



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la

Producción

“Validación De La Aplicabilidad De Una Nueva Metodología De
Mejora De Calidad Y Productividad”

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención de los Títulos de:

INGENIERAS INDUSTRIALES

Presentado por:

Solange Ivonne Jaramillo Vargas

Jenny Carmen López Lucero

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2012

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos en cada paso de esta importante etapa, a nuestros padres y demás familiares por su incondicional apoyo y a la Ing. Denise Rodríguez, Directora de este Proyecto, por su paciencia e invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Guerrero M.

DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Denise Rodríguez Z.

DIRECTORA

Ing. Sandra Vergara G.

VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Solange Jaramillo V.

Jenny López Lucero.

RESUMEN

Este Proyecto de Tesis se fundamenta en una Metodología de Mejora de Calidad y Productividad para pequeñas y medianas empresas, la que fue implementada en tres empresas ecuatorianas del sector plástico donde se obtuvieron resultados poco favorables.

Los resultados obtenidos no fueron los esperados debido a que eventos externos a las empresas tales como la variación de la demanda, incremento de precios de venta en el mercado, restricciones gubernamentales, entre otros, afectaron el desempeño de las organizaciones que implementaron esta metodología, por lo que el objetivo de este Proyecto de Tesis es aplicar la metodología de calidad y productividad en una empresa simulada con el fin de aislar dichos eventos externos a través de la simulación de una empresa.

A la empresa simulada se la llamó “Simufactory” y representa una ensambladora de circuitos electrónicos que fue adaptada a las características identificadas en las tres empresas que implementaron esta metodología.

Para obtener el correcto diseño de la simulación, se inició realizando varias simulaciones de prueba con estudiantes universitarios, finalmente se realizaron cuatro simulaciones definitivas con estudiantes de último año de colegio debido a que este es el máximo nivel de educación que tienen la

mayoría de empleados en las empresas y con los trabajadores de tres de las organizaciones en que se aplicó la metodología.

En cada caso se realizó un grupo experimental (GE) con el que se pretende medir la efectividad de la metodología y un grupo de control (GC) con el fin de monitorear las mejoras desarrolladas por la experiencia. Los resultados fueron favorables para algunos de los indicadores de nuestro interés, mientras que para otros no se encontró evidencia suficiente para afirmar que hubo un cambio positivo. Por ejemplo; en promedio en los colegios, el desperdicio del GE fue 22.62% menor que el GC, de igual manera los reclamos disminuyeron a un 10.00%, las devoluciones a un 22.85%.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	2
1. GENERALIDADES.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos Generales y Específicos	3
1.3. Justificación	4
1.4. Alcance	4
1.5. Metodología	4
1.6. Estructura del Proyecto.....	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Técnicas que aplica la metodología.....	7
2.1.1. Organización del Puesto de Trabajo.....	8
2.1.2. Conocer al Cliente	16
2.1.3. Integrar Producción y Ventas.....	18

2.1.4. Mejorar Calidad	21
2.2. Investigación experimental.	34
CAPÍTULO 3.....	39
3. DISEÑO DE LA SIMULACIÓN	39
3.1. Descripción de la simulación base.....	39
3.2. Diagnóstico de la situación actual de las PYMES.....	46
3.3. Adaptación del juego a la realidad de las PYMES ecuatorianas	48
3.4. Diseño del sistema de producción	55
CAPÍTULO 4.....	68
4. EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN	68
4.1. Simulaciones colegios	70
4.2. Simulaciones empresas.....	75
4.3. Análisis estadístico de los indicadores de desempeño	78
4.4. Comparación de resultados entre colegios y empresas.	91
CAPÍTULO 5.....	95
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
5.1. Conclusiones	95
5.2. Recomendaciones	96

APÉNDICES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREVIATURAS

Vtas.	Ventas
Núm.	Numero
PYMES	Pequeñas y medianas empresas
MP	Materia prima
m ²	Metros cuadrados
p	Estadístico de Rechazo

SIMBOLOGÍA

H_0	Hipótesis nula
H_1	Hipótesis alternativa
σ^2	Varianza
μ	Media
Δ	Diferencia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Ejemplo de Hoja de Control	24
Figura 2.2	Ejemplo de Diagrama de Pareto	26
Figura 2.3	Esquema de un Diagrama Causa-Efecto.....	27
Figura 3.1	Producto Rojo	40
Figura 3.2	Producto Azul.....	41
Figura 3.3	Resorte en buen estado.....	52
Figura 3.4	Producto Tom	56
Figura 3.5	Producto Daly	57
Figura 4.1	Cronograma de Simulaciones en colegios y empresas	69
Figura 4.2	Inducción en área de Resortes.....	71
Figura 4.3	Aplicación de 5S en Puestos de trabajo.	73
Figura 4.4	Capacitación	76
Figura 4.5	Gráfica de Normalidad para los Reclamos de la primera simulación –colegios	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1	Componentes del producto Rojo.....	40
Tabla2	Componentes del producto Azul.....	41
Tabla3	Funciones de los operarios del juego original.....	42
Tabla4	Plan de implementación de mejoras de la simulación original...	45
Tabla5	Componentes del producto Tom.....	56
Tabla6	Componentes del producto Daly.....	57
Tabla7	Detalle de funciones de los operarios.....	58
Tabla8	Técnicas aplicadas en el entrenamiento.....	63
Tabla9	Resumen de los resultados de la primera y tercera simulación del grupo experimental - colegios.....	74
Tabla10	Resumen de los resultados de la primera y tercera simulación del grupo de control -colegios.....	75
Tabla11	Resumen de los resultados de la primera y tercera simulación del grupo experimental - empresas.....	77
Tabla12	Resumen de los resultados de la primera y tercera simulación del grupo de control – empresas.....	77
Tabla13	Intervalos de Rechazo de H_0 mediante el valor p.....	79
Tabla14	Resultados de la prueba de igualdad de varianzas entre los grupos de control y experimental en los colegios.....	82
Tabla 15	Resultados de la prueba de igualdad de varianzas entre los grupos de control y experimental en las empresas.....	83

Tabla 16	Resultados de la prueba t para los indicadores experimentales y de control de la primera simulación en los colegios.....	85
Tabla 17	Resultados de la prueba t para los indicadores experimentales y de control de la primera simulación en las empresas	86
Tabla 18	Resultados de la prueba t para los indicadores experimentales y de control de la tercera simulación en los colegios.....	87
Tabla 19	Resultados de la prueba t para los indicadores experimentales y de control de la tercera simulación en las empresas	88
Tabla 20	Resultados de la prueba t para la diferencia de los indicadores experimentales y de control en los colegios	90
Tabla21	Resultados de la prueba t para la diferencia de los indicadores experimentales y de control en las empresas.....	90
Tabla 22	Resultados de la prueba t para los indicadores experimentales	92
Tabla23	Resultados de la prueba t para los indicadores de control	93

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento de la productividad y calidad es el motor que está detrás del progreso económico y de las utilidades de toda organización. Las empresas en su deseo por satisfacer la demanda de los clientes normalmente amplían sus áreas de producción, invierten en nueva maquinaria y se esfuerzan por lograr que los niveles de utilización de los equipos sean altos, pero a menudo se olvidan de la productividad de las máquinas y operarios, como también de la calidad de los bienes o servicios que, por lo general, son los problemas por los que atraviesan la mayoría de las pequeñas y medianas empresas.

