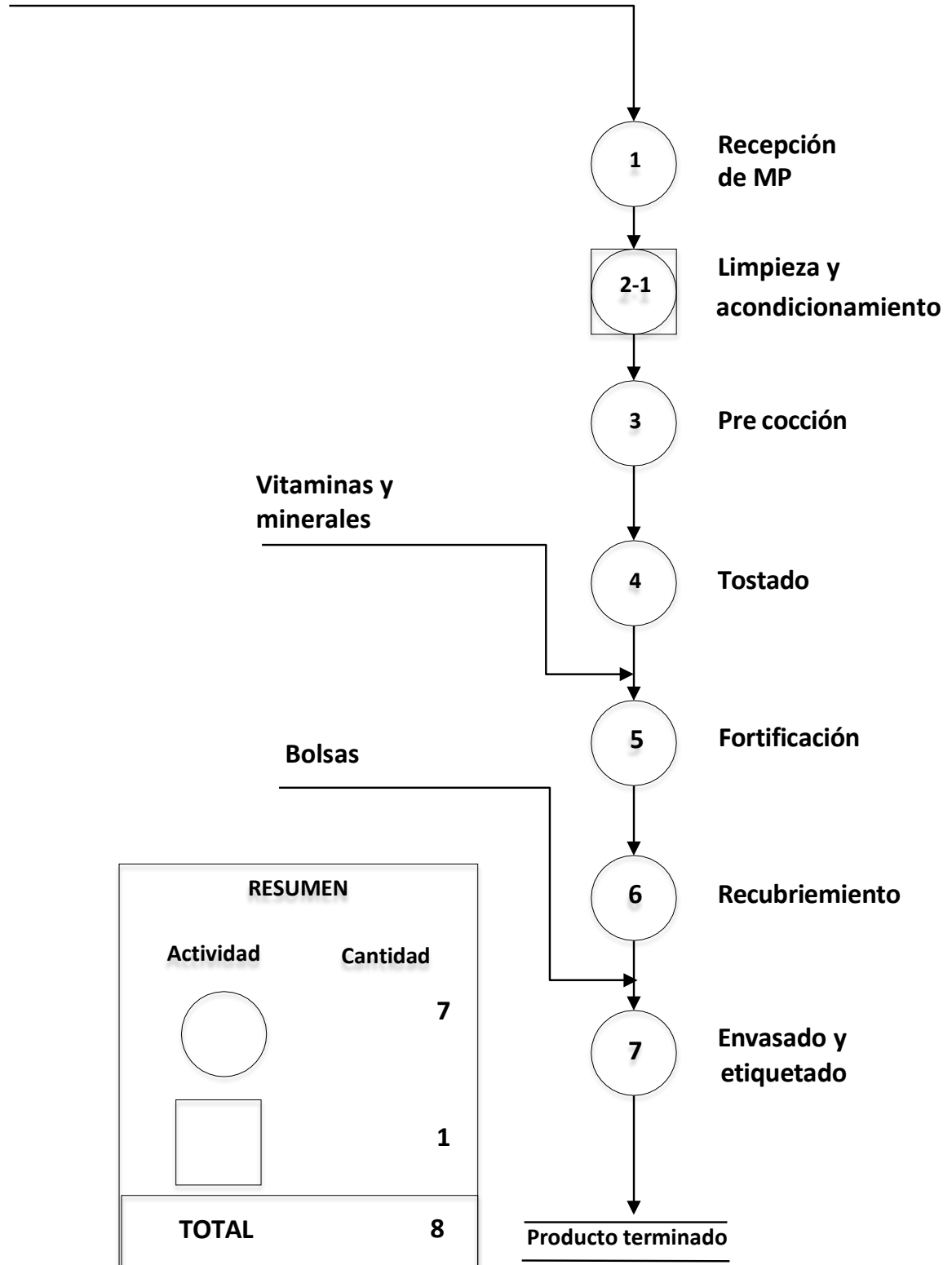
Cuando se haya determinado las áreas de mejora se analiza y luego en base a este análisis se toma decisiones para la mejora.

3.4.1.1 Diagrama de Operaciones de Procesos.

La gráfica de diagrama de operaciones de procesos son símbolos de diferentes formas que representa una descripción general del proceso productivo. Esta herramienta permite conocer los procesos críticos o cuellos de botella que básicamente son oportunidades de mejora.

El proceso de hidratados, precocidos y fragmentados de la empresa INDAPRO SAC se detalla en el siguiente diagrama de operación de procesos:

Lugar de análisis: **INDAPRO SAC**
Pre cocidos



RESUMEN	
Actividad	Cantidad
	7
	1
TOTAL	8

Elaboración propia

Recepción de cereales MP:

La recepción es un área donde se descarga del camión que viene directamente del proveedor; la empresa tiene un operario que se encarga de revisar el pedido, registrar la cantidad y las fechas de caducidad. La revisión se basa en constatar la orden de pedido con la mercadería y la factura del proveedor. Se revisa que esté la cantidad y el producto pedido y que el envase y/o embalaje esté en buenas condiciones cumpliendo con los requerimientos que la empresa posee como política.

Limpieza y acondicionamiento:

La limpieza es fundamental para el proceso que se requiere y básicamente consiste en limpiar las piedritas, hojas pequeñas, insectos, u otras suciedades que pueden dañar la calidad del producto.

Pre cocción:

Se pre cocinan los cereales a una determinada de temperatura sin sobrepasar que el producto sea demasiado cocido. Esto sirve para el ablandamiento del cereal para su posterior procesamiento.

Tostado:

Los cereales después de ser pre cocidas son tostadas para disminuir la humedad, darle color y suavizar la estructura del cereal.

Fortificación:

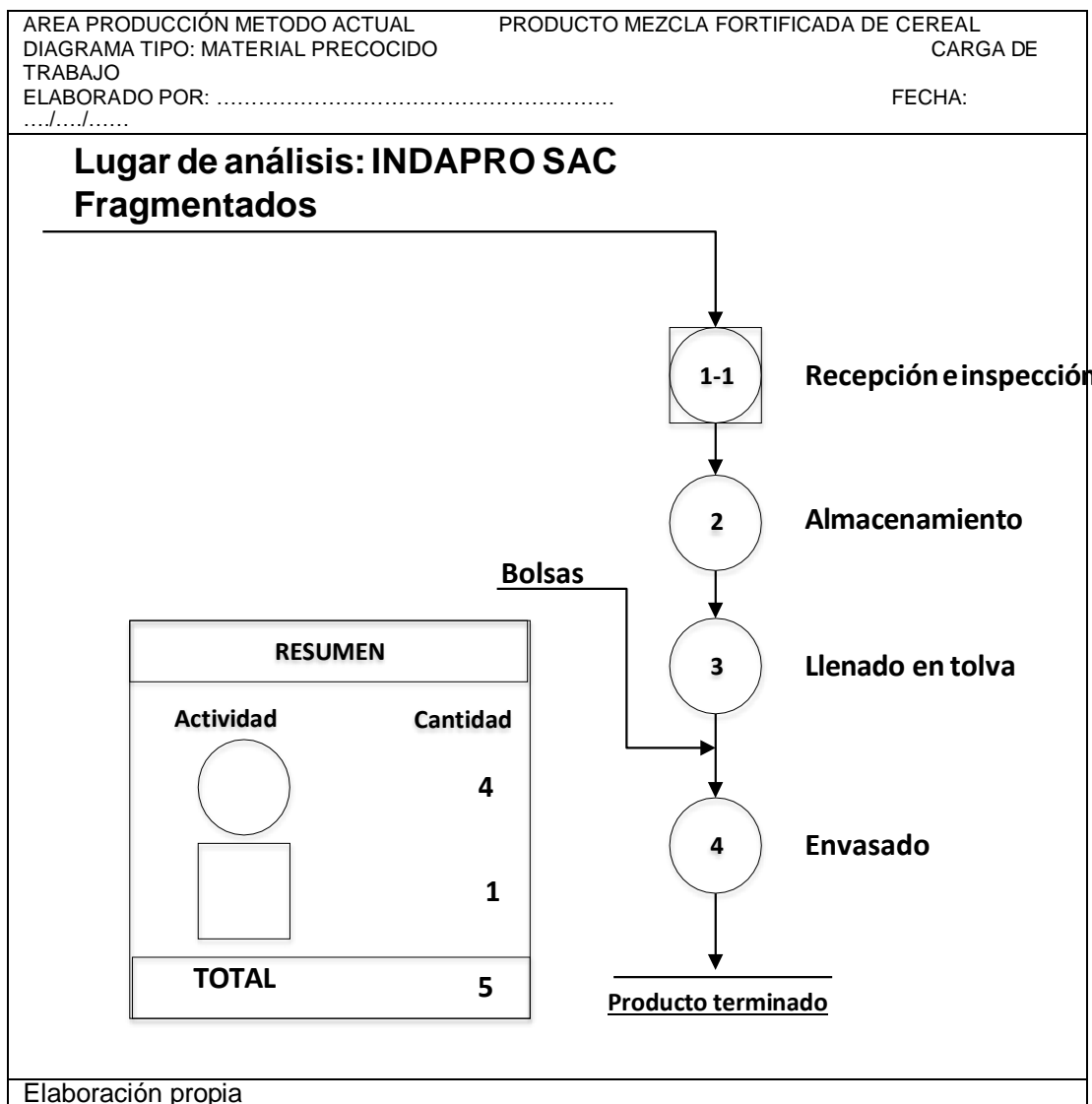
Se añaden vitaminas y minerales que, junto a los ya presentes en el cereal de forma natural, contribuyen a optimizar su valor nutricional.

Recubrimiento:

El recubrimiento consiste en añadir azúcar tostado o cacao según el sabor que se quiera obtener.

Envasado y etiquetado:

El producto es transportado a la envasadora, que lo introduce inicialmente en bolsas y luego en cajas. Los envases son de bolsa de plástico y cartón; los embalajes son de cartón en la mayoría de los casos.



Recepción de cereales MP:

En esta operación se hace la recepción e inspección de la materia prima para luego ser guardado en un almacén para mantenerse en condiciones adecuadas. La persona encargada en la recepción en cada

llegada de los productos inspecciona las características que tiene el empaque de la materia prima, así como la fecha de vencimiento, la humedad, el cerrado de los sacos y otras consideraciones que se toman al momento de recepcionar e inspeccionar.

Almacenamiento:

Es la etapa donde el producto es guardado a condiciones ideales del almacén, manteniéndose así la calidad del producto. Se almacena los productos para que luego los operarios puedan llevar al llenado en la tolva.

Llenado en la tolva:

El producto es transportado a la tolva para ser separado en porciones de un promedio de 1.00kg., luego ser embolsado. A esta operación se conoce como el fragmentado de los productos, es decir consiste en fragmentar los costales que son mayores a 50kg., a pequeñas porciones según requerimientos de los clientes, considerando para este proceso que el requerimiento del cliente es de peso de 1.00kg.

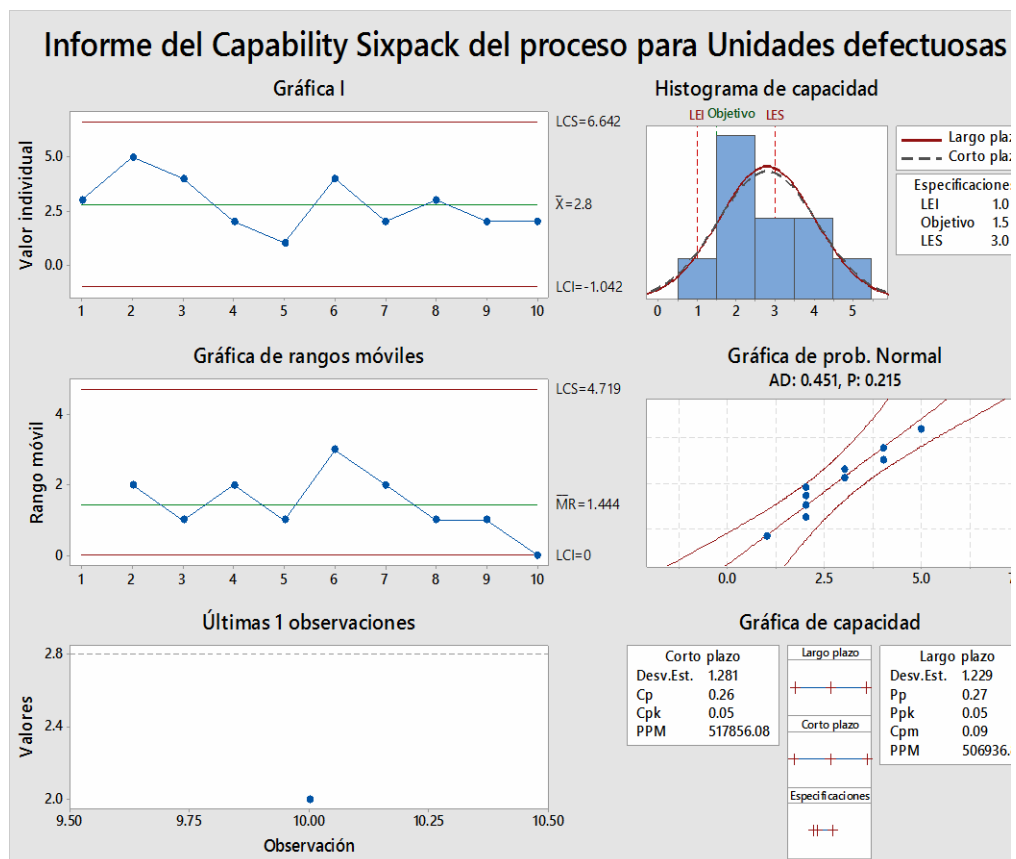
Envasado:

La operación de envasado consiste en llenar en bolsas de 1.00Kg los productos ya seleccionados de la tolva.

3.4.1.2 Análisis de la capacidad de recepción de la materia prima para el proceso de producción de pres cocidos y fragmentados.

En la siguiente gráfica N° 05 se presenta la variabilidad de los pesos de materia prima que los proveedores venden a la industria INDAPRO SAC, en la gráfica se mostrará el comportamiento de los pesos obtenidos en la industria. Esto permite conocer la variabilidad y los procesos de acuerdo a la capacidad normal que posee el almacén; las unidades ingresadas al almacén son como máximo en un lote de 300 unidades de 50 kg de materia prima.