En el Ecuador, aproximadamente 8 de cada 10 empresas industriales son clasificadas como pequeña y mediana empresa, lo que llevó a afirmar que el éxito o el fracaso del tejido empresarial ecuatoriano en gran medida dependerá del desempeño que alcancen las PYMES.

En respuesta a tal premisa, se plantea el presente proyecto que tiene como finalidad demostrar la efectividad de una metodología propuesta para la mejora de calidad y productividad a través de una simulación, que controla la influencia de agentes externos y refleja las principales características de las PYMES.

CAPÍTULO 1

1.GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La metodología en la que se fundamenta el proyecto se basa en cuatro pilares: Organización del puesto de trabajo, en el que se aplica la filosofía 5S's; Conocer al cliente; Integración entre Producción y Ventas y Mejorar la calidad a través de Herramientas de calidad y las 7 grandes pérdidas. Estas técnicas fueron aplicadas en tres PYMES ecuatorianas del sector plástico mediante la implementación de proyectos de tesis. Sin embargo, variables externas tales como la competencia, carácter del mercado, demanda, y disposiciones gubernamentales dificultaron la obtención de buenos resultados.

Debido a ello surge la necesidad de demostrar la validez de la metodología mediante una simulación, que figura las operaciones de una planta de producción y en el que no existen las limitaciones que

incidieron en los proyectos anteriores que implementaron dicha metodología.

1.2. Objetivos Generales y Específicos

Objetivo General

Probar la efectividad de una metodología de mejora de calidad y productividad para pequeñas y medianas empresas, con la finalidad de demostrar de manera objetiva la ventaja competitiva que brinda a las PYMES la implantación del presente proyecto.

Objetivos Específicos

- Diseñar la simulación considerando las características de las PYMES y la metodología de mejora, de tal forma que el diseño sea fácil de explicar, aplicar, medir y evaluar.
- Identificar los puntos críticos de la simulación a través de corridas (simulaciones en vivo) con estudiantes de colegios y trabajadores de las PYMES.
- Comparar los resultados obtenidos de estudiantes de colegios con los de trabajadores de las PYMES para verificar la factibilidad de aplicar los resultados del estudio con colegiales a empresas reales.

1.3. Justificación

La importancia de este proyecto de grado radica en evaluar si la metodología como guía de mejora, logra que las PYMES ecuatorianas alcancen sus objetivos empresariales, principalmente en calidad y productividad. Si los resultados son favorables la metodología ayudará a las PYMES a conocer mejor a sus clientes, mejorar el ambiente laboral de sus trabajadores, eliminar el trabajo independiente de ventas y producción y aumentar el grado de aceptación del producto en el cliente.

1.4. Alcance

El proyecto inicia con el diseño de la simulación hasta la ejecución de la misma en 4 colegios y 3 empresas, la recolección de la información necesaria, el análisis estadístico de los datos y la presentación de los resultados finales.

1.5. Metodología

ADAPTACIÓN DE LA SIMULACIÓN A LA REALIDAD DE LAS PYMES ECUATORIANAS

- Identificación de las características más comunes de las pymes ecuatorianas.
- Ajuste de características a la simulación actual.
- Adaptación de la simulación a la metodología de mejora.



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

- Descripción del producto, proceso, políticas y documentación.
- Mejoras propuestas al término de cada simulación.
- Diseño de indicadores de desempeño.



EJECUCION DE LA SIMULACIÓN

- Simulaciones con estudiantes de nivel secundario y con el personal operativo de dos empresas del sector plástico.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Análisis estadístico de los indicadores de desempeño
- Comparación de resultados entre colegios y empresas

1.6. Estructura del Proyecto

El proyecto consta de cinco capítulos. El capítulo 2 describe las técnicas que aplica la metodología así como la investigación experimental aplicada en las simulaciones.

El capítulo 3 presenta el diseño de la simulación, iniciando con un breve detalle de la simulación base, la adaptación a la realidad de las PYMES y concluye con el diseño del sistema de producción.

Posteriormente, en el capítulo 4 se ejecuta la simulación en colegios, empresas y se analiza estadísticamente los resultados obtenidos.

Finalmente el trabajo culmina con la presentación de conclusiones y recomendaciones en el capítulo 5.

CAPÍTULO 2

2.MARCO TEÓRICO

2.1. Técnicas que aplica la metodología

La metodología está enfocada a mejorar la calidad y productividad en las pequeñas y medianas empresas. Se desarrolló considerando las características de las PYMES del Ecuador y técnicas de mejora existentes tales como: Manufactura de Clase Mundial, cuya meta es lograr la capacidad de una fabricación superior (1); el modelo SHEN, que permite evaluar el nivel de madurez de las empresas (2); Kaizen, estrategia de mejora continua en el trabajo y Gestión de la Calidad Total, que permite crear cultura de calidad en todos los procesos organizacionales.

La metodología consta de cuatro pasos: Organización del Puesto de Trabajo, en el que se emplea la técnica 5S's; Conocer al cliente; Integración entre Producción y Ventas y Mejorar la Calidad mediante las técnicas de 7 Desperdicios y Herramientas de Calidad.

2.1.1. Organización del Puesto de Trabajo

Es el primer paso porque es vital que el lugar de trabajo esté limpio y organizado antes de la aplicación de un cambio formal en los métodos de trabajo.

La técnica que debe aplicarse es el programa 5S's de Toyota debido a que se la considera como pilar fundamental para alcanzar una alta puntuación en los principios de Manufactura de Clase Mundial.

Filosofía 5Ss

Las 5S's es una metodología de origen japonés que contribuye al desarrollo de hábitos y actitudes congruentes con los principios que promueven los sistemas de calidad, manufactura esbelta y otros métodos de gestión enfocados a mejorar la eficacia y eficiencia operacional (3).

Las 5S's permite mantener el lugar de trabajo en condiciones organizadas, limpias y seguras, con los materiales y

herramientas que necesita el operador y con fácil acceso a ellos. Los cinco pasos para implementar este método comienzan en japonés con la letra "S":

- Seiri: Clasificación
- Seiton: Organización
- Seiso: Limpieza
- Seiketsu: Estandarización
- Shitsuke: Disciplina

Clasificación.- Significa separar por frecuencia de uso los objetos y/o instrumentos que se usan diariamente (4); con el fin de dejar en el sitio de trabajo sólo lo necesario para trabajar.

Algunos de los beneficios de implementar la Primera S son:

- El área de trabajo queda libre de objetos innecesarios.
- Más espacio para los objetos útiles.
- Mejor control de inventarios.
- Menos accidentes.
- Más seguridad.
- Reducción de distancias de viaje de los operadores.

- Eliminación de tiempo de espera por material y herramientas necesarias para realizar el trabajo.
- Reducción de esfuerzo físico de los operadores.
- Mejora del ambiente de trabajo de la planta.
- Los operadores están preparados para cualquier visita al puesto de trabajo.

Para la implementación se debe considerar las siguientes preguntas:

¿Es necesario este objeto?

¿Si es necesario, en esa cantidad?

¿Si es necesario, tiene que estar ubicado en ese lugar?

Existen métodos alternos que se pueden utilizar para minimizar el riesgo de desechar materiales necesarios. Las tarjetas rojas es uno de estos y es muy utilizado en Japón (4), contienen información como: tipo de objeto (herramienta, materia prima, maquinaria), la fecha en la que fue levantada, las acciones a seguir, responsables, destino el objeto, entre otros datos.

Los objetos innecesarios o de poca frecuencia de uso, deben ser retirados del puesto de trabajo y trasladados a un área de

confinamiento temporal antes de desecharlos. Es recomendable comunicar a toda la planta sobre esta decisión y establecer una fecha límite para decidir los elementos que conservarán y los que se desecharán.

Cuando algún componente se encuentra descompuesto y no pueda arreglarse inmediatamente, se recomienda colocar una etiqueta amarilla donde se establezcan los requerimientos de reparación, fecha estimada, entre otros.

Orden.- Es ordenar los objetos que son necesarios para realizar el trabajo, de acuerdo con un procedimiento o método establecido (4), otorgando una ubicación única, específica y visible para las herramientas, materiales, procedimientos, artículos personales, máquinas etc., de forma que cualquier persona pueda encontrarlos fácilmente, usarlos y regresarlos y además se pueda verificar visiblemente si faltan.

Se colocan los objetos en un orden lógico: los que más frecuentemente se utilizan deben colocarse cerca del punto de uso, los menos frecuentes en un lugar más alejado.

Algunos de los beneficios de implementar la Segunda S:

- Toda herramienta y material es fácil de encontrar, usar y regresar.
- Las herramientas y materiales tienen una localización única, claramente marcada y etiquetada.
- Los artículos faltantes son identificables a simple vista.
- Las líneas de producción tendrán la cantidad justa de herramientas y materiales necesarios para realizar su trabajo.
- Todas las áreas desde materia prima hasta producto terminado están claramente identificadas.
- Las operaciones son fáciles de realizar porque el exceso de movimiento ha sido removido.
- Las operaciones no se detienen mientras se devuelven partes o herramientas; en su lugar éstas se localizan dentro del fácil alcance del operador. Los operadores tienen mejor control visual cuando los empleados no están caminando.
- Los errores debido al uso erróneo de herramientas y materiales es minimizado.
- Se incrementa la satisfacción laboral al eliminar la fatiga de buscar la herramienta, silla o materiales de cada quien.

Para implementar la Segunda S se debe considerar lo siguiente:

- Formar equipos para implementar la Segunda S como un equipo de Seguridad, Áreas Peligrosas, Pasillos, Herramientas, Basureros, Documentos, Materia Prima, Material No-Conforme, Trabajo en Proceso, Producto Terminado y Áreas de Inspección, Máquinas, Gabinetes, Estantes y Equipo de Limpieza, etc.
- Aplicar técnicas de Ergonomía para maximizar la eficiencia de movimientos de los operadores en sus puestos de trabajo.

Limpieza.- Significa eliminar la suciedad de todas las instalaciones, máquinas y herramientas después de cada uso, de tal manera que se mantengan en perfectas condiciones todo el tiempo.

La limpieza es un evento importante para aprender e identificar a través de la inspección las posibles mejoras que requiere el equipo (4).

Algunos de los beneficios de implementar la Tercera S:

- Identificación de las oportunidades de mejora que presenta el proceso

- Mantenimiento de los equipos e instalaciones en mejores condiciones
- Aumento de la sanidad.
- Prevención de accidentes.
- Mejora el aspecto de los puestos de trabajo.
- Para implementar la Tercera S se considera lo siguiente.
- Se divide el área en cuatro secciones: Máquinas de Producción, Áreas de Trabajo/Almacenaje, Instalaciones y Material.
- Se asigna equipos de tres personas para cada sección.
- Se explica los métodos de limpieza.
- Se elabora un programa de limpieza rutinaria del sitio de trabajo.
- Se prepararan los equipos de limpieza.
- Finalmente se limpia el área de trabajo, herramientas y equipos.

Estandarización.- Es el estado que permite a los individuos desarrollar de manera segura, eficaz y cómoda su trabajo (4).

La estandarización consiste en documentar los procedimientos para realizar una tarea específica de forma que todos sepan

cómo realizarla considerando elementos como: seguridad, mantenimiento, colores distintivos, pasos específicos y procesos generales.

Algunos de los beneficios de implementar la Cuarta S son:

- Control visual del área de trabajo visual.
- Forma de trabajo estandarizada.
- Procesos revisados y documentados.
- Asignación correcta de funciones y responsabilidades.

Para implementar la Cuarta S se debe considerar lo siguiente:

- Asignar trabajos y responsabilidades.
- Estandarizar todo y hacer visibles los estándares utilizados.
(Código de colores y contenedores a definir por la operación).
- Integrar las acciones Seiri, Seiton y Seiso (Establecer el rol y la frecuencia de la auditoría de 5S).

Disciplina.- Es una forma de medir el desempeño y el sostenimiento de la cultura de 5S (4).

Se debe:

- Crear un tablero de desempeño de 5 S's.

- Los supervisores deben auditar diariamente con la ayuda de la lista de verificación.
- Promover los resultados positivos en los comunicados de la empresa.
- Lograr el compromiso de todos los trabajadores y la gerencia.
- Integrar los principios de 5S's a los requerimientos cotidianos de trabajo.
- Divulgar la necesidad de 5 S's, definir las funciones de todos los participantes y cómo se implanta.
- Ser consistente en el seguimiento de los principios de 5S's en todas las áreas (oficinas y planta).

2.1.2. Conocer al Cliente

El éxito de toda empresa depende fundamentalmente de la demanda de sus clientes debido a que son los protagonistas y el factor más importante que interviene en una organización (5).