Gráfica N°05
Inspección de un lote de 300 unidades de 50kg de los cereales



Fuente: INDAPRO SAC

Elaboración en Minitab 18

En el gráfico N°05, en el histograma de capacidad normal se encuentra desviada a la izquierda ya que no está cumpliendo con el objetivo de las políticas de límites máximos y mínimos permisibles en la operación de inspección de insumos. Los demás gráficos de control no se encuentra fuera de los rangos, por lo tanto, la operación de pesado no se encuentra con una variabilidad normal, en esto se debe mejorar la exactitud en el pesado cambiando de balanza analítica o tener un mayor control al momento de pesar.

3.4.1.3 Análisis de la capacidad del proceso de las mezclas fortificadas de productos pre cocidos, envasado de productos terminados.

En la gráfica N° 06 se tomó diario una muestra de 100 unidades de productos terminados de pre cocidos, salen con un promedio de 3.3 de productos defectuosos, mediante este promedio se procedió a verificar como resultado la siguiente gráfica de capacidad.

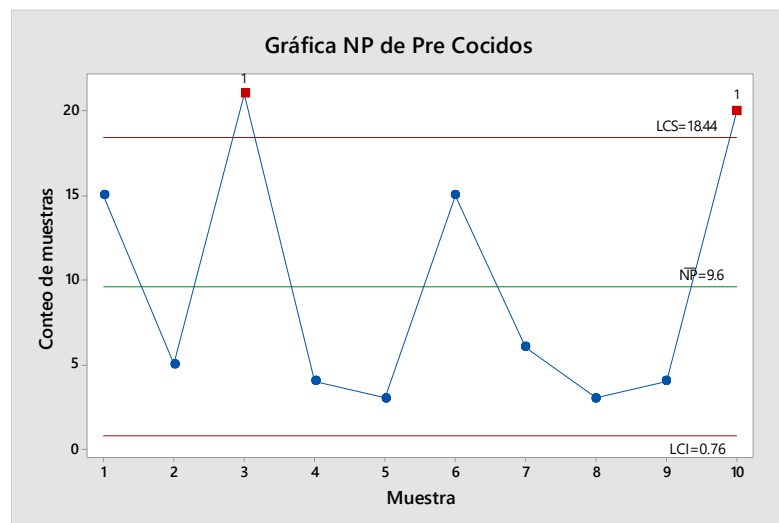
Tabla N°07

Análisis de productos con defectos de pre cocidos

Número de inspecciones	Lote	Defectuosos	pi	LCI	LC	LCS
1	100	13	0.13	0	13.00	23.09
2	100	9	0.09	0	13.00	23.09
3	100	12	0.12	0	13.00	23.09
4	100	8	0.08	0	13.00	23.09
5	100	11	0.11	0	13.00	23.09
6	100	16	0.16	0	13.00	23.09
7	100	18	0.18	0	13.00	23.09
8	100	12	0.12	0	13.00	23.09
9	100	16	0.16	0	13.00	23.09
10	100	15	0.15	0	13.00	23.09

Fuente: INDAPRO SAC
Elaboración en Minitab 18

Grafica N°06
Inspección de las bolsas de productos pre cocidos de 100
unidades



Fuente: INDAPRO SAC

Elaboración en Minitab 18

En la gráfica N° 06 se observa que los productos defectuosos no están en el límite según las especificaciones técnicas, algunas bolsas de producto terminado poseen defectos de producción; en la cual, en esta gráfica los resultados están alejados del objetivo promedio. Además, si

observamos la distribución normal, hay una cierta cantidad acumulada en lado derecho, esto quiere decir que hay algunos productos están fuera de las especificaciones técnicas de diseño. Se requiere necesariamente una mejora en el proceso de envasado, para entregar un producto de mayor calidad de tal manera esto permita disminuir las quejas por los consumidores.

3.4.1.4 Análisis de la capacidad del proceso de fragmentados

En este proceso se ha verificado los productos terminados de una muestra de 100 unidades que salen directamente para ser distribuidos a las instituciones. Se hizo estas verificaciones porque hay productos defectuosos y son rechazados por control de calidad, de tal manera según el área de calidad el objetivo es entregar productos con menos defectos a los clientes.

Tabla N°08

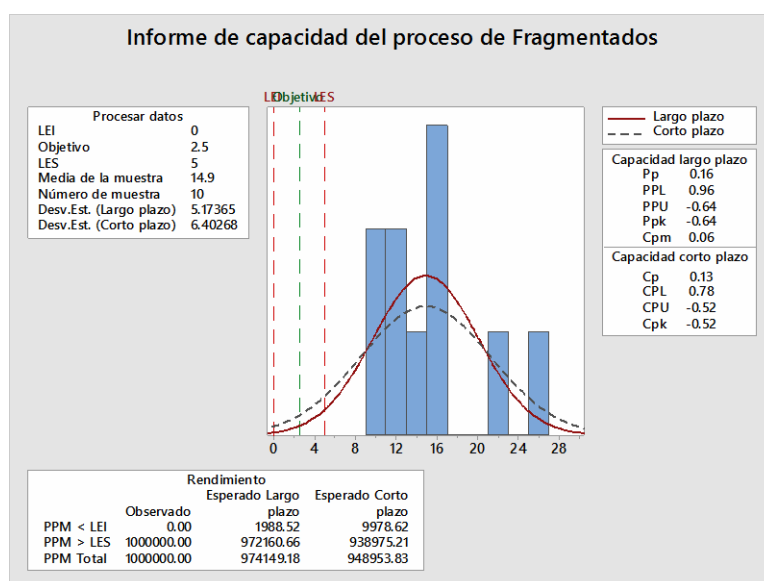
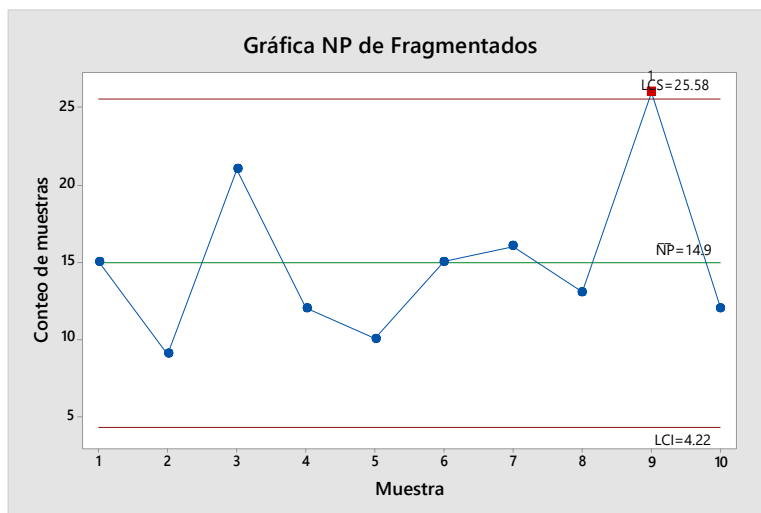
Análisis de productos con defectos de fragmentados

Número de inspecciones	Lote	Defectuosos	pi	LCI	LC	LCS
1	100	15	0.15	4.22	14.90	25.58
2	100	9	0.09	4.22	14.90	25.58
3	100	21	0.21	4.22	14.90	25.58
4	100	12	0.12	4.22	14.90	25.58
5	100	10	0.1	4.22	14.90	25.58
6	100	15	0.15	4.22	14.90	25.58
7	100	16	0.16	4.22	14.90	25.58
8	100	13	0.13	4.22	14.90	25.58
9	100	26	0.26	4.22	14.90	25.58
10	100	12	0.12	4.22	14.90	25.58

Fuente: INDAPRO SAC
Elaboración en Minitab 18

Gráfica N°07

Inspección de las bolsas de productos fragmentados de 100 unidades



Fuente: INDAPRO SAC

Elaboración en Minitab 18

En la gráfica N° 07 se observa que los productos defectuosos de los fragmentados no están en el límite según las especificaciones técnicas, algunas bolsas de producto terminado poseen defectos de producción; en la cual, en esta gráfica los resultados están fuera del objetivo

promedio, de mantener 0 o 2 productos con defecto. Además, si observamos la distribución normal, hay una cierta cantidad acumulada en lado derecho. Se requiere necesariamente una mejora en el proceso de envasado, para entregar un producto de mayor calidad de tal manera esto permita disminuir las quejas por los consumidores.

3.4.2 Cartas de control

Cualquier característica de calidad puede ser clasificada de forma binaria (defectuosa, no defectuosa) por lo que analizamos la cantidad de productos defectuosos en sub grupos de tamaño de muestra constante.

El número de muestra fue tomada de 100 unidades en el área de envasado, para este estudio se opta por utilizar la carta de tipo NP porque son productos que se rechazan o se aceptan en el proceso. Las muestras que se tomaron fue en el mes noviembre de 2017, las unidades defectuosas se considera como: las bolsas mal cerradas, exceso de peso, o que hayan tenido algún otro tipo de defecto en su proceso.

Tabla N°09

Análisis de productos con defectos de pre cocidos

Número de inspecciones	Lote	Defectuosos	pi	LCI	LC	LCS
1	100	13	0.13	0	13.00	23.09
2	100	9	0.09	0	13.00	23.09
3	100	12	0.12	0	13.00	23.09
4	100	8	0.08	0	13.00	23.09
5	100	11	0.11	0	13.00	23.09
6	100	16	0.16	0	13.00	23.09
7	100	18	0.18	0	13.00	23.09
8	100	12	0.12	0	13.00	23.09
9	100	16	0.16	0	13.00	23.09
10	100	15	0.15	0	13.00	23.09

Fuente: INDAPRO SAC

Elaboración en Minitab 18

En la tabla N° 06 se muestra que el límite inferior es de 0, y el límite superior 23.09 en la que se realizó el análisis de la producción.

3.4.3 Análisis de modo y efecto de falla

La metodología del análisis de modo y efecto de falla se utilizó para identificar las áreas de operaciones, procesos críticos o de riesgo con la finalidad aplicar un mejor control para evitar efectos no deseados.

Es de gran importancia elaborar este tipo de análisis porque con esto se identificó los riesgos del proceso de fabricación de precocidos, hidratados y fragmentados, que pueden ser ocasionados por algún actor durante el proceso, en base a esto podemos establecer técnicas de control para evitar las situaciones que las provocan.

En la siguiente tabla se presenta los resultados del análisis de causa efecto de falla realizado tomando en cuenta las "5 M".

Cuadro N°01

Análisis de modo y efecto de falla en el proceso de fabricación de los hidratados, precocidos y fragmentados de cereales y papillas

Agente	Modo de falla	Efecto	Causa	Método de detección	Acciones recomendadas
Maquinaria y equipo.	Mal controlado los sensores de pesado en el envasado	Productos terminados sin exactitud en peso	Mal calibrado la máquina de control de pesos de los cereales y papillas	Selección de productos	Elaborar mantenimiento preventivo y correctivo. Calibrar los sensores o cambiar por otro de mayor exactitud
Mano de obra	Falta de compromiso del personal por entregar productos de calidad	Bolsas de cereales (copos de cereales) molidos	Salarios bajos, falta de capacitación y sensibilización	Productos deformes o derramados	motivar al personal, crear un ambiente agradable mediante capacitaciones.
Materia prima	Inestabilidad en los proveedores	Variación en la calidad de las materias primas e insumos	Precios inestables, capacidad del proveedor.	Compra de producto	Fidelizar a los proveedores
Método	Método inadecuado en el descargado	Cereales muy molidos	Personal no comprometido, inexistencia de procedimientos	Selección de productos	Sensibilizar al personal, establecer el procedimiento.
	Variación en la dosificación	Papillas y cereales dañadas	Equipos mal calibrados.	Consistencia en el tostado	Mantenimiento a los equipos y/o adquisición de nuevos
Medio Ambiente	Ambiente de trabajo inadecuado	Contaminación de productos.	Mala distribución de planta	Ruptura y deterioro en los empaques	Aislar zonas por áreas de trabajo.

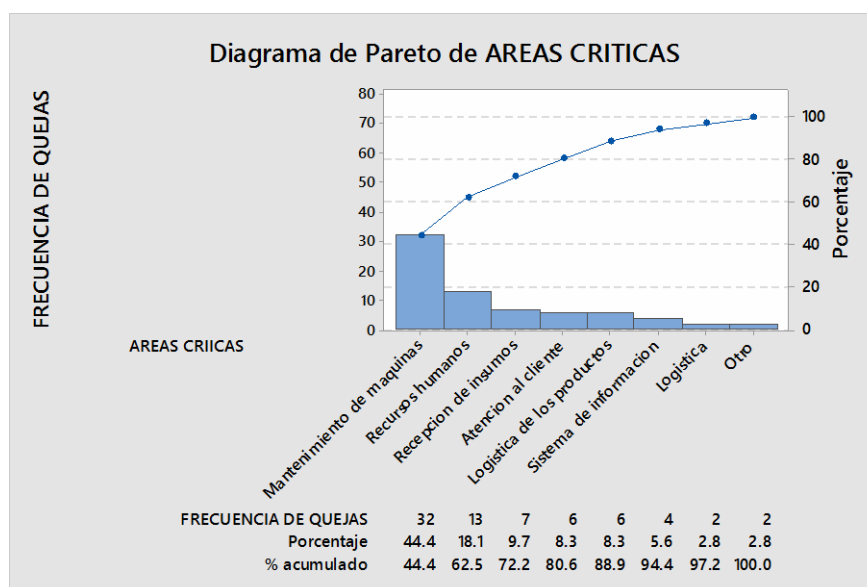
Fuente: INDAPRO SAC

En el cuadro N°01 el análisis hecho mediante las 5M para identificar el modo de falla, efecto, causa, método de detección y acciones recomendadas, por cada uno de los agentes (5M), el cuadro se trabajó de manera coordinada entre el área de producción y la gerencia de producción de la empresa.