Todo empresario debe conocer y entender muy bien a sus clientes, de forma que el producto pueda ser definido y ajustado a las necesidades del cliente para poder satisfacerlo.

Para lograrlo, existe una técnica en investigación de mercados muy utilizada para obtener información del cliente llamada Voz del Cliente, (VOC) además es el primer paso para el Sistema Despliegue de la Función de la Calidad (QFD).

La Voz del Cliente recolecta detalladamente los deseos y necesidades del cliente expresados en su propio lenguaje (6), luego clasifica estas declaraciones, las ordena dentro de una estructura jerárquica, la información se analiza y finalmente prioriza.

La voz del cliente se puede capturar en una variedad de formas: discusión directa o entrevistas, encuestas, grupos focales, las especificaciones del cliente, la observación, técnicas etnográficas, los datos de garantía, los informes de campo, etc.

Un paso muy importante antes de empezar a recolectar datos es la identificación de los clientes potenciales para esta investigación. Los clientes actuales, de la competencia, los usuarios más avanzados del producto, los consumidores que están empujando el producto a sus límites, o los que se están adaptando un producto ya existente a nuevos usos (7); proporcionan una buena fuente de información.

Finalmente, conocer los deseos y necesidades del cliente y enfocar todos los esfuerzos en transmitir estas ideas al producto nos asegura la satisfacción de los clientes estableciendo una relación de confianza que a largo plazo se convierte en su lealtad hacia la empresa sobre los competidores.

2.1.3. Integrar Producción y Ventas

En las organizaciones frecuentemente surgen problemas debido a objetivos no alineados estratégicamente entre los departamentos, lo que conduce a conflictos entre los mismos. Cada departamento tiene una meta que tiene sentido desde su respectivo punto de vista, sin embargo, los retos principales que enfrenta cada función derivan de las acciones que realizan otros departamentos, es decir, muchas veces el trabajo de un área depende de la eficiencia de otra.

El más claro ejemplo, y particularmente una de las principales características de las pequeñas y medianas empresas ecuatorianas es el conflicto que surge entre Producción y Ventas. El departamento de Producción quiere mantener los tiempos de entrega cercanos a la meta impuesta por la dirección, no obstante, continuamente carecen de la capacidad para lograr satisfacer la demanda. Esta falta de capacidad, es el resultado de los esfuerzos del departamento de Ventas para cumplir con el

mandato de colocar tantas órdenes como sea posible, como consecuencia, Producción se atrasa en las entregas y este retraso termina por afectar a la habilidad de Ventas para vender más productos.

Cualquier falta de alineación en los objetivos refleja una comunicación pobre. La falta de comunicación genera una asignación de recursos financieros poco efectiva que se traduce en producción insuficiente como consecuencia de la falta de capacidad y un decremento en la base de clientes a través del tiempo debido a que no han sido satisfechas sus necesidades de manera oportuna. Así, además del bajo cumplimiento de las metas de cada unidad de negocio, esta falta de alineación genera también dificultad para lograr las metas globales de la empresa.

Es importante que las respectivas direcciones de Ventas y Producción aporten cada una de ellas con una acertada administración para que en definitiva el cliente reciba el producto que desea en el momento en que lo desea. Para esto la empresa se apoya en que, más allá de los conflictos, el sistema de ventas se focaliza en el cliente y el sistema de producción insiste en la eficiencia de sus labores (8).

Otro conflicto que puede surgir entre ambas gerencias es la falta de un buen pronóstico o su empleo inadecuado o erróneo. Este hecho impone un cambio continuo en el uso de las instalaciones del sistema de producción, pasando de un producto a otro, en un intento de atender las demandas inesperadas del consumidor. Por otra parte, un pronóstico cuidadoso del mercado proporcionará la información necesaria al sistema de producción, para establecer los niveles de existencias, el personal de fábrica, la planificación e inventarios que resulten económicos, así como programas adecuados de mantenimiento y conservación del sistema

La efectividad con relación a los beneficios de una empresa, está de acuerdo con el esfuerzo integrado de Producción y Ventas por lo que es recomendable crear comités especiales integrados por representantes de estos departamentos con el fin de planificar las actividades y dar respuesta a los planteos y limitaciones de cada una de las partes.

En definitiva, lo que se necesita es planificar coordinadamente los objetivos para maximizar el valor percibido por el cliente y a la vez, minimizar el doble trabajo de planificación en las áreas productivas, considerada como un desperdicio.

Finalmente, a Ventas le interesa el desafiante objetivo de definir qué es valor para sus clientes, a Producción el de tener un sistema de manufactura capaz de flexibilizarse para poder responder a las cambiantes exigencias del mercado. Precisamente por esta función es por lo que los dos departamentos deben ejecutar sus actividades de una manera integrada.

2.1.4. Mejorar Calidad

La calidad de un producto es la percepción que el cliente tiene del mismo, el cliente quedará satisfecho con el producto si las características del mismo se ajustan a sus expectativas previas.

El concepto de calidad en la industria y en los servicios ha evolucionado, pasando de la simple prevención y corrección de fallas a la fabricación con excelencia desde el inicio del proceso.

No es recomendable que el producto final resulte con defectos para tomar acciones, la calidad es un problema de variación, el que puede ser controlado y prevenido mediante la eliminación a tiempo de las causas que lo provocan.

El camino hacia la calidad requiere determinar las necesidades del cliente, traducirlas al lenguaje de la empresa y transformarlas en productos que cumplan con sus requisitos, resolver las

variaciones que van surgiendo en los diferentes procesos de producción, reducir los defectos y además mejorar los niveles estándares de actuación, establecer el propósito de mejorar constantemente el producto, con la meta de ser competitivos y seguir en el mercado, la cual se puede lograr trabajando en el día a día, logrando avances para que la calidad de los productos que se ofrezcan sea cada vez mejor, brindándole la mejor satisfacción a los clientes.

Herramientas de Calidad.

Existen Herramientas Básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la Calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas en una organización:

- 7 Herramientas de la Calidad.
- 7 Desperdicios de Manufactura.

La experiencia de los especialistas en la aplicación de estas herramientas señala que bien aplicadas y utilizando un método estandarizado de solución de problemas pueden ser capaces de resolver eficientemente los problemas más críticos.

7 herramientas de la calidad

Existen 7 herramientas básicas para la administración de la calidad:

- Hoja de control.
- Histograma.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Causa-Efecto.
- Análisis por estratificación.
- Gráfica de dispersión.
- Gráfica de control.

Hoja de control.- Llamada también Hoja de Registro, sirve para reunir y clasificar la información según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos. Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que los caracterizan, se registran éstas en una hoja, indicando la frecuencia de observación. Lo esencial de los datos es que el propósito esté claro y que los datos reflejen la realidad (9). Este tipo de hojas tienen muchas funciones, pero la principal es hacer

fácil la recopilación de datos y realizarla de forma que puedan ser usadas fácilmente y analizarlos automáticamente.

Producto: Tratamiento: Nº de piezas inspec: Nº total de piezas:				Fecha: Departamento: Operario: Notas:				
	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	Total
Tejido manchado	///	///	///	/	//	/	///	22
Tejido defectuoso		//		///	///	//	/	13
Error de confección	//		///	///	///	/		14
Error de planchado	/	/			/	//		5
Otros	/			//		//	/	6
Total	9	6	10	11	11	8	5	60

FIGURA 2.1 EJEMPLO DE HOJA DE CONTROL

Al hacer uso de esta herramienta se podrá identificar acciones defectuosas, localizar defectos, etc.

Histograma.- Es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos (10).

El Histograma se utiliza para obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema, mostrar el resultado de un cambio en el sistema, identificar anomalías examinando la forma y comparar la variabilidad con los límites de especificación.

Diagrama de Pareto.- Es una herramienta que se utiliza para priorizar, ya sea los problemas o las causas que los generan. El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el que descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y viceversa. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema (11). Basada en el conocido principio de Pareto, ésta es una herramienta que permite identificar lo poco vital dentro de lo mucho que podría ser trivial.

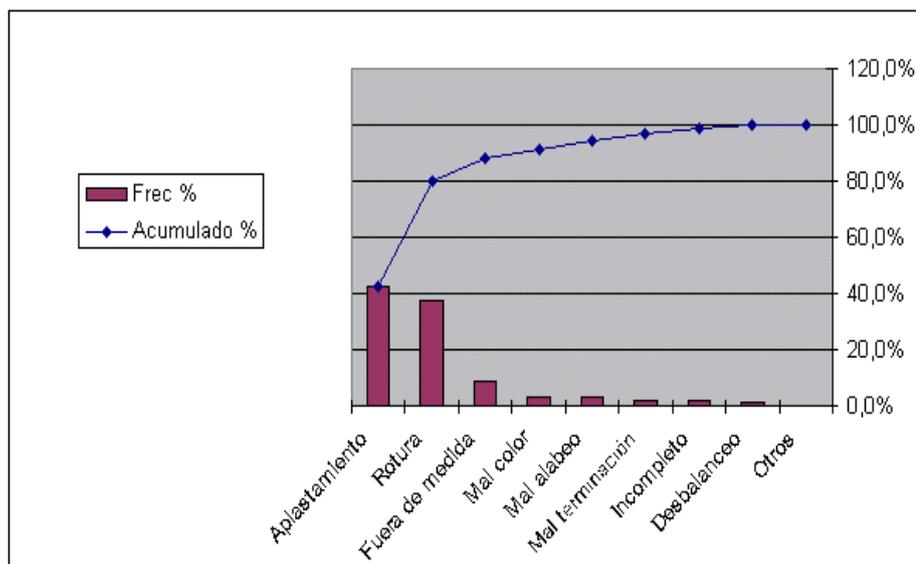


FIGURA 2.2 EJEMPLO DE DIAGRAMA DE PARETO

Diagrama Causa-Efecto.- El diagrama Causa-Efecto llamado también diagrama de espina de pescado por su representación gráfica, ayuda a determinar la causa raíz de un problema.

En este diagrama se consideran las 6M: Materiales, Mano de obra, Método, Máquina, Medio Ambiente y Moneda; sin embargo, esto puede ser modificado dependiendo del enfoque que se le quiera dar al análisis.

El diagrama Causa-Efecto es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria, para

facilitar el análisis de problemas. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943 (9).

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un problema, y no solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción.

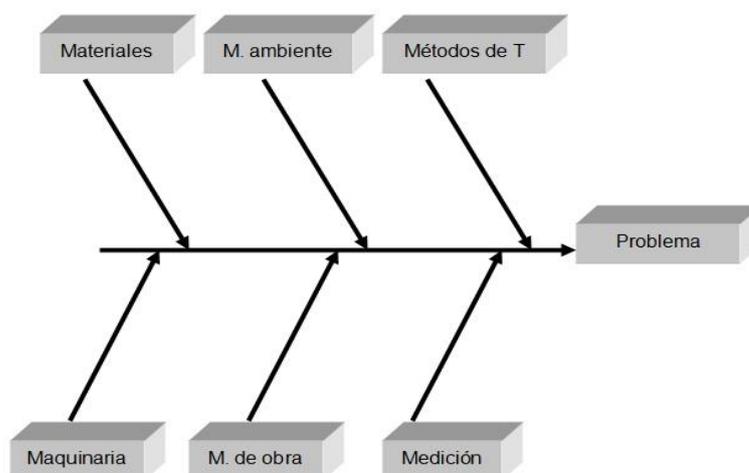


FIGURA 2.3 ESQUEMA DE UN DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

Estratificación.- Es lo que clasifica la información recopilada sobre una característica de calidad. Toda la información debe ser

agrupada de acuerdo con departamentos y acciones específicas con el objetivo de asegurarse de los factores asumidos.

Los criterios efectivos para la estratificación son:

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

Gráfico de dispersión.- Estos gráficos son muy útiles para estudiar las propiedades de los productos, los costos, los errores, datos administrativos, los factores variables del proceso y determinar a qué obedece esta variación.

Gráfica de control.- Las gráficas de control se utilizan en la industria como técnica de diagnósticos para supervisar procesos de producción e identificar inestabilidad y circunstancias anormales. Es una comparación gráfica de los datos de desempeño del proceso con los “límites de control estadístico” calculados, dibujados como rectas limitantes sobre la gráfica.

Las gráficas de control constituyen un mecanismo para detectar situaciones donde las causas asignables pueden estar afectando de manera adversa la calidad de un producto (12). Cuando una

gráfica indica una situación fuera de control, se puede iniciar una investigación para identificar causas y tomar medidas correctivas.

7 Desperdicios de manufactura

La cadena de suministro se compone de numerosas actividades que van desde la colocación de órdenes de producción hasta la entrega de los productos al consumidor final. En todo el proceso existen áreas de oportunidad y mejoramiento que vale la pena analizar. Éstas se relacionan con los siete desperdicios que existen en la manufactura.

Un desperdicio es todo aquello que resulta adicional al mínimo requerido para elaborar un producto u ofrecer un servicio. Luego entonces, todo aquello que no se requiera para entregar pedidos a los clientes resulta un desperdicio y es candidato a ser eliminado (13).

Se han identificado 7 tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura, los cuales son:

- Sobreproducción

- Inventario

- Productos Defectuosos

- Movimiento

- Procesamiento

- Espera

- Transporte

Sobreproducción.- Este tipo de desperdicio implica material procesado o producto final que no es requerido. La sobreproducción es el resultado de fallas en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor costo total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción (14).