3.4.4 Diagrama de Pareto

Para obtener información específica de las fallas que se presentan en el proceso se realizó el diagrama de Pareto de acuerdo a los procesos de hidratados precocidos y fragmentados; se utilizó el diagrama de Pareto, con esta herramienta se determinó que existen procesos con mayor oportunidad de mejora y éste análisis se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica N°08
Análisis de las áreas críticas para la producción de hidratados, precocidos y fragmentados – método Pareto



Fuente: INDAPRO SAC
 Elaboración en Minitab 18

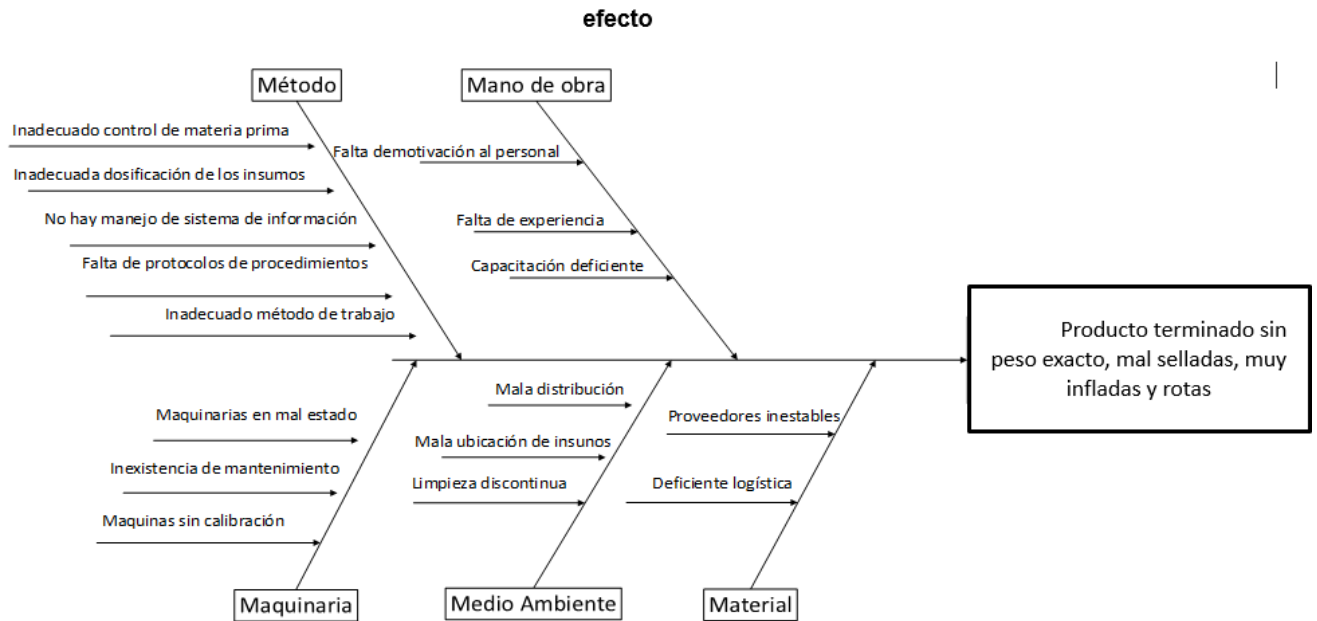
De acuerdo a los resultados que se obtiene del análisis de diagrama de Pareto se lee que el área de mantenimiento de máquinas es un área crítica que ocasiona los problemas del proceso de producción, básicamente en esta área es donde se planea y programa la calibración de las máquinas para su funcionamiento; puesto que depende mucho de la calibración de la máquina para producir los productos embolsados

con mayor exactitud. Los recursos humanos también son fundamentales ya que de ello depende para estar comprometidos en entregar productos de calidad al cliente.

☒

Gráfica N° 09

Análisis de las áreas críticas para la producción de hidratados, precocidos y fragmentados – Diagrama de causa



Fuente: INDAPRO SAC
Elaboración en Minitab 18

□

Para el diagrama de causa y efecto los resultados se identificaron mediante la metodología de lluvia de ideas sobre las causas que originan los productos no conformes de los hidratados, pre cocidos y fragmentados basado en la herramienta de las 5M, corroborando así los resultados del análisis de modo y efecto.

Por último, terminando el diagnóstico de la producción de hidratados, pre cocidos y fragmentados se puede concluir que la empresa necesitaba implementar mejoras para reducir los productos

defectuosos, reducir la variabilidad con respecto a algunas especificaciones técnicas. Los productos que presentaron fallas ocasionan disminución en las utilidades y las malas expectativas en el cliente, las fallas fueron encontradas en el área de mantenimiento de máquinas (mal control en el pesado y sellado de los productos) y en los recursos humanos (por la mínima capacitación al personal encargada del área de envasado). Por ese motivo hubo la necesidad de implementar mejoras en el mantenimiento de máquinas, la capacitación, incentivo, compromiso del recurso humano y mejora en el ambiente laboral.

3.5 DISEÑO DEL PLAN DE MEJORA

3.5.1 Objetivos

General.

Establecer e implementar herramientas de calidad para optimizar la variabilidad de productos no conformes.

Específico.

- Establecer y aplicarlas herramientas de mejora
- Obtener las mejoras en los procesos.

3.5.2 Área a implementar

En el ítem 3.4 de la presente tesis se identificaron los procesos y factores críticos que ocasionan la variabilidad en los procesos de producción de hidratados, pre cocidos y fragmentados, se determinó que, en la operación de envasado de producto para ser embolsado y sellado, los procesos acompañados a los factores de mano de obra, estado de los equipos y maquinarias y el ambiente de trabajo son las causas principales para la generación de productos defectuosos.

Básicamente viendo los resultados de los procesos y la situación actual en la empresa, se empieza a mejorar reduciendo el número de productos no conformes.

3.5.3. Acciones y Recursos necesarios

Acciones

- **Fidelización de los proveedores.**

Las acciones primordiales para empresa es fidelidad y compromiso con los proveedores, de esta forma se podrá tener poca variación en los insumos y los factores que afectan en la calidad de los hidratados, pre cocidos fragmentados de cereales y papillas que son los productos finales.

En esta acción claramente se busca la fidelización de los proveedores; para ello se debe tener cuidado en no ser tan dependiente porque esto podría ocasionar problemas en precio y disponibilidad a la hora de entrega. Para manejar todo este contexto es importante llevar el planeamiento y programación para realizar las compras de los insumos de proveedores reconocidos y en marcas definidas en los distintos insumos para la producción de hidratados, precocidos y fragmentados de cereales y papilla.

- **Capacitaciones al personal.**

En la presente tesis no solo basta plantear las mejoras en los procesos para la fabricación de hidratados, pre cocidos y fragmentados; sino también se debe tener en consideración el recurso humano que es un capital fundamental muy importante en toda empresa. Según el diagrama de causa efecto, uno de los factores que ocasionan la variabilidad en

los productos es el factor humano por lo que se plantea capacitar y motivar al personal con la finalidad de corregir, reforzar sus conocimientos, involucrar e identificarse con la empresa, todo esto se plantea con el objetivo obtener óptimos resultados, las capacitaciones serian en base a los siguientes temas:

- Procedimientos de trabajo.
- Motivación trabajo en equipo
- Calidad de servicio y compromiso institucional.

Por ello se plantea un programa de capacitación al personal, el cual debe desarrollarse al menos 4 veces al año con la finalidad de actualizar, reforzar sus conocimientos e involucrase en la mejora de la transformación del producto terminado y con la empresa.

- **Calibración y mantenimiento de equipos y maquinarias.**

El óptimo funcionamiento de los equipos es fundamental para evitar variaciones en los procesos de transformación de los productos. En el análisis de modo y efecto, se identificaron que los equipos y los dispositivos son mal calibrados. La realización de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias son indispensables para tenerlos en óptimas condiciones para su uso, el trabajo de calibración y

mantenimiento se deben realizar de manera periódica de acuerdo a su naturaleza.

Para mantener el control de los trabajos de mantenimiento de los equipos y maquinaria se proponen un formato de calibración, mantenimiento y renovación de equipos y maquinarias.

- **Recursos.**

Los recursos para una correcta implementación de las mejoras planteadas en el presente trabajo base fundamental para lograr los objetivos, desde el compromiso de la alta gerencia en temas de disponibilidad financiera, hasta el compromiso adquirido por los trabajadores en todos sus niveles.

- **Financieros.**

Los recursos financieros que garantizaran las acciones establecidas en el ítem 5.5.3 son los siguientes:

CUADRO N°02
RECURSOS FINANCIEROS PARA IMPLEMENTAR EL PLAN

N°	Acción	Recurso	Precio unitario	Cantidad	Precio total
1	Mantenimiento de tolvas	Personal técnico especialista	S/ 550.00	3	S/ 1,650.00
2	Mantenimiento de laminadoras	Personal técnico especialista	S/ 2,500.00	1	S/ 2,500.00
3	Mantenimiento de molinos de martillo	Personal técnico especialista	S/ 1,500.00	3	S/ 4,500.00
4	Calibración de la balanza industrial	Personal técnico especialista	S/ 2,200.00	2	S/ 4,400.00
5	Mantenimiento de las selladoras	Personal técnico especialista	S/ 1,500.00	2	S/ 3,000.00
6	Capacitación al personal	Capacitación al personal	S/ 600.00	4	S/ 2,400.00
	TOTAL				S/.22,350.00

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

- **Humanos.**

La importancia de los recursos humanos en todas las empresas se encuentra en su habilidad para responder favorablemente y con voluntad a los objetivos del desempeño y las oportunidades, estos esfuerzos ayudan a obtener satisfacción, tanto por cumplir con el trabajo en equipo o por mantener un ambiente favorable. Esto requiere que gente adecuada, con la combinación correcta de conocimientos y habilidades, se encuentre en el lugar y en el momento adecuados para desempeñar el trabajo necesario. Debido a lo mencionado la empresa tiene que fomentar un buen clima

laborar que les permite a los trabajadores desarrollar de la mejor manera sus actividades.

El fomento de un buen clima organización acompañado de capacitaciones e incentivos (no necesariamente económicos) lograremos que el personal se comprometa con el presente plan que busca reducir la variabilidad en el proceso de hidratados, pre cocidos y fragmentados de los cereales y papillas, evitando así los productos no conformes. Además, se conseguirá el compromiso del personal con los objetivos y metas de la empresa.

Por lo que se recomienda realizar actividades que generen un buen clima laboral.

3.5.4. Control.

La presente fase tuvo como objetivo verificar las mejoras y que éstas sean sostenibles en el tiempo. Durante el desarrollo de las actividades de la empresa se tiene que contar con registros **(Anexo 02)** para generar información que nos faciliten en identificar en tiempo real la situación de la producción, por ello se empleará la gráfica de control como herramienta principal de mejora, nos ayudara a identificar el porcentaje de productos defectuosos en cada lote, día, semana y mensual de producción.

Graficas de control para el número de productos defectuosos.

Para llevar el control de los productos defectuosos producidos, un operario responsable registrara y llevará el control permanente tomando muestras aleatorias durante un día de producción, el objetivo es mantener el número de productos defectuosos por debajo de 5 unidades por cada 100 unidades de pre cocidos, 5 unidades por cada 100 unidades de fragmentados, así mismo se podrá apreciar la tendencia de la producción, para mantener la producción estable el operador tendrá que realizar y/o solicitar la calibración, mantenimiento y/o renovación de un equipo o maquinaria.

3.5.5. Resultados obtenidos.

Durante el desarrollo de la tesis se realizó un diagnóstico de la situación de los procesos durante la producción de los productos hidratados, pre cocidos y fragmentados, se logró identificar las causas de la variabilidad en los productos, la capacidad del proceso con mayor variabilidad, son pesado, sellado y embolsado, por ende, son éstos los principales procesos que generan los productos defectuosos.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los datos tomados antes de la implementación de las mejoras los resultados obtenidos con las mejoras implementadas bajo la metodología seis sigma:

CUADRO N° 03

Valores antes de la implementación del plan de mejora

Productos	Proceso	Unidad	Promedio	Desviación Estandar
Precocidos	Verificación de producto terminado	Unidades	13	3.23
Fragmentados	Verificación de producto terminado	Unidades	14.9	5.17

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

En el cuadro N° 04, se muestra los resultados obtenidos en los procesos una vez aplicado las mejoras:

CUADRO N°04

Valores después de la implementación del plan de mejora

Productos	Proceso	Unidad	Promedio	Desviación Estandar
Precocidos	Verificación de producto terminado	Unidades	1.6	0.52
fragmentados	Verificación de producto terminado	Unidades	1.7	0.8

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

En el cuadro N° 05 se muestra las variaciones sucedidas entre el desarrollo de los procesos sin y con la mejora implementada:

Cuadro N°05

Valores comparativos de la variabilidad en el proceso de producción antes y después de la implementación del plan de mejora

Productos	Proceso	Desviación Estandar (sin mejora)	Desviación Estandar (con mejora)	Variación en %
Precocidos	Verificación de producto terminado	3.23	0.52	83.9%
Fragmentados	Verificación de producto terminado	5.17	0.8	84.5%

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Viendo los resultados en el cuadro anterior, las desviaciones estándar en cada uno de los procesos disminuyeron en gran porcentaje, esto quiere decir que los procesos se encuentran más estables, significa que el objetivo de reducir la variabilidad de los procesos mediante la metodología seis sigma se ha mejorado notablemente esta variación, las cuales se ven reflejados en el incremento de las utilidades de la empresa respecto a la fabricación de hidratados, pre cocidos y fragmentados.

3.5.6. Contrastación de Hipótesis.

El despliegue del plan de reducción de variabilidad basado en la metodología seis sigma permitirá reducir la variabilidad del proceso de producción de hidratados, pre cocidos y fragmentados en la empresa INDAPRO S.A.C

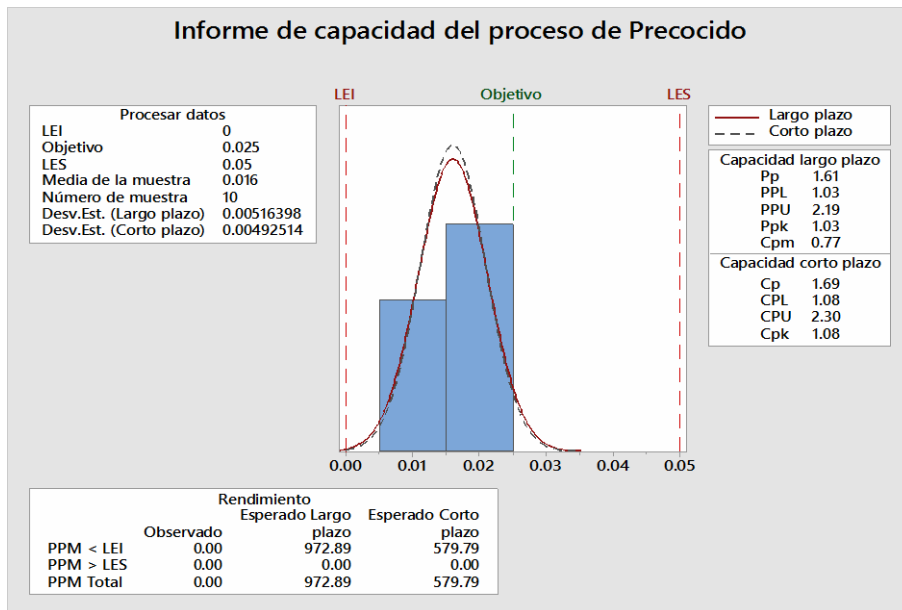
Después de haber implementado la mejora como parte de la etapa de la metodología seis sigma en el proceso de producción de productos Pre cocidos y Fragmentados en la empresa INDAPRO SAC, se verifica la reducción de la variabilidad, en un 83.9% en los Pre cocidos y en un 84.5% para los Fragmentados, donde los valores de la capacidad de procesos (cp) se encuentran en un nivel aceptable de trabajo.

Expuesto lo anterior podemos deducir que la hipótesis se prueba.

3.6 Discusión de resultados

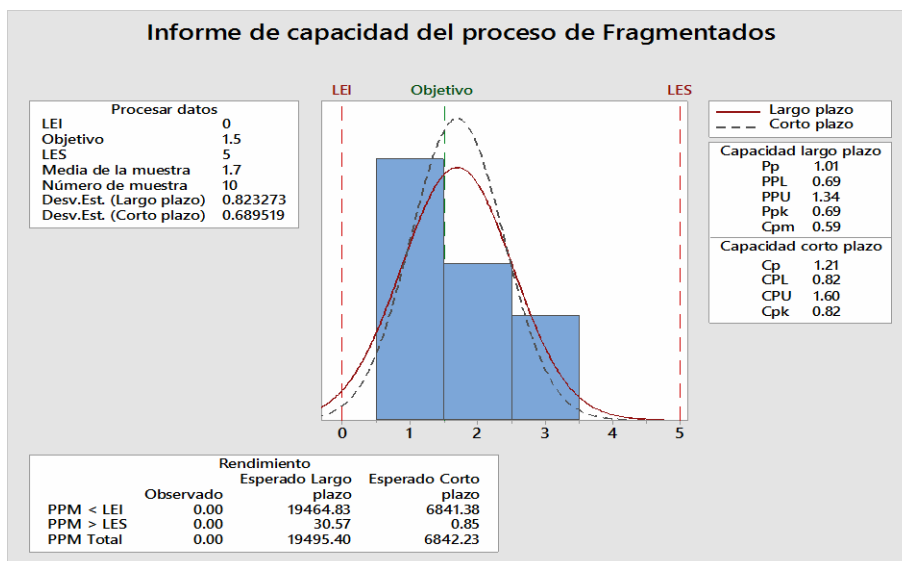
A continuación se muestran los gráficos N° 11 y 12, donde describe los resultados obtenidos después de la implementación de la mejora continua, bajo la metodología seis sigma.

Gráfico N° 10



Fuente: INDAPRO SAC
Elaboración en Minitab 18

Gráfico N° 11



Fuente: INDAPRO SAC
Elaboración en Minitab 18

En el Grafico N° 11 observamos que en el proceso de producción de pre cocidos, la cantidad de productos defectuosos tomados de las muestras se encuentran bajo en condiciones estables del proceso, a la vez que hubo una notable reducción de defectos, lo mismo sucedió para el producto de Fragmentados (grafica N° 12).

Con respecto a la línea de productos hidratados, no se tomaron datos, ni se realizó la aplicación seis sigma, debido a que la empresa ya no elabora estos productos.

En el siguiente cuadro se realiza la contratación de resultados obtenidos antes y después de la aplicación de la mejora, bajo la metodología seis sigma.

Cuadro N° 06

Datos comparativos sin mejora y con mejora

PRODUCTOS	SIN MEJORA		CON MEJORA	
	Cp	Desviación Estándar	Cp	Desviación Estándar
Pre cocidos	0.26	3.23	1.69	0.52
Fragmentados	0.13	5.17	1.21	0.80

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

Interpretación:

En la línea de pre cocidos, el valor Cp (capacidad de proceso) antes de la mejora tiene un valor de 0.26, encontrándose en un nivel crítico según la tabla de interpretación cualitativa del índice Cp, luego de la mejora el valor aumenta a 1.69, lo que significa que el proceso de producción se encuentra en un nivel adecuado de calidad que permitirá la optimización de recursos de la empresa y la satisfacción del cliente, requiriendo de un control estricto en los procesos de producción.

En la línea de Fragmentados, el valor Cp (capacidad de proceso), antes de la mejora tiene un valor de 0.13, encontrándose en un nivel crítico según la tabla de interpretación cualitativa del índice Cp, luego de la mejora el valor aumenta a 1.21, lo que significa que el proceso de producción ya se encuentra en un nivel adecuado de calidad permitiendo a la organización un mejor manejo de todo sus recursos y alcanzando la satisfacción del cliente que es uno de los aspectos primordiales.

En la línea de pre cocidos con respecto a la variación, en el cuadro N° 06 se observa que la variación antes de la mejora tiene un valor de 3.23, que nos indica que los productos defectuosos están fuera de los límites establecidos, según la política de calidad de la empresa, con la implementación de la mejora esta variación disminuye a 0.52, lo cual indica que se redujo muy notablemente acercándose a cero defectos donde quieren llegar la mayoría de las organizaciones.

En la línea de fragmentados con respecto a la variación, en el cuadro N° 06 se observa que la variación antes de la mejora tiene un valor de 5.17, que nos indica que los productos defectuosos están fuera de los límites establecidos según la política de calidad de la empresa, con la implementación de la mejora la variación disminuye a 0.8, lo cual indica que se encuentra en un nivel aceptable con respecto a la política de la empresa.

Contrastaremos los resultados obtenidos por los investigadores citados en los antecedentes del marco teórico de la presente investigación con los resultados de nuestra investigación:

Portillo Echegoyen, Ruddy Abel y Quintanilla Rodríguez, Alcir Gustavo en su tesis titulada “Propuesta de aplicación de la filosofía seis sigma a las empresas certificadas con ISO 9000 y orientadas al procesamiento de plásticos” concluyeron que la propuesta de implementación de la filosofía Seis Sigma, presentada, ejemplifica la capacidad de adaptabilidad con que cuenta el mapa de dicha filosofía, al amoldarse a la idiosincrasia de la empresa, su cultura interna, sus valores y la curva de aprendizaje de su recurso humano, creando una identidad propia de aplicación, gracias al conjunto de herramientas y principios que generan una flexibilidad en su implementación, todo ello con la visión de crear una estrategia de corto, mediano y largo plazo con objetivos claros y medibles basados en la categorización de los niveles de sigma.

Por otra parte, Leandro Barahona Castillo y Jessica Navarro Infante en su tesis titulada “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología lean seis sigma”, concluyeron que “Con las mejoras de Seis sigma se logra disminuir la capa de zinc de 330 g/m² a 274.7 g/m². Las mejoras de lean manufacturing se ven reflejadas en un flujo continuo del proceso, al reducir las paradas y las vibraciones de los equipos, lo cual es un soporte para los niveles de velocidad de operación propuestos en la fase anterior. De esta forma, el proyecto de Lean Seis Sigma con una duración de un año, tiene una inversión de 43,166 dólares y genera un ahorro anual de

80,454.6 dólares. Se concluye que el proyecto es rentable dado que presenta un valor actual neto de 17,799.40 dólares y una tasa interna de retorno de 66%”.

Mientras que en nuestra investigación titulada “Reducción de la variabilidad en el proceso de producción de hidratados, pre cocidos y fragmentados bajo el método seis sigma en la empresa INDAPRO SAC Huánuco 2017” concluimos que se realizó el análisis exploratorio de los datos históricos y actuales del proceso de producción para cuantificarlo y determinar las medidas de posición, dispersión y formar las variables de calidad, en base a ello se determinó que en la operación de revisado de producto final y los procesos acompañados a los factores de la mano de obra, estado de los equipos, maquinarias y el ambiente de trabajo son las causas principales para la generación de productos defectuosos en dicha empresa. Además “Se logró conseguir la mejora en las operaciones para producir los productos hidratados, precocidos y fragmentados, tal como se muestra en el siguiente cuadro”.

Cuadro N°05
**Valores comparativos antes y después de la implementación
del plan de mejora**

Productos	Proceso	Desviación Estandar (sin mejora)	Desviación Estandar (con mejora)	Variación en %
Precocidos	Verificación de producto terminado	3.23	0.52	83.9%
Fragmentados	Verificación de producto terminado	5.17	0.8	84.5%

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

De los resultados en el cuadro se puede concluir que en la línea de precocidos la desviación estándar disminuyó en un 83.9% en ambos casos hubo una mejora y en la línea de fragmentados disminuyó en un 84.5%.

3.7 CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis exploratorio de los datos históricos y actuales del proceso de producción de los hidratados, precocidos y fragmentados, para cuantificarlo y determinar las medidas de posición, dispersión y formar las variables de calidad, en base a ello se determinó que en la operación de envasado y los procesos acompañados a los factores de la mano de obra, estado de los equipos, maquinarias y el ambiente de trabajo son las causas principales para la generación de productos defectuosos.
- Se desplegaron herramientas de la calidad que nos permitió medir la capacidad y variabilidad del proceso de producción de los productos hidratados, precocidos y fragmentados, mediante las características claves de los que requieren el cliente del producto final.
- Se alineó, capacitó y organizó a todo el equipo de la empresa (capital humanos y financieros) para llevar a cabo las mejoras en toda la producción.
- Se hizo monitoreo con gráficos de control estadístico, para ver el comportamiento de la variabilidad en lo real a través del tiempo.
- Con respecto a las mejoras que se aplicaron a lo largo de todo el proceso producción, con las herramientas de control de la variabilidad, seguimiento e inspección del proceso, se logró reducir el porcentaje de productos no conformes.

3.8 RECOMENDACIONES

- Para garantizar el control y la adecuada nivelación de productos defectuosos a lo largo de todo el proceso de producción de los hidratados, precocidos y fragmentados es necesario implementar los formatos de control estandarizados para cada proceso en la línea de producción.
- Los encargados de la producción deben hacer un seguimiento continuo a todos los procesos y operaciones para así evitar errores o fallas que se podrían ocasionar en la línea de producción.
- Realizar capacitaciones continuas de mejora para no olvidar que lo importante para el cliente es entregar un producto con cero defectos.

3.9 BIBLIOGRAFÍA

- Augusto Bernal C. Metodología de la investigación. México: Pearson Prentice Hall; 2006.
- Carrasco Díaz S. Metodología de la investigación científica. Perú: San Marcos; 2006.
- Eckes, George 2004 El Six Sigma para todos. Bogotá: Norma.
- Escalante, Edgardo 2003 *Seis-Sigma: metodología y técnicas*. México, D.F.: Limusa
- Escalante, Edgardo J. Seis sigma: Metodología y técnicas. México: Limusa; 2008.
- García Fernández R. La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa. Alicante: Editorial Club Universitario, 2010
- Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad total y productividad. México, McGraw-Hill/Interamericana editores, 2010.
- Hernández Sampieri R, Fernández Collao C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación.4ª ed. México: McGraw Hill;2008
- Herrera Acosta, Roberto y Fontalvo Herrera, Tomás. Seis Sigma: un enfoque práctico. Bogotá, CO: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2011. ProQuest ebrary. Web. 22 December 2016.
- Krajewski, Lee; Ritzman, Larry y Malhotra, Manoj. Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación. 2008.
- Lefcovich, Mauricio 2009 *Seis SIGMA "Hacia un nuevo paradigma en gestión"*. Buenos Aires: El Cid Editor.
- Pérez Marqués M. Metodología seis sigma a través de Excel. México DF: Editorial Alfaomega, 2011
- Vargas, Martha y Aldana, Luizángela. Calidad y servicio, conceptos y herramientas. Colombia: ECOE Ediciones; 2012.

ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERA INDUSTRIAL

**REDUCCION DE LA VARIABILIDAD EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE HIDRATADOS, PRECOCIDOS Y
FRAGMENTADOS BAJO EL MÉTODO SEIS SIGMA EN LA
EMPRESA INDAPRO S.A.C. HUÁNUCO 2017**

TESISTAS: Bach. Ing. Ind. Ruberth Cesar Ortiz Jara
Bach. Ing. Ind. Limber Ortiz Jara

ASESOR:

HUANUCO – PERÚ
2017

I. GENERALIDADES

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Reducción de la variabilidad en el proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados bajo el método seis sigma en la empresa INDAPRO S.A.C. Huánuco 2017

TESISTAS: Bach. Ing. Ind. Ruberth Cesar Ortiz Jara
Bach. Ing. Ind. Limber Ortiz Jara

ASESOR: Dr. Jorge R. Hilario Cárdenas

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes y fundamentación del problema.