Cualquiera que sea el motivo, lo que en la mayoría de las PYMES ecuatorianas suelen ser la suma de todos estos factores, el costo total para la empresa es superior a los costos que en principio logran reducirse en el sector de operaciones.

Inventario.- Se refiere al material que se acumula en el lugar de trabajo, entre procesos, o como producto final (14). Tiene muchos motivos, la mayoría de ellos provenientes de problemas de planificación, dejando como mejor escapatoria el

almacenamiento excesivo de productos que puedan satisfacer demandas que las empresas no son capaces de prever. El punto óptimo de pedidos, como el aseguramiento de insumos, materias primas por problemas de escasez, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles incrementos de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio.

Productos Defectuosos.- Este es el mayor tipo de desperdicio, porque un producto terminado defectuoso significa que se ha perdido todos los recursos que lo componen, es decir, materia prima, mano de obra, tiempo de almacenamiento, etc. Para su reparación de debe asumir el costo total nuevamente, lo que hará que el costo real del producto para la empresa al salir al mercado, sea el doble del que la empresa recibe.

La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas.

Movimiento.- Movimientos sin valor agregado de gente, material, piezas o maquinaria. Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido, entre otros motivos, a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios (14). Así, por ejemplo, situar los departamentos que asisten al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado, aumenta los movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía. En las empresas de categoría mundial el personal de primera línea no ha de ir a buscar ayuda, sino que la reclama para que ésta vaya a ellos.

Procesamiento.- Pasos innecesarios o procedimientos de trabajo que no agrega valor al producto (14).

Desperdicios generados por fallas en materia de layout, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las fallas en materia de diseño de productos y servicios.

Espera.- Se refiere a tener que esperar a que otro proceso termine antes de empezar el trabajo. Motivado fundamentalmente por los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

Transporte.- Se presenta cuando materiales, información, herramientas o partes no necesarias para la producción se desplazan de un lugar a otro. Desperdicio vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-

utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

2.2. Investigación experimental.

La investigación experimental consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas (15).

La experimentación representa un papel fundamental en todos los campos de investigación y desarrollo. El objetivo es obtener información de calidad que permita desarrollar nuevos productos y procesos, comprender mejor un sistema y tomar decisiones sobre cómo optimizarlo y mejorar su calidad.

La experimentación por lo general se utiliza para deducir relaciones causales. El concepto de causalidad se refiere a una relación de necesidad de concurrencia de dos variables estadísticas correlacionadas (16), es decir, cuando la ocurrencia de X aumenta la probabilidad de la ocurrencia de Y.

Por ejemplo, la administración de una planta de producción cree que los indicadores operacionales dependen mucho de la capacitación impartida al personal operativo. Aquí, el factor causal X es la capacitación a los operarios y el factor efecto Y es el mejoramiento de los indicadores.

Previamente a la definición de diseño experimental se exponen los siguientes conceptos básicos:

Unidades de prueba.- Son individuos, organizaciones u otras entidades cuyas respuestas a los tratamientos son examinadas (10).

Tratamiento o variables independientes.- Son variables que pueden ser manipuladas y sus efectos son medidos y comparados como por ejemplo nivel de precio, publicidad, etc.

Variables dependientes.- Miden el efecto de los tratamientos en las unidades de prueba.

Desviación en la selección.- Se refiere a la incorrecta asignación de las unidades de prueba a las condiciones de tratamiento.

Mortalidad.- Se da cuando las unidades de prueba abandonan el experimento por diversas razones.

Diseño experimental.- Es un conjunto de procedimientos que especifican:

1. Las unidades de prueba y cómo estas unidades se dividirán en submuestras homogéneas.
2. Qué variables independientes o tratamientos se manipularán.
3. Qué variables dependientes se medirán.
4. Cómo se controlarán las variables extrañas.

Clasificación de los diseños experimentales

Atendiendo al grado de validez interna, los diseños experimentales se clasifican como pseudo-experimentales, experimentales verdaderos, y cuasi experimentales. Siendo esta última clasificación la de objeto de del estudio.

Los diseños cuasi-experimentales son aquellos en la que existe una 'exposición', una 'respuesta' y una hipótesis para contrastar, pero no hay aleatorización de los sujetos a los grupos de tratamiento, también llamado experimental y control, o bien no existe grupo control propiamente dicho (15). Para este diseño se asigna las unidades de prueba a los dos grupos y se aplica el tratamiento al grupo experimental. Es sensible a la selección y mortalidad debido a que al inicio de la prueba no se aplica una medición. Sin embargo, la desviación en la selección y mortalidad se puede controlar mediante procesos experimentales diseñados cuidadosamente (10).

Adicionalmente, un aspecto a considerar cuando se realiza una evaluación de impacto de una metodología a aplicar es el tema de los grupos de estudio. Es necesario que en un experimento se tengan por lo menos dos grupos para comparar. En primer término, porque si nada más se tiene un grupo no se puede saber si influyeron las fuentes de invalidación interna o no.

En muchas investigaciones se diseñan experimentos, y para medir el impacto, se designan básicamente dos grupos: el grupo de control y el grupo experimental. Los grupos deben ser inicialmente equivalentes y equivalentes durante todo el desarrollo del experimento, menos por lo que respecta a la variable independiente. Asimismo, los instrumentos de medición deben ser iguales y aplicados de la misma manera.

La equivalencia inicial implica que los grupos son similares entre sí al momento de iniciarse el experimento. La equivalencia inicial no se refiere a equivalencias entre individuos, porque las personas tenemos por naturaleza diferencias individuales; sino a la equivalencia entre grupos. Si tenemos en un grupo de personas muy inteligentes también el otro grupo debe poseerlas en igual proporción. Y así con todas las variables que puedan afectar a la variable dependiente o dependientes, además de la variable independiente.

El promedio de inteligencia, motivación, conocimientos previos e interés por los contenidos y demás variables, debe ser el mismo en los dos grupos. Si inicialmente no son equiparables, digamos en cuanto a motivación o conocimientos previos, las diferencias entre los grupos no podrán ser atribuidas con certeza a la manipulación de la variable independiente, es decir a la aplicación de la metodología que se desea probar.

CAPÍTULO 3

3.DISEÑO DE LA SIMULACIÓN

3.1. Descripción de la simulación base

Para el diseño de la simulación, se tomó como referencia el proceso desarrollado por el Ing. Luis Alberto Hernández Andrade en su Tesis de Grado: “Mejoramiento Continuo de un Proceso de Ensamble de Circuitos Electrónicos mediante la Utilización de las Técnicas de Producción Esbelta”.