La alimentación es una actividad crucial en la vida de los seres humanos, de ella depende su vida su salud y el quehacer cotidiano en todas sus facetas, el ritmo de vida actual casi no da tiempo para que las familias puedan preparar sus alimentos en casa, razón por la cual, se suelen comprar alimentos preparados o semi preparados para su consumo, es por ello que la industria mundial de alimentos preparados ha crecido ostensiblemente en las últimas décadas, a tal punto que existe bastante competencia, en términos de Michael Porter la intensa rivalidad del sector está en clara evidencia, es por esta razón que los clientes tienen para elegir entre una diversidad de productos semejantes. La competencia generada de esta manera no es exclusiva solo de países norteamericanos y europeos, también sucede en nuestro país, es más, los clientes cada vez en mayor proporción se van dando cuenta de la importancia que tienen la calidad de los alimentos en su vida, y por esta razón es que son más exigentes, ante este panorama a las organizaciones industriales no les queda otra alternativa que ir incorporando de manera sistemática herramientas de gestión de la producción y herramientas de gestión administrativa que garanticen que se están haciendo bien las cosas, el despliegue de las buenas prácticas de manufactura (BPM), la implantación de sistemas de inocuidad de los alimentos como el HCCAP, el diseño e implantación de los sistemas integrados de gestión involucrando a los sistemas de calidad, seguridad y salud ocupacional y de medio ambiente, entre otros son muestra inequívoca que se quiere satisfacer las expectativas de un mercado, cada vez, más exigente, en la ciudad de Huánuco se observa un comportamiento semejante al del resto del país, se está venciendo la resistencia que tienen los empresarios al hecho de invertir en tecnología blanda, a poder implementar estas nuevas

tecnologías que le permitirán tener una mayor calidad respecto a la satisfacción del cliente, en este contexto en la empresa INDAPRO S.A.C. en la que se fabrican productos alimenticios hidratados, precocidos y fragmentados, se ha podido observar que los productos finales no tienen el mismo peso, color sabor, es decir no hay homogeneidad en los productos finales, lo que a su vez produce descontento y reclamos, además se puede ver que los procesos se llevan a cabo sin métodos estandarizados, ello abarca desde el proceso de recepción de materia prima e insumos, hasta el producto final, también se nota la ausencia de un plan de mantenimiento de las maquinarias, como consecuencia se tienen paros inesperados, por fallas y desperfectos, así mismo la limpieza del local necesita ser mejorada, las causas de lo observado radicaría en la falta de métodos estandarizados para la producción, empleo de buenas prácticas de manufactura, estudio de distribución de planta y en base a éste determinar las necesidad optimas de espacio y de ventilación; si estas causas no son neutralizadas de manera inmediata se corre el riesgo que las condiciones de producción se sigan deteriorando y con ello el descontento de los clientes siga en aumento y si esta situación persiste su permanencia en el mercado se pude ver afectada, ante esta situación proponemos realizar una investigación referida a la reducción de la variabilidad en el proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados bajo el método seis sigma en la empresa INDAPRO S.A.C.

2.2. Formulación del problema.

PROBLEMA GENERAL:

¿Cuál será el diseño del plan que permita reducir la variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados bajo el método seis sigma en la empresa INDAPRO S.A.C.

2.3. Objetivos

General

Reducir la variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados bajo el método seis sigma en la empresa INDAPRO S.A.C.

Específicos

- a) Recopilar datos históricos y actuales del proceso productivo procesarlos y determinar sus medidas de posición, dispersión y formar las variables de calidad.
- b) Diagramar el proceso productivo, estandarizarlo; identificar sus puntos de medición y fuentes de variación.
- c) Valorar la capacidad del proceso, caracterizando e identificando los requisitos claves del cliente, las características claves del producto y los parámetros que afectan el desarrollo del proceso.
- d) Identificar la relación causa efecto entre las variables de entrada y salida del proceso con el objeto de predecir, mejorar y optimizar su desempeño.
- e) Diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar el mejoramiento continuo del proceso productivo.

2.4. Justificación e importancia.

Justificación

Teniendo presente que las justificaciones de una investigación pueden ser de orden teórica, práctica o metodológica, la tesis a desarrollar tiene justificación práctica (Bernal: 2005, 104) ya que propone la reducción de la variabilidad en el proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados bajo el método seis sigma en la empresa INDAPRO S.A.C.

Importancia

La importancia de la tesis que se propone realizar radica en el hecho que se reducirá la variabilidad en el proceso de producción de hidratados, precocidos y fragmentados bajo el método seis sigma, ésta situación permitirá que los problemas enunciados en el planteamiento del problema de este proyecto de investigación, sean atenuados y desaparezcan, mejorando con ello el desempeño productivo de la empresa.

2.5. Limitaciones

Por el momento no se han podido determinar limitaciones, para el desarrollo de la presente investigación.

2.6 Viabilidad

El desarrollo de la presente investigación se cuenta con el apoyo y permiso de la empresa para el acceso a la información, así como el acceso a la planta de producción, y el financiamiento de todo el trabajo de investigación estará a cargo de los tesisistas. Por lo tanto consideramos que la investigación propuesta es viable.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES

Presentado por Portillo Echegoyen, Ruddy Abel y Quintanilla Rodríguez, Alcir Gustavo para optar el grado de ingeniero industrial. De Soyapango, El Salvador, Centroamérica, 2004. Titulada “Propuesta de aplicación de la filosofía seis sigma a las empresas certificadas con ISO 9000 y orientadas al procesamiento de plásticos”. Como objetivo se formuló “Desarrollar una propuesta de Aplicación de la Filosofía Seis Sigma, a una empresa orientada al procesamiento de plásticos y Certificada con ISO 9000”. Finalizada la investigación se concluye que “La propuesta de implementación de la filosofía Seis Sigma, presentada, ejemplifica la capacidad de adaptabilidad con que cuenta el mapa de dicha filosofía, al amoldarse a la idiosincrasia de la empresa, su cultura interna, sus valores y la curva de aprendizaje de su recurso humano, creando una identidad propia de aplicación, gracias al conjunto de herramientas y principios que generan una flexibilidad en su implementación, todo ello con la visión de crear una estrategia de corto, mediano y largo plazo con objetivos claros y medibles basados en la categorización de los niveles de sigma. Así mismo, las empresas que tienen certificación ISO 9000, cuentan con una ventaja a la hora de decidir implementar Seis Sigma, ya que cuentan con una plataforma de aseguramiento de la calidad con enfoque en el cliente, que le permite gestionar la implementación de la filosofía con mayor facilidad.”

Así mismo, en Quito-Ecuador, 2009 de la Universidad de Las Américas. Francisco vacas y Juan Loayza para optar el título de Ingeniero en Producción Industrial elaboraron una tesis titulada “Plan de mejora en el proceso de preparación de conservas en una industria alimenticia aplicando la metodología de seis sigma”. Se plantea un mejoramiento continuo que ayuda a la industria a tener mayor satisfacción en los clientes reducir los costos notablemente, lo que conlleva a, la empresa a tener un mayor progreso. Aquí toman

importancia las herramientas Seis Sigma ya que ayudarán a cumplir con lo anteriormente expuesto. El proyecto de Seis Sigma asegura un mejor control de los procesos para no volver a cometer los mismos errores con el fin de seguir mejorando cada día. Seis sigma busca continuamente llegar a eliminar total o parcialmente los errores, incluye una cantidad de herramientas de análisis las cuales ayudan a determinar causas y alternativas de solución.

Leandro Barahona Castillo y Jessica Navarro Infante para optar el Título de Ingeniero Industrial, de la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. Titulada “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología lean six sigma”. Como objetivo se plantea “Reducir el alto consumo de zinc y disminuir las devoluciones de productos fuera de especificación y con defectos.” Como conclusión, se expresa que “Con las mejoras de Six sigma se logra disminuir la capa de zinc de 330 g/m² a 274.7 g/m². Las mejoras de lean manufacturing se ven reflejadas en un flujo continuo del proceso, al reducir las paradas y las vibraciones de los equipos, lo cual es un soporte para los niveles de velocidad de operación propuestos en la fase anterior. De esta forma, el proyecto de Lean Six Sigma con una duración de un año, tiene una inversión de 43,166 dólares y genera un ahorro anual de 80,454.6 dólares. Se concluye que el proyecto es rentable dado que presenta un valor actual neto de 17,799.40 dólares y una tasa interna de retorno de 66%.”

3.2. FUNDAMENTO TEÓRICO

3.2.1. PROCESO

3.2.1.1. Definición

Eckes (2004), define proceso como una secuencia de actividades coordinadas que se realizan bajo ciertas circunstancias con un fin determinado: generar productos o servicios. Dos características esenciales de todo proceso son:

- Variabilidad del proceso. Al repetir un proceso se producen ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas, que a su vez, generan variabilidad en los resultados del mismo. Ejemplo: cada vez que se estampa un tornillo la característica longitud varía ligeramente.
- Repetitividad del proceso. Los procesos se crean para producir un resultado. Esta característica de repetitividad permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo.

3.2.1.2. CLASES DE PROCESOS

Según Krajewski (2008), los procesos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Según el tipo de flujo del producto
 - En línea: Se caracteriza por su diseño orientado a producir un bien o servicio. Posee altos niveles de eficiencia; sin embargo, tiene poca adaptación para fabricar otros productos y exige bastante cuidado para mantener balanceada la línea de producción, pues el paro de una máquina ocasiona un cuello de botella que afecta a las operaciones posteriores.
 - Intermitente: Se organizan en centros de trabajo, donde se agrupan las máquinas similares. Su producción es por lotes a intervalos intermitentes, donde el producto solo pasa por

el centro de trabajo que requiere. De esta manera, se pueden producir gran variedad de productos.

Por proyecto: Su producción es única, lo que conlleva diseñar un proceso único para cada proyecto.

- Según el tipo de servicio para clientes
Reducción para inventarios.
Producción para subir pedidos.

3.2.2. CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD

Humberto Gutiérrez (2010) describe cada término y la relación que existe entre cada uno de ellos. Dicha descripción se presenta en las siguientes líneas.

3.2.2.1. Competitividad y mejora de calidad

La competitividad se entiende como la capacidad de una empresa para generar un producto o servicio de mejor manera que sus competidores. Esta capacidad resulta fundamental en un mundo de mercados globalizados, en los que el cliente por lo general puede elegir lo que necesita de entre varias opciones. Así, cada vez más las organizaciones, ya sea un fabricante, un hotel, una escuela, un banco, un gobierno local o un partido político, compiten por los clientes, por los estudiantes, por los recursos de apoyo, etc. Esto lleva a que las compañías busquen mejorar la integración e interrelación de sus diversas actividades.

Un punto de partida básico es saber que los elementos significativos para la satisfacción del cliente, y con ello para la competitividad de una empresa, están determinados por la calidad y los atributos del producto, el precio y la calidad del servicio (que incluye el tiempo de entrega de los productos o servicios). Se es más competitivo cuando se ofrece mejor calidad a bajo precio y con un buen servicio. La calidad está dada por las características, los atributos y la tecnología del producto mismo; en tanto, el precio es lo que el consumidor

final paga por el bien, y la calidad del servicio la determina la forma en que el cliente es atendido por la empresa. Un asunto cada vez más crítico en relación con la calidad del servicio es la rapidez con la que se hacen las cosas, lo cual influye en el tiempo de entrega (lapso que transcurre desde que el cliente pide el producto hasta que se le entrega). La rapidez con la que se hacen las cosas resulta fuertemente influida por la eficacia y coordinación de las diferentes tareas, y por dejar de hacer actividades que no agregan valor al producto.

Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Algunos ejemplos de procesos son: la facturación, las compras, las etapas de la manufactura de un producto, etcétera.

De manera tradicional, se creía que la calidad, el precio y el tiempo de entrega eran objetivos antagónicos en el sentido de que se podía mejorar cualquiera de los tres sólo en detrimento de los otros dos. De hecho, algunas organizaciones siguen actuando a partir de la creencia de que mejorar la calidad implica necesariamente un precio más alto y un mayor tiempo de producción del bien o servicio. Sin embargo, cada día hay más empresas en las que se sabe que la calidad y la mejora de los diversos procesos influyen positivamente en los tres factores. Es decir, cada vez hay más compañías que actúan sabiendo que el productor de mejor calidad tiene costos totales más bajos, mientras que el productor de más mala calidad tiene costos totales más altos, ya que cuando se tiene mala calidad en las diferentes actividades y procesos, hay equivocaciones y fallas de todo tipo, por ejemplo:

- Reprocesos y retrasos.
- Pagar por elaborar productos malos.
- Aros y fallas en el proceso (fallas en facturación, programación y producción)

- Desperdicios (espacios, materiales, movimientos, actividades, productos).
- Una inspección excesiva para tratar de que los productos de mala calidad no salgan al mercado.
- Reinspección y eliminación de rechazo.
- Más capacitación, instrucciones y presión a los trabajadores.
- Gastos por servicios de garantía por fallas del producto y por devoluciones o reclamos.
- Problemas con proveedores.
- Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas.
- Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa.

La característica común de cada uno de los aspectos anteriores es que implican más gastos y menos ingresos. A los encargados de la inspección, que recuperan los retrasos y atienden reclamaciones y servicios de garantía, hay que pagarles y, además, usan máquinas, espacios, energía eléctrica y requieren personas que los coordinen. Así, la mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos, sino también mayores costos y, por lo tanto, no se puede competir en calidad ni en precio, mucho menos en tiempos de entrega, ya que un proceso con mal funcionamiento es errático e inestable, y no se puede predecir.

Por otra parte, al mejorar los diversos procesos se logra una reacción en cadena que trae importantes beneficios; por ejemplo, se reducen los reprocesos, los errores, los retrasos, los desperdicios y los artículos defectuosos; disminuye la devolución de artículos, las visitas de garantía y las quejas de los clientes. Al lograr tener menos deficiencias se reducen los costos y se liberan recursos materiales y humanos que se pueden destinar a elaborar más productos, resolver otros

problemas, reducir los tiempos de entrega o proporcionar un mejor servicio al cliente, con lo que se incrementaría la productividad y los empleados estarían más contenta con su trabajo. Lo anterior fue presentado por primera vez en 1950 por Edwards Deming, a un grupo de industriales japoneses. En resumen, la competitividad se define como la capacidad de una empresa de generar valor para el cliente, los proveedores y los accionistas, de mejor manera que sus competidores. Esta capacidad se manifiesta por:

- Calidad y diferenciación del producto o servicio.
- Precio y términos de pago.
- Calidad en el servicio, que incluye tiempos, oportunidad y flexibilidad de entrega, además de apoyo en refacciones y reparaciones, soporte en capacitación para el uso del producto y para conocer sus potencialidades.

3.2.2.2. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

Respecto a la calidad existen varias definiciones; por ejemplo, para Juran (1990): “Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente”. Por su parte, la American Society for Quality (ASQ) señala: “Calidad es un término subjetivo para el que cada persona o sector tiene su propia definición. En un sentido técnico, la calidad puede tener dos significados: 1) son las características de un producto o de un servicio que influyen en su capacidad de satisfacer necesidades implícitas o específicas; 2) Es un producto o un servicio libre de deficiencias”. Por su parte, la norma ISO-9000:2005 define calidad como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”, entendiendo requisito como una necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

En términos menos formales, la calidad la define el cliente, ya que es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio que por lo general es la aprobación o rechazo. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo la satisfacción del cliente, la cual está ligada a las expectativas que éste tiene sobre el producto o servicio. Tales expectativas son generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, la imagen de la empresa, etc. Se dice que hay satisfacción si el cliente percibió en el producto o servicio al menos lo que esperaba.

Una forma de ver la calidad en donde se integran varios de los elementos anteriores es definiéndola como “la creación de valor para el cliente”, y este valor se debe ver como el resultado del siguiente cociente:

$$Valor = \frac{Atributos\ del\ producto\ +\ imagen\ +\ relaciones}{Precio}$$

Donde los atributos del producto se refieren a las características del producto mismo que influyen en su funcionamiento tanto presente como futuro, así como en su estética. La imagen (o reputación) es el prestigio actual de la organización según la percepción y opinión del cliente, y es el resultado de la historia de la organización a los ojos del mercado que atiende. La imagen es un aspecto sumamente importante, ya que en un mercado globalizado, en donde es frecuente encontrar muchos productos y condiciones de relativa igualdad en sus atributos, el cliente se decide por la marca; es decir, por el prestigio. Por último, en el numerador también están las relaciones, las cuales están determinadas por la calidad en el servicio y en general por la calidad en las relaciones que la empresa mantiene con los diferentes actores o factores externos; por ejemplo, clientes, cadena de

distribución, proveedores, comunidad, otros competidores, oficinas gubernamentales, etc. Los tres aspectos anteriores se suman y se dividen entre el precio que el cliente paga por el producto, para así obtener el valor que el cliente percibe por lo que pagó. Además, estos cuatro factores no son independientes, ya que, por ejemplo, un mal producto afecta de manera desfavorable la imagen y las relaciones.

Existen varios ejemplos de organizaciones en las que queda en evidencia la importancia de los factores que forman la anterior ecuación del valor. Un ejemplo es la empresa zapatera mexicana Canadá, que por muchas décadas fue líder en el mercado zapatero y, hasta fines de la década de 1970, su calzado era sinónimo de calidad, ya que era frecuente escuchar la frase: “están a todo dar tus Canadá”, para referirse a unos zapatos de calidad. Sin embargo, esta imagen se empezó a deteriorar a raíz de que la empresa introdujo en el mercado zapatos de piel sintética y suelas de materiales no convencionales, lo que tal vez a corto plazo fue un “excelente negocio”, pues estos materiales eran mucho más baratos que los tradicionales de origen animal pero, a largo plazo, esos pesos ahorrados en materiales se convirtieron en una desinversión en el prestigio que se había construido a lo largo de los años, como una empresa que fabricaba zapatos de calidad. El resultado es que tiempo después los zapatos Canadá eran catalogados como anticuados y de mala calidad. El gigante invencible de épocas pasadas fue derrotado por sus deudas y malos resultados; en 1995 pasó a manos de nuevos dueños y administradores que intentaron rescatarla sin lograrlo y, finalmente, en 2003 la empresa cerró.

De lo anterior se desprende la necesidad de enfocar la empresa hacia el cliente, de tal forma que el negocio se vea desde su perspectiva. Cada actividad y todos los procesos deben justificar su razón de ser en función del valor que agrega para el cliente, de lo contrario no tiene razón de ser. Así, crear

valor es generar aquello que es valioso para el cliente o, en otras palabras, maximizar la ecuación del valor. Lo deseable es que el valor sea mayor que uno, lo que indicará que el cliente recibe más de lo que paga por el producto. Hay cuatro formas de maximizar el valor para el cliente: reducir el precio del producto, incrementar los atributos de calidad y funcionalidad del producto o servicio, mejorar la imagen de la empresa y trabajar por una mejor atención y en general por relaciones más adecuadas con el mundo que interactúa con la empresa. Estas cuatro formas o líneas de acción para crear valor para el cliente deben atenderse simultáneamente, ya que si una de ellas se descuida, el comprador percibirá que el producto no tiene el valor suficiente y, por consiguiente, se sentirá insatisfecho, con las respectivas consecuencias.

Para atender las cuatro líneas de acción se deben seguir las tres actividades centrales de un sistema de calidad: diseñar y desarrollar nuevos productos y procesos, monitorear y controlar los procesos, y mejorar los procesos.

3.2.2.3. PRODUCTIVIDAD

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados.

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planeado). Se puede ser eficiente y no generar desperdicio, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Adicionalmente, por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y éstos se deben alcanzar.

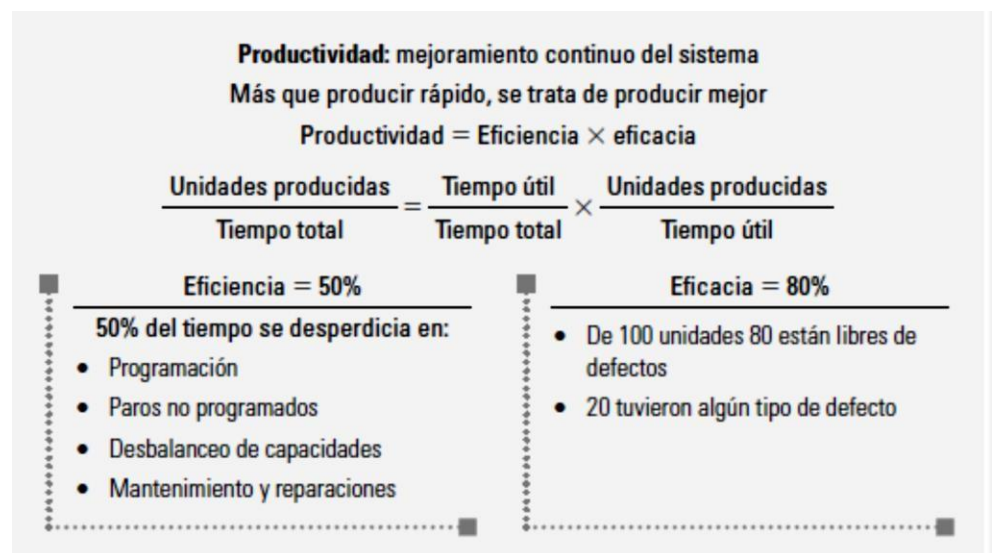


Figura 1: La productividad y sus componentes
FUENTE: Gutierrez Pulido. Calidad Total y productividad (2010)

La figura 1 muestra los componentes de la productividad y se ejemplifica la definición de eficiencia y eficacia midiendo los recursos empleados a través del tiempo total y los resultados mediante la cantidad de productos generados en buenas condiciones. Esta figura sugiere dos programas para incrementar la productividad: mejorar la eficiencia reduciendo

los tiempos desperdiciados por paros de equipos, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimiento no programado, reparaciones y retrasos en los suministros y en las órdenes de compra. Según una encuesta aplicada en los sectores metal-mecánico, calzado, muebles, textil y confección en México (Giral *et al.*, 1998), la eficiencia promedio detectada fue de 50%, es decir, en estos sectores se desperdiciaba la mitad del tiempo, en promedio, en aspectos inherentes a fallas de planeación y organización de la producción, principalmente. De aquí que tome sentido la afirmación de la figura 1, que dice que más que producir más rápido es mejor hacerlo reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos.

Por otro lado, está la mejora de la eficacia, cuyo propósito es optimizar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, así como capacitar a la gente para alcanzar los objetivos planteados, mediante la disminución de productos con defectos, fallas en arranques y en operación de procesos, y deficiencias en materiales, en diseños y en equipos. Además, la eficacia debe buscar incrementar y mejorar las habilidades de los empleados y generar programas que les ayuden a hacer mejor su trabajo. Según la encuesta referida antes, la eficacia promedio detectada fue de 80%, es decir, en un tiempo útil en que se producen 100 unidades, sólo 80 están libres de defectos, las otras 20 se quedaron a lo largo del proceso por algún tipo de defecto. De estas 20 algunas podrán reprocesarse y otras serán desperdicio.

De esta manera, si se multiplica eficiencia por eficacia, se tiene una productividad promedio del orden de 40%, en las ramas industriales referidas, lo que indica el potencial y el área de oportunidad que existe en mejorar el actual sistema de trabajo y en organizar por medio de programas de mejora continua.

Para terminar esta sección cabe preguntar: ¿Quién causa la mala calidad y la baja productividad en una organización? Porque si en una empresa existe una lista enorme de

problemas como desorganización, falta de calidad, falta de información clara y oportuna, costos altos, retrasos, devoluciones y reclamos de clientes, al preguntar ¿cuál es la causa de esas fallas y retrasos?, no sería raro escuchar respuestas que afirmaran que el problema son los trabajadores, que lo que se necesita es apretar a la gente, que no habría problemas si todos cumplieran con su responsabilidad. En consecuencia, la conducta típica de quienes piensan así sería buscar las soluciones en la gente, mediante la administración por reacción (regaños, reclamos, juntas, avisos de advertencia, despidos, presión). La administración por reacción centra la atención en los efectos y en los hechos puntuales, lo que suele desembocar en explicaciones ficticias e impide ver los patrones más importantes y las causas de éstos. Sin embargo, la historia de la calidad y la mejora ha demostrado ampliamente que la calidad y la productividad la dan los procesos y los sistemas, por lo que es necesario trabajar en éstos capacitando, rediseñando, mejorando métodos de organización, de solución de problemas, de toma de decisiones y de comunicación. El personal se adapta al sistema y no es la causa básica de la mala calidad. Más de 90% de las fallas está fuera del alcance de la gente de labor directa. Las causas deben buscarse a lo largo del proceso, desde los insumos, y preguntando si éstos cumplen con los requerimientos y si se reciben a tiempo. Asimismo, hay que inspeccionar los procesos de transformación y ver dónde se originan los incumplimientos, cuáles son las causas de éstos y cómo pueden remediarse y evitarse. También hay que investigar si los productos y servicios satisfacen las necesidades, si son los que demanda el cliente y si se entregan a tiempo.

3.2.2.4. COSTOS DE CALIDAD

Los costos de calidad son los costos totales asociados al sistema de gestión de la calidad y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema de calidad. Estos costos se dividen en costos originados en la empresa para asegurar que los productos tengan calidad y costos por no tener calidad que resultan de las deficiencias en productos y procesos. A estos últimos se les conoce como costos de no calidad o de mala calidad. La mala calidad significa una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos, con lo que entre más deficiencias y fallas se tengan, los costos por lograr la calidad y por no tenerla serán más elevados. Los costos de calidad se clasifican en costos de: prevención, evaluación, por fallas internas y por fallas externas.

Así, los costos de prevención son aquellos en los que incurre una empresa y son destinados a evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones o defectos durante cualquier etapa del proceso productivo y administrativo. Los costos de evaluación son en los que incurre la compañía para medir, verificar y evaluar la calidad de materiales, partes, elementos, productos o procesos, así como para mantener y controlar la producción dentro de los niveles y especificaciones de calidad, previamente planeados y establecidos por el sistema de calidad y las normas aplicables. Los costos por fallas internas son aquellos que resultan de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos establecidos de los materiales, elementos, partes, semiproductos, productos o servicios, y cuya falla o defecto es detectada dentro de la empresa antes de la entrega del producto o servicio al cliente. Por último, los costos por fallas externas resultan de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos de calidad establecidos, y cuya falla se pone de manifiesto después de su embarque y entrega al cliente.

Entre más sean las deficiencias y fallas, mayores serán los costos de calidad. Por ejemplo, en una empresa donde

abunden las deficiencias, se invertirá más tiempo (dinero) en planear el sistema de calidad, dar instrucciones y capacitar a los trabajadores. Lo mismo ocurre con las otras actividades: se gastará más en reprocesos, reinspecciones y eliminación de rechazo; es decir, habrá más devoluciones y más recursos destinados a atender las quejas de los clientes y dar servicio de garantía. En suma, la mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos, también genera costos de calidad altos y, en consecuencia, no se puede competir en calidad ni en precio, ni mucho menos en tiempos de entrega, ya que un proceso que produce mala calidad es errático e inestable y no se puede predecir.

3.2.3. MÉTODO SEIS SIGMA

Todo método de gestión está sujeto a unos principios filosóficos que permitan direccionar los esfuerzos de la organización hacia un objetivo de calidad concreto. En el siguiente apartado se tratará los principios filosóficos del Método Seis Sigma y así como también se menciona cada una de las etapas que se deben de continuar para que la organización estructure un Equipo de Mejoramiento idóneo y congruente con el personal de la organización.

3.2.3.1. Estructura del Seis Sigma

Implementar Seis Sigma, tiene como objeto mejorar y optimizar la organización, por medio de proyectos plausibles y medibles en el tiempo. La propuesta de Seis Sigma consiste en cinco pasos:

6. Definir el proyecto o problema de calidad, tomando la información suficiente que permita obtener las necesidades del cliente.
7. Medir las condiciones del problema, evaluando la capacidad SPC, según la información suministrada por el proceso.

8. Analizar las causas del problema, aplicando técnicas estadísticas consistentes, tales como el Diseño Experimental, Contraste de hipótesis, Modelos Lineales.
9. Mejorar las condiciones del proceso, identificando y cuantificando las variables críticas del proceso. Implementando soluciones adecuadas a cada una de las causas encontradas y valorando los resultados, AMEF.
10. Controlar las variables críticas del proceso, para que el problema de calidad no sea recurrente.