Dicha tesis detalla el diseño de un proceso simulado de ensamble con base en una empresa de manufactura real, en la que se implementaron técnicas de Producción Esbelta de tal manera que se logre aumentar la productividad.

Los productos a fabricar en la simulación base son circuitos electrónicos de dos tipos: Rojo y Azul; sus esquemas se los puede visualizar en las figuras 4.3 y 4.4 respectivamente.

Producto Rojo

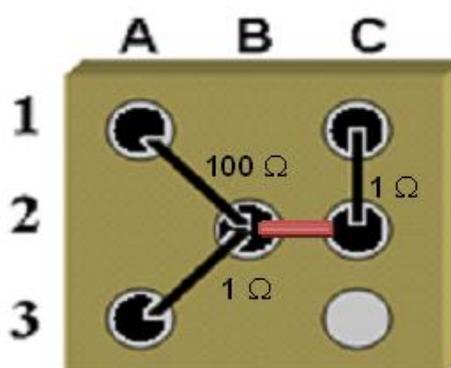


Figura 3.1 PRODUCTO ROJO

El circuito electrónico tipo “Rojo” está compuesto por los materiales descritos a continuación:

TABLA 1

COMPONENTES DEL PRODUCTO ROJO

ROJO	
Materiales	Cantidad
Tablero	1
Resorte	5
Resistor 1Ω	2
Resistor 100Ω	1
Diodo	--
Led (rojo)	1

Producto Azul

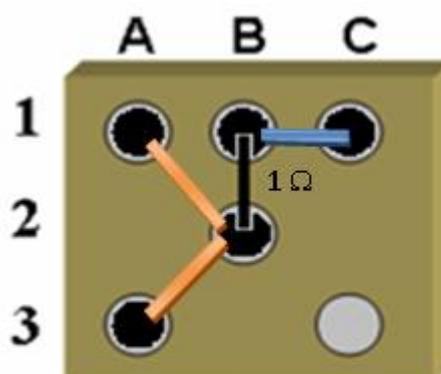


FIGURA 3.2 PRODUCTO AZUL

El circuito electrónico tipo “Azul” tiene los siguientes componentes:

TABLA 2

COMPONENTES DEL PRODUCTO AZUL

AZUL	
Materiales	Cantidad
Tablero	1
Resorte	5
Resistor 1Ω	1
Resistor 100Ω	--
Diodo	2
Led (AZUL)	1

Número de operarios

Para la ejecución de las simulaciones originales se requirió de 11 participantes, cuyas funciones se describen a continuación.

TABLA 3
FUNCIONES DE LOS OPERARIOS DEL JUEGO ORIGINAL

Cargo	Funciones
Representante de Ventas	Instrumenta pedidos del cliente en el documento respectivo.
Programador de Producción	Pone en marcha la producción mediante el formulario respectivo. Despacha materia prima.
Ensamblador de Resortes	Coloca resortes en el tablero.
Ensamblador de Resistores	Ensambla MP
Ensamblador de Diodos	Ensambla MP
Ensamblador de leds	Ensambla MP.
Inspector	Inspecciona la calidad de los productos.
Reconstructor	Revisa productos defectuosos y los repara.
Bodeguero Final	Despacha producto terminado.
Transportista	Distribuye material y producto en proceso por toda la planta.
Ingeniero Industrial	Registra el tiempo de actividades.

Descripción de la simulación original

El proceso inicia con el pedido que el cliente le hace al Representante de Ventas, éste instrumenta la “Orden de trabajo” llenando un formulario de “Pedidos del cliente” detallando los datos necesarios para generar un lote de producción; una vez llenada la orden de trabajo el Representante de ventas llama al Transportista y se la entrega a efectos de que la traslade al Programador de Producción quien será el encargado de detallar la información necesaria en el formulario de “Pedidos a la fábrica” para cada uno de los pedidos de los clientes, adicionalmente deberá colocar en un recipiente todos los materiales necesarios ubicados en la bodega inicial para el ensamble de cada pedido, la cantidad la consultará en la “Tabla de materiales” proporcionada. Luego de culminado el paso anterior, llama al Transportista le entrega el recipiente junto con la orden de trabajo para que lo traslade a la estación de Ensamble de resortes.

En esta estación se ensamblan todas las unidades con los resortes y se marca en el formulario de Pedidos a la fábrica en el casillero de ensamble de resortes, luego se los coloca en el recipiente junto con la orden de trabajo y se llama al Transportista para que traslade el recipiente a la estación de Ensamble de Resistores.

La misma operación se ejecuta en las estaciones de resistores, diodos y Leds, ensamblando los componentes respectivos y marcando en el formulario de Pedidos a la fábrica la actividad realizada.

Luego de terminado el proceso de ensamble en la estación de Leds, se llama al Transportista para que lleve el recipiente junto con la orden de pedido a la estación de Inspección donde se probará cada uno de los circuitos, calificándolos como productos buenos o productos defectuosos. Los productos buenos son colocados en un recipiente junto con una etiqueta color verde que dice “Aprobado” y se le indica al Transportista que lo traslade hacia la Bodega final.

Los productos defectuosos son colocados en un recipiente junto con una etiqueta color rojo que indique “Defectuoso” y se le informa al Transportista que traslade el recipiente al Área de Reparación. En ésta área se revisará el producto, se establecerá y solucionará el problema. Una vez reparado el producto, el reparador marcará el casillero que indica “Reconstruido” en la etiqueta color roja de defectuoso y se le comunica al transportista que regrese el recipiente con los circuitos al Área de Inspección para que se les haga nuevamente las pruebas y se determine si ya pueden ser llevados a la bodega final.

Al terminar la reparación se marcará en el formulario de Pedidos a la fábrica en el casillero de reparación. En caso de que el reparador no

pueda solucionar el problema, los circuitos serán calificados como “Desecho” y se los colocará en un recipiente exclusivo para el producto desechado.

Una vez concluida la simulación el autor analizó la situación de la empresa mediante indicadores de productividad y de acuerdo con los requerimientos que el sistema demandaba, se implementaron las técnicas de manufactura. A continuación en la tabla 3 se indica el plan de implementación ejecutado.

TABLA 4
PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS DE LA SIMULACIÓN ORIGINAL

Segunda Simulación	Tercera Simulación	Cuarta Simulación
Layout	Producción Pull	Calidad en la Fuente
5 S	Producción Unitaria	Balanceo de Líneas
	Trabajo en Equipo	Manufactura Celular

Con la aplicación de estas técnicas se logró producir más circuitos con menos recursos, optimizando la mano de obra y reduciendo el tiempo de ciclo necesario para producir una unidad de producto terminado

3.2. Diagnóstico de la situación actual de las PYMES

En el país, las pequeñas y medianas empresas representan más del 70% de la fuerza laboral (17), lo que demuestra su gran influencia en la activación de la economía y su enorme potencial para disminuir el desempleo.