3.2.3.2. Principios Filosóficos del Seis Sigma

A continuación se enumeran los principios filosóficos del método Seis Sigma:

- Primer principio. Enfoque al cliente externo e interno. El mejoramiento continuo, al igual que cualquier filosofía de mejoramiento continuo que aplicados en la última década, que se adecúa a cada organización tiene como prioridad fundamental satisfacer en forma integral al cliente tanto interno como externo.
- Segundo principio. Análisis sujeto a la información veraz y oportuna, En el método Seis sigma se deben detectar las variables críticas que afectan el proceso, tomando información que afectan el proceso, tomando información que posteriormente es analizada y procesada de una manera eficaz utilizando herramientas estadísticas robustas.
- Tercer principio. Enfoque basado en procesos. Al igual que las normas de aseguramiento de calidad ISO el Método Seis Sigma se orienta a las condiciones presentes en el proceso.
- Cuarto principio. Actitud preventiva. El Método Seis Sigma implica asumir una actitud preventiva y críticas de cada una de las actividades que posee un proceso.

- Quinto principio. Trabajo en equipo. El trabajo en equipo en una organización es esencial entre sus miembros, ya que favorece una excelente comunicación entre los miembros provocando un análisis acertado de las situaciones que se presenten en el proceso.
- Sexto principio. Mejoramiento Continuo. Esta es la primordial de una organización es satisfacer al cliente y no se logra mediante una política de mejoramiento continuo de cada uno de los procesos.

3.2.3.3. Equipo de Mejoramiento Continuo

El equipo de mejoramiento es indispensable en cualquier organización que desee implementar como filosofía de calidad los principios del Método Seis Sigma. Para estructurar este Equipo de Mejoramiento es necesario atravesar por seis etapas, que se enumeran a continuación:

7. Identificación y selección de proyectos. Una vez identificados los problemas, el equipo de mejoramiento continuo presenta un proyecto y la dirección selecciona los más competentes en función de las posibilidades de implementación y de los resultados obtenidos, para la empresa y la satisfacción del cliente.
8. Formación de los equipo de mejoramiento. Dentro del equipo de mejoramiento existe el Líder del grupo (Cinturón Negro) que la gerencia asigna por sus conocimientos en el proceso o comprensión de las diversas herramientas estadísticas, Este líder escoge aquellos individuos que poseen las cualidades necesarias para ingresar al proyecto de mejoramiento que es seleccionado como primordial para la organización.
9. Desarrollo del Plan de Mejoramiento. Este documento es la guía del equipo de mejoramiento, por lo que debe ser claro

en cuanto a los objetivos, responsabilidades, recursos y fechas establecidos en el proyecto.

10. Capacitación de los miembros del equipo. Es imprescindible que los miembros del Equipo de Mejoramiento se capaciten en herramientas de gestión, estadísticas y probabilidades.
11. Ejecución del DMAMC. Los equipos de mejoramiento son responsables de. Desarrollar los planes de los proyectos, los procedimientos necesarios para cada una de las soluciones que se presenten, implementar y asegurarse de que funcionan (midiendo y controlando los resultados) cada una de las propuestas presentadas en el proyecto durante el tiempo proyectado para su cumplimiento.
12. Traspaso de la solución. Una vez cumplido los objetivos para los cuales fueron creados cada uno de los equipos, estos se disuelven y sus miembros retornan a sus responsabilidades iniciales dentro de la organización o pasan a integrar otros equipos de mejoramiento para los cuales estén capacitados.

Las funciones en el proceso de Seis Sigma se inspira en las técnicas marciales como filosofía de mejora continua, se han otorgado diversos niveles de cinturones para aquellos miembros de la organización que lideran o ayudan a implementar los proyectos de mejora.

El Cinturón Negro (Black Belts) son personas que se consagran a detectar oportunidades de cambios críticos y a conseguir que logren resultados. Es responsable de liderar, dirigir, delegar, entrenar a los miembros de su equipo. Debe poseer amplios conocimientos tanto en materia de calidad, como en estadística, para el análisis, resolución de problemas y tomas de decisiones.

El cinturón verde (Green Belts) es el soporte a las tareas del Cinturón Negro. Sus funciones consisten en aplicar los

nuevos conceptos y herramientas de Seis Sigma a las actividades de la organización.

El primer Dan (Master Black Belts) sirve de entrenador, consultor y asesor a los miembros de la organización en especial a los cinturones Negros que trabajan en los diversos proyectos. Debe poseer mucha experiencia en la implementación del Seis Sigma, como en los procesos administrativos y operativos de la organización.

Espónsor o Champions es un ejecutivo o directivo que inicia y patrocina a un equipo de proyecto lo que hace responsable del éxito de los mismos. El Espónsor forma parte del Comité de Liderazgo, siendo sus responsabilidades: garantizar que los proyectos están ajustados a los objetivos generales de la organización, mantener informados a los miembros del Comité de Liderazgo sobre el avance del proyecto, convencer a la organización o terceros para aportar al equipo de mejoramiento los recursos necesarios para su sostenimiento, tales como tiempo, dinero, y la colaboración de otros miembros de la organización. También es responsable de conducir reuniones de revisión periódicas, manejar y controlar conflictos; además, mantener relaciones con otros proyectos Seis Sigma de la organización.

Líder de implementación o Chief Executive officer CEO, es responsable de implementar en el sistema de calidad de la organización el Método Seis Sigma y de los resultados que éste arroje para la organización, siendo éste el estratega más importante del sistema, ya que aporta una visión de todos los cambios que se deben encausar en la organización por lo que es responsable de desarrollar las estrategias adecuadas para direccionar estos cambios.

3.2.3.4. Estrategias del Seis Sigma

La implementación del Método Seis Sigma comprende cuatro fases principales, cada una de las cuales están compuestas por a su vez por varias etapas. Estas etapas en su orden son Disposición de Cambio, Despliegue de Objetivos, Desarrollo del Proyecto y Evaluación de Beneficios.

- Disposición de Cambio: En primer lugar es imperioso que los directivos de la organización se comprometen con el cambio. Este compromiso se logra si se exhibe el desarrollo de los mercados internacionales y de los procesos productivos en especial.
- En segundo lugar debe exponerse en forma clara lo que sucede con las organizaciones, detallando su evolución con respecto a sus competidores.
- El paso siguiente es demostrar las características y condiciones del Método Seis Sigma, mostrando además las discrepancias de este, en relación a otros Sistemas de Gestión de la calidad y de mejoramiento continuo.
- Como cuarto paso se planifica estratégicamente cuáles son los valores, misión y visión de la organización, para puntualizar a continuación objetivos a alcanzar para hacer posible los objetivos de más largo plazo. Se debe lograr posteriormente una visión compartida con la cual se alcance un compromiso en equipo que permita obtener óptimos resultados en la implantación del Método Seis Sigma.
- En quinto lugar se selecciona los Líderes y Cinturones, en función de sus conocimientos y se procede a capacitar los diversos niveles de cinturones, así como también todos los miembros que constituyen un equipo de mejoramiento. Esta

capacitación incluirá aspectos vinculados con el funcionamiento del Método Seis Sigma, Control Estadístico de Procesos, Diseño de Experimentos, herramientas de Gestión de la Calidad, herramientas como la AMEF que es utilizada para especificar los problemas del proceso y detectar las variables críticas del proceso y la aplicación de software estadísticos.

❖ **Despliegue de Objetivos:** Se establecen los sistemas de información, capacitación y control adecuados al sistema de mejora que incluye en los sistemas de información indicadores que permitan obtener qué nivel de Seis Sigma posee el proceso. A su vez los proyectos seleccionados.

❖ **Desarrollo del Proyecto:** Básicamente el proceso paso para el desarrollo de un proyecto Seis Sigma es la definición de las características de calidad o los requerimientos de los clientes externos e internos y establecer la manera en que se medirán estos requerimientos en función de las especificaciones o necesidades de los clientes.

Los equipos de mejoramiento de Seis Sigma a continuación proceden a aplicar la metodología DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar), informando a los directivos de la organización los avances, de manera detallada, de los diferentes proyectos que los grupos de trabajo desarrollan.

❖ **Evaluación de Beneficios:** Una vez implantado cada una de las etapas del Seis Sigma se evalúa las mejoras producidas en cada uno de los proyectos desplegados en la organización, lo que implica que cada grupo de trabajo debe calcular los niveles de rendimiento DPMO, tomando este valor como termómetro o indicador de las diferentes alternativas de solución.

3.2.3.5. Las métricas del Seis Sigma

a. Variación:

La variación es un atributo de los procesos que representa el nivel de confiabilidad en sus resultados. La desviación estándar es una medición de la variación.

Sigma es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor sea el número de defectos. Lefcovich (2009).

b. DPMO:

Sus siglas significan defectos por millón de oportunidades y se calcula dividiendo el número total de defectos encontrados entre el número total de oportunidades de defectos por un millón.

“Las compañías rupturistas se esfuerzan por obtener productos y servicios 100% libres de defectos” Larry Bossidy. CEO 1991-99 Allied Signal Inc.

$$DPMO = \frac{N^{\circ} \text{ total de defectos encontrados}}{N^{\circ} \text{ total de oportunidades de defectos}} \times 1000000$$

Se observa que un nivel de 6 sigma sólo tiene 3.4 defectos por millón de oportunidades lo que equivale a un 99.9997 % de eficacia.

c. Rendimiento de primera vez

Se calcula de la siguiente manera:

$$YFT = \left[1 - \frac{dpmo}{10^6}\right]^n$$

Donde n es el número de oportunidades de defectos por unidad.

d. Capacidad del proceso:

Escalante (2003) menciona que el índice de capacidad del proceso es una comparación entre la variabilidad natural y la variabilidad especificada. Para ello se define el índice de capacidad del proceso C_p , llamado también potencial del proceso.

$$C_p = \frac{\text{Variabilidad especificada}}{\text{Variabilidad natural}} = \frac{LTS - LYI}{6\sigma}$$

La definición de capacidad de un proceso puede expresarse como:

$$C_p \geq 1 \rightarrow \text{Proceso Capaz}$$

$$C_p < 1 \rightarrow \text{Proceso No Capaz}$$

Sin embargo, el índice C_p no es adecuado para aquellos casos en los que el proceso no este centrado en el nominal de la especificación. Para estos casos se utiliza el índice C_{pk} .

$$C_{pk} = \text{menor} \left[\frac{LTS - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LTI}{3\sigma} \right]$$

En estos casos, la definición de capacidad de un proceso puede expresarse como:

$$C_{pk} \geq 1 \rightarrow \text{Proceso Capaz}$$

$$C_{pk} < 1 \rightarrow \text{Proceso No Capaz}$$

En ambos casos, el proceso dará lugar a una característica capaz de satisfacer la especificación, encontrándose la mayor parte (más del 99.73%) del producto resultado del proceso dentro de tolerancia.

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Acciones correctivas: Se emplean para eliminar la causa de una no conformidad detectada. Es decir, están orientadas a prevenir recurrencias.

Acciones preventivas: Son aquellas que se implementan para eliminar la causa de una inconformidad u otra situación potencial indeseable.

Calidad: Es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos.

Capacidad de un proceso

Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada, ya que esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones).

Ciclo de la calidad (ciclo PHVA)

Proceso de cuatro etapas para desarrollar proyectos de mejora; consiste en planear, hacer, verificar y actuar (PHVA).

Competitividad: Es la capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores.

Control de calidad: Este proceso administrativo consiste en las siguientes etapas: Evaluar el desempeño actual del proceso. Comparar el desempeño actual con las metas de calidad (real frente a estándar). Actuar sobre la diferencia.

Costos de calidad son los costos totales asociados al sistema de gestión de la calidad y pueden utilizarse como medida de desempeño del sistema de calidad. Estos costos se dividen en costos originados en la empresa

para asegurar que los productos tengan calidad y costos por no tener calidad que resultan de las deficiencias en productos y procesos.

Defecto: Es cualquier no conformidad o desviación de la calidad especificada de un producto.

Dominio personal: Disciplina que permite aclarar y ahondar continuamente la visión (sueños, metas) de las personas, concentrar las energías en ésta, desarrollar paciencia y aprender a ver la realidad objetivamente. De esta manera, para que una empresa aprenda es necesario que sus trabajadores saquen lo mejor de sí, lo mejor de las aspiraciones de los seres humanos, y que, al aclarar las cosas que en realidad les interesan, pongan sus vidas al servicio de sus mayores aspiraciones. En otras palabras, la esencia del dominio personal consiste en aprender y generar la tensión creativa, que precisamente nace de tener una imagen clara de a dónde queremos llegar y decir la verdad sobre dónde estamos, la realidad actual. La brecha entre lo que se quiere (visión) y lo que se tiene (realidad actual) genera una tensión creativa natural.

Eficacia: Grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando resultados.

Eficiencia: Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera.

ISO: La ISO es una organización no gubernamental, es decir, sus miembros no son, como en el caso de la ONU, delegados de los gobiernos nacionales. No obstante, ocupa una posición especial entre los sectores público y privado, ya que, por un lado, muchos miembros son parte de la estructura gubernamental de sus países o son designados por sus dirigentes. Por otra parte, otros miembros provienen del sector privado y son propuestos por las asociaciones de industriales. La familia de normas ISO-9000 e ISO-14000 son de las más conocidas y exitosas. La primera

se ha convertido en un referente internacional para los requerimientos de calidad. Al contrario de la mayoría de normas ISO, que son altamente específicas para un producto, material o proceso particular, el estándar ISO-9000 surgió como un estándar para sistemas administrativos.

Liderazgo: Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

Marco de proyecto: Etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto.

Mejoramiento de la calidad: Mediante este proceso se mejora el desempeño del proceso a niveles de calidad sin precedentes. Consiste en las siguientes etapas: Establecer la infraestructura que se necesite para alcanzar la mejora anual de la calidad (espacios, equipos, entrenamiento, procedimientos, políticas). Identificar los aspectos específicos a ser mejorados (establecer los proyectos clave de mejora). Establecer un equipo de mejora para cada proyecto, con una responsabilidad clara para desarrollar un proyecto exitoso. Proporcionar los recursos, la formación y la motivación para el equipo. Diagnosticar las causas. Estimular el establecimiento de medidas remedio. Establecer controles para estandarizar y mantener las mejoras.

Mejora continua: Consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando causas o restricciones, estableciendo nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño. Es precisamente en el contexto de la mejora continua en el que los métodos y las estrategias que se estudian en este libro toman su mayor utilidad.

Pensamiento estadístico: Filosofía de aprendizaje y acción que establece la necesidad de un análisis adecuado de los datos de un proceso, como una acción indispensable para mejorar su calidad (reducir su variabilidad).

Planificación de la calidad: Se desarrollan los productos y procesos necesarios para cumplir con las necesidades de los clientes.

Proceso: Se entiende, como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por lo general, en una organización interactúan muchos procesos para al final producir o entregar un producto o servicio, de tal forma que los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultado de otros procesos. Por ello es importante enfocarse en las actividades que producen los resultados, en lugar de limitarse a los resultados finales.

Productividad: Es la capacidad de generar resultados utilizando ciertos recursos. Se incrementa maximizando resultados y/u optimizando recursos.

Responsabilidad social. El desarrollo sostenible descansa en el crecimiento económico, el balance ecológico y el desarrollo social y humano, así como en la interacción de las organizaciones privadas con el sector público y la sociedad civil. Las organizaciones responden al desarrollo sostenible comprometiéndose a contribuir en la mejora de la calidad de vida por medio de la colaboración de sus empleados, sus familias, la comunidad local y la sociedad.

Satisfacción del cliente: Es la percepción de éste acerca del grado con el cual sus necesidades o expectativas han sido cumplidas.

Seis Sigma (6s) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los

errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades. Esta estrategia se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa, orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso. La metodología en la que se apoya Seis Sigma está definida y fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico.

Sigma (s) es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional (proceso), la cual proporciona una forma de cuantificar la variación que tiene una variable de dicha población o proceso.

Técnicas estadísticas: Son de ayuda para comprender la variabilidad y ayudar por lo tanto a las organizaciones a resolver problemas y a mejorar su eficacia y eficiencia. Asimismo estas técnicas facilitan una mejor utilización de los datos disponibles para ayudar en la toma de decisiones. La variabilidad puede observarse en el comportamiento y en los resultados de muchas actividades, incluso bajo condiciones de aparente estabilidad. Dicha variabilidad puede observarse en las características medibles de los productos y los procesos, y su existencia puede detectarse en las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos, desde la investigación de mercado hasta el servicio al cliente y su disposición final.

Tiempo de ciclo: Es el tiempo que transcurre desde que el cliente inicia un pedido que se transforma en requerimientos de materiales, órdenes de producción y de otras tareas, hasta que todo se convierte en un producto en las manos de éste.

Variabilidad: Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso.

Variables de entrada del proceso: Son las que definen las condiciones de operación del proceso e incluyen las variables de control y las que aunque no son controladas, influyen en el desempeño del mismo.

Variables de salida: Son las características de calidad en las que se reflejan los resultados obtenidos en un proceso.

6 M: Son los materiales, mano de obra, mediciones, medio ambiente, máquinas y métodos que conforman un proceso.

IV. HIPÓTESIS, VARIABLES, INDICADORES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

4.1 Hipótesis.

El despliegue del plan de reducción de variabilidad basado en la metodología seis sigma permitirá reducir la variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos y en la empresa INDAPRO S.A.C.

4.2 Sistema de Variables e Indicadores

Variable Independiente:

Plan de reducción de la variabilidad basado en la metodología seis sigma.

Variable Dependiente:

Variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos.

4.3 Cuadro Operacional de Variables, Dimensiones e Indicadores

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
V.I. Plan de reducción de la variabilidad basado en la metodología seis sigma.	Definir los problemas de variabilidad	Operaciones y variables críticas
	Medición	Capacidad de los procesos, operaciones críticas.
	Análisis e identificación de problemas	Características críticas de la calidad.
	Mejora del proceso	Plan de mejora
	Diseño y documentación de los controles necesarios para asegurar las mejoras	Control estadístico de procesos.
V. D. Variabilidad del proceso de producción de hidratados, precocidos.	Variación	Variables de control de la variación
	Errores	Registro de errores
	Defectos	Registros de defectos

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1. Nivel y Tipo de Investigación.

Nivel.

La investigación a desarrollar es de nivel descriptivo¹.

Tipo.

La Investigación que se propone desarrollar va a “utilizar los conocimientos descubrimientos y conclusiones de la investigación básica, para solucionar un problema concreto” (Gómez M., 2009), por lo cual la investigación es de tipo aplicada.

5.2. Diseño de la Investigación.

La investigación a desarrollar será de diseño no experimental, transversal y descriptivo.

5.2.1 Esquema de la investigación

I ← O

Dónde:

E = Empresa INDAPRO S.A.C

O = Plan de reducción de la variabilidad basado en la metodología seis sigma.

¹ Según Héctor Martínez Ruiz y Elizabeth Ávila Reyes, en su libro Metodología de la investigación pág. 99, manifiesta que la investigación descriptiva es un tipo de investigación y no un nivel.

VI. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: Producción total de alimentos hidratados, precocidos y fragmentados en la empresa INDAPRO S.A.C.

Muestra: Se determinará con un plan de muestreo en el que se especificara, la cantidad exacta, el responsable, la unidad de tiempo, hora de muestreo, etc. Se determinará en la fase de desarrollo de la investigación.

VII. TECNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS.

7.1. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Recolección de datos

FUENTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Documentos del área de Producción Documentos de producción	Observación	Hoja de chequeo
	Análisis de datos	Fichas técnicas de producción
	Análisis documental	Informe
	Estadística	Tablas y gráficos
Textos físicos y virtuales	Fichaje	Ficha

7.2. Procesamiento y presentación de datos.

El procesamiento y la presentación de los datos se harán utilizando hojas de cálculo (Excel), y el procesador de texto Word.

VIII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES.

8.1. Recursos financieros

El desarrollo del presente trabajo de investigación será financiada íntegramente con los recursos económicos de los tesisistas.

8.2 Potencial humano, recursos materiales y presupuesto

RUBROS	PARCIAL	TOTAL
A) Recursos Humanos	S/.	S/.
Consultor	1800.00	
Tipeadora	800.00	2600.00
B) Bienes	S/.	S/.
Cartuchos de tinta impresora	600.00	
Papel bond A4	100.00	
Corrector	10.00	
USB	50.00	
Lapiceros y lápices	20.00	
Textos	500.00	
Revistas	200.00	1480.00
C) Servicios	S/.	S/.
Internet	600.00	
Movilidad	200.00	
Revisión ortográfica y redacción	300.00	
Fotocopiado	200.00	
Empastado	160.00	1460.00
Total =		S/. 5540.00

8.5. Cronograma de Acciones

ACTIVIDADES	Junio		Julio		Agosto	
	SEMANA		SEMANA		SEMANA	
	1 2	3 4	1 2	3 4	1 2	3 4
Redacción del plan de investigación	X X					
Definición de los problemas de variabilidad		X X				
Medición			X X			
Análisis e identificación de problemas			X X	X X		
Diseño de la mejora del proceso				X X	X X	
Diseño y documentación de los controles necesarios para asegurar las mejoras					X X	X X
Elaboración del informe final		X X	X X	X X	X X	X X

BIBLIOGRAFIA

- Augusto Bernal C. Metodología de la investigación. México: Pearson Prentice Hall; 2006.
- Carrasco Díaz S. Metodología de la investigación científica. Perú: San Marcos; 2006.
- Eckes, George 2004 El Six Sigma para todos. Bogotá: Norma.
- Escalante, Edgardo 2003 *Seis-Sigma: metodología y técnicas*. México, D.F.: Limusa
- Escalante, Edgardo J. Seis sigma: Metodología y técnicas. México: Limusa; 2008.
- García Fernández R. La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa. Alicante: Editorial Club Universitario, 2010
- Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad total y productividad. México, McGraw-Hill/Interamericana editores, 2010.
- Hernández Sampieri R, Fernández Collao C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 4ª ed. México: McGraw Hill; 2008
- Herrera Acosta, Roberto y Fontalvo Herrera, Tomás. Seis Sigma: un enfoque práctico. Bogotá, CO: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2011. ProQuest ebrary. Web. 22 December 2016.
- Krajewski, Lee; Ritzman, Larry y Malhotra, Manoj. Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación. 2008.
- Lefcovich, Mauricio 2009 *Seis SIGMA "Hacia un nuevo paradigma en gestión"*. Buenos Aires: El Cid Editor.
- Pérez Marqués M. Metodología seis sigma a través de Excel. México DF: Editorial Alfaomega, 2011
- Vargas, Martha y Aldana, Luizángela. Calidad y servicio, conceptos y herramientas. Colombia: ECOE Ediciones; 2012.

ANEXO 02

RECEPCION DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

FECHA

:

HA-PC1

LINEA DE PRODUCCION:

FECHA DE INGRESO	PRODUCTO	PROVEEDOR	MARCA	FECHA DE PRODUCCION	FECHA DE VENCIMIENTO	Nº DE LOTE	CANT. DE LOTE KG	TIENE CERTIFICADO	% DE HUMEDAD	EVALUACION SENSORIAL							PUNTAJE	VºBº
										CARACTERISTICA				CONFORMIDAD				
										C	T/A	S	O	B	R	M		
C= COLOR	A = APARIENCIA	T = TEXTURA	S=SABOR	O = OLOR	B=BUENO	R=REGULA	M=MA LO	Acciones Correctiva	Puntaje menor a 11, los productos no se aceptan	Conforme: 11 - 20 puntos								

JEFE DE PLANTA

JAC

CONTROL DE ENVASADO Y SELLADO

FECHA: _____ TURNO: _____ SABOR: _____ LOTE: _____
 HORA DE INICIO: _____ HORA FINAL: _____
 RESPONSABLE: _____

HA-PCC1

N°	HORA	TEMPERATURA		TAMAÑO DE MUESTRA	PESO DE BOLSITAS			SELLADO /HORA									PESO DE BOLSONES			OBSERVACIONES	FIRMA DEL RESPONSABLE		
		TH	TV		P1	P2	P3	C		NC		C		NC		C	P1	P2	P3				
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							

TV: Temperatura Vertical

TH: Temperatura Horizontal

C: Conforme

CN: No Conforme

P1: Pesos

Limites críticos

Tiempo de control cada hora

Total de muestreo 20 bolsitas

Acción correctiva

Si la calidad de sellado no es lo deseado son separadas para su reembolsado.

CANTIDA DE BOLSONES:

 JEFE DE PLANTA

 TAC

CONTROL DE DOSIMETRIA

FECHA:

PRODUCTO:

TURNO:

RESPONSABLE:

HORA DE INICIO:

HORA FINAL:

PC-D-003

N°	HORA	N° DE PESADAS X BACH	FORMULACION DE KG										OBSERVACIONES	ACCIONES CORRECTIVAS	FIRMA DEL RESPONSABLE	
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																

TOTAL DE BACH:
PESO DE MERMA:

JEFE DE PLANTA

JAC

CONTROL DIARIO DE MEZCLADO FINAL

REGISTRO: PC-MF-001

FECHA:

TURNO:

RESPONSABLE:

HORA DE INICIO:

PRODUCTO: TORTILLA DE HUEVO DESHIDRATADO

N°	TIEMPO DE MEZCLADO		N° DE BACH	OBSERVACION	ACCION CORRECTIVA	FIRMA RESPONSABLE
	INICIO	TERMINO				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

Tiempo de mezclado de 5 a 8 minutos

TOTAL BACH:

TOTAL MERMA:

4

JEFE PLANTA

JAC

ACTA DE REUNIÓN DEL EQUIPO DE MEJORA

PARTICIPANTES:

FECHA: _____ HORA _____
LUGAR: _____

AGENDA:

ACUERDOS:

Se da por finalizada la reunión, siendo las, firmando todos los presentes en señal de conformidad.

GERENTE GENERAL JEFE DE PLANTA J A C

MANTENIMIENTO COORDINADOR DE AREA

REGISTRO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS

FECHA					
PRODUCTO					
SABOR					
N° LOTE					
CANTIDAD DE LOTE					
F.PRODUCCION					
F.VENCIMIENTO					
CERTIF. DE CONFORMIDAD					
CERTIFICADORA					

Observaciones:

-
Jefe de Planta

GERENTE GENERAL

REGISTRO Y DESTINO DE PRODUCTOS NO CONFORMES

FECHA	PRODUCTO	SABOR	CANTIDAD	LOTE	MOTIVO	DESTINO	V°B°

OBSERVACIONES:

.....

--

Jefe de planta

Gerente General

REGISTRO DE QUEJAS DE CLIENTES

CH-HA-CQ

FECHA DE RECEPCIÓN: _____

PRODUCTO: _____

LOTE _____ FECHA _____ DE
PRODUCCIÓN: _____

NIVEL _____ DE _____ LA _____ QUEJA:

RESUMEN DE LA QUEJA:

Problema:

CAUSAS QUE ORIGINARON EL PROBLEMA:

ACCION CORRECTIVA:

COMENTARIO:

Jefe de Control de Calidad

		Periodicidad del Mantenimiento Preventivo		
periodicidad del trabajo	dia de trabajo	ENERO	FEBRERO	MARZO
Cada 2 años	a lo largo del mes			
anual				
semestral				
trimestral				
mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
		ABRIL	MAYO	JUNIO
anual	a lo largo del mes			
semestral				
trimestral				
mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
		JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
anual	a lo largo del mes			
semestral				
trimestral				
mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
anual	a lo largo del mes			
semestral				
trimestral				
mensual	1ª semana			
	2ª semana			
	3ª semana			
	4ª semana			
DIARIO:		EDAR:		
SEMANAL:		FECHA Y FIRMA:		EDAR 0402 Revisión: 0 Pag. 1/1

MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
EQUIPO					CODIGO
LOCALIZACION					
FECHA PARADA		HORA			
FECHA REPARACION		HORA			
<u>DAÑOS OBSERVADOS</u>					
<u>MOTIVO DE LA AVERIA</u>					
<u>TRABAJO EFECTUADO</u>					
PERSONAL INTERNO					
PIEZAS SUSTITUIDAS		PIEZAS REPARADAS		HERRAMIENTAS ESPECIALES	
EQUIPO NUEVO		Nº SERIE		MARCA / MODELO	
HORAS DE TRABAJO		DIAS			
		HORAS	2		
EMPRESA EXTERNA					
Nº ALBARAN DE TRABAJO					
REPARACION EN PLANTA					
DESPLAZA EQUIPO					
<u>OBSERVACIONES</u>					
				FECHA Y	FIRMA
*Una vez reparado, quitar etiqueta Identificación de Equipo fuera de Servicio					
EDAR 0405					