Sin embargo las PYMES están determinadas por ciertas características que les restan eficiencia, productividad y competitividad. Solamente el 15% del personal tiene nivel profesional y el 1% tiene postgrado (2), cifras que nos indican la tendencia de las pequeñas y medianas empresas a emplear mano de obra con bajo nivel de educación.

“En Ecuador se ha comprobado la falta de competitividad que sufre el sector productivo, incluidas las PYMES. Al realizar un benchmarking con otros países, se confirmó que el país se encuentra rezagado en lo referente a capacidad innovadora, valor agregado y capacitación empresarial” (18). En el país únicamente el 35,2% del personal de las pequeñas industrias ha recibido un proceso de capacitación (17), impidiendo la mejora continua de las mismas ya que la utilización del conocimiento apropiado se convierte en la principal fuente de ventaja competitiva para una organización.

En lo que respecta a la gestión de calidad, solamente el 8,3% de las PYMES han implementado sistemas de calidad. Así mismo, el 90% de las empresas en estudio desconocen el gusto del consumidor (19); lo que entorpece el ajuste del producto a las necesidades del cliente para poder satisfacerlo en el tiempo requerido.

Otros de los problemas a los que se enfrentan las pequeñas y medianas empresas son los cambios excesivos en la planificación de las operaciones (2), debido a la escasa comunicación entre los departamentos de Ventas y Producción; así como la ausencia de 5S reflejada en el bajo nivel de limpieza y poca comunicación visual en las fábricas.

Adicionalmente, se evidencia en la mayoría de las pymes los problemas que surgen por la falta de mantenimiento. No renovar las maquinarias y equipos puede suponer altas pérdidas para las empresas tanto en tiempo como en dinero. Los costos derivados de la falta de mantenimiento no sólo corresponden a la compra de nuevos equipos, durante el tiempo que surge una falla el usuario no cuenta con su herramienta de trabajo, lo que acarrea tiempo desperdiciado y falta de productividad, que finalmente se traduce en un gasto.

En fin, aunque las dificultades por el bajo nivel de productividad son síntomas comunes en los países subdesarrollados, es importante el

estudio de nuevas formas de desarrollo y crecimiento que den la pauta para solucionar problemas frecuentes que suelen presentarse; por lo que se busca ajustar el juego base a las condiciones en las que se desenvuelven las pequeñas y medianas empresas ecuatorianas actualmente y validar la propuesta en la que se respalda el presente trabajo de investigación.

3.3. Adaptación del juego a la realidad de las PYMES ecuatorianas

Una vez realizado el diagnóstico, en el que se identificó las características de las Pymes ecuatorianas y los errores en los que éstas incurren con frecuencia, se presentan 8 pilares en los que se sustenta el diseño de la simulación

- Bajo nivel de educación.
- Mala comunicación Cliente-Ventas-Producción.
- Falta de conocimiento técnico de los vendedores.
- Bajos niveles de orden y limpieza en las plantas.
- No se conoce al cliente.
- Problemas de calidad.
- No hay control de indicadores.
- Problemas de mantenimiento.

Se detalla la representación de cada uno de estos pilares en la simulación:

Bajo nivel de educación.

Se requiere la participación de empleados de planta de dos industrias del sector plástico y de estudiantes que estén cursando tercer año de bachillerato o graduados de la escuela secundaria, debido a que la mayoría de los operadores que laboran en las empresas de estudio no poseen instrucción superior.

Mala comunicación Cliente-Ventas-Producción.

Para representar la mala comunicación entre el Cliente, Ventas y Producción se dispone del formato Pedidos de Clientes en cuya columna denominada "Tipo de Producto" existen casillas en blanco, con el fin de que en ciertas ocasiones el cliente solicite el pedido sin especificar el tipo de producto que requiere; con esto se logra que el vendedor entregue la Orden de Pedido al Jefe de Producción sin dicha información, y sea él quien decida, según su criterio, qué producto se ensambla en la planta. La tabla Pedidos de Clientes y la Orden de Pedido se muestran en APÉNDICE A y B respectivamente.

Además el Jefe de Producción debe ensamblar un producto adicional en los pedidos 5, 10 y 15 para stock, con lo que se pretende

representar la sobreproducción frecuente en las empresas e implícitamente la poca comunicación y compañerismo con el equipo de ventas.

Como en toda empresa real, el Cliente sólo intercambia información con el Departamento de Ventas, y si tiene algún reclamo o devolución debe ser atendido exclusivamente por el Vendedor, quien además es el único responsable de registrar los pedidos de los clientes, respetando el orden solicitado por ellos. Cabe recalcar que los clientes no conocen los procesos de elaboración de los productos solicitados debido a que no mantienen contacto alguno con el Departamento de Producción.

Finalmente, se observa que existen errores inherentes al proceso de recepción de pedidos, como en el caso de que el Vendedor registre equivocadamente el número de Cliente solicitante en la Orden de Pedido, la cantidad, tipo de producto, hora de entrega u otra información proporcionada.

Falta de conocimiento técnico de los vendedores.

El formato “Pedido de Clientes” está diseñado para que los clientes soliciten al vendedor una clase de producto que no se ensambla en la planta, este tipo representa cualquier requerimiento particular en el diseño del producto que solicita el cliente, que no se ensambla en la

empresa. Sin embargo, el vendedor recibe el pedido sin preguntar cuál es el deseo particular del cliente y entrega la orden a producción. La política del departamento de Producción es archivar estas órdenes, es decir, el Jefe de Producción no realiza un plan para cumplir con la solicitud del Cliente, ni Ventas tiene conocimientos de que no se procesará la orden. Esto afecta directamente al porcentaje de reclamos porque estas órdenes jamás llegarán a manos del cliente que las solicitó.

Bajos niveles de orden y limpieza en las plantas.

Inicialmente se definen las diferentes áreas de trabajo apropiadas para el ensamble de los productos y antes de empezar con la simulación se colocan materiales innecesarios en las mesas de trabajo de tal manera que imposibiliten la labor de los operadores, para lo cual se utiliza útiles de oficina tales como: hojas, carpetas, lapiceros, grapas, fundas, vinchas de carpeta, cds, libros entre otros.

No se conoce al cliente.

La empresa tiene dos clientes, el cliente 1 realiza 18 pedidos y el 2, 12; en total se realizan 30 pedidos a la fábrica. Se observa que el cliente 1 es el más importante para la compañía debido a la mayor cantidad de productos que solicita. Sin embargo, se diseñó la tabla Pedidos del Cliente de tal manera que sólo el cliente 2 realice pedidos

urgentes. Ni Ventas ni Producción conocen quién es su cliente más representativo (Cliente 1) por lo que ingresa sin objeción alguna todos los requerimientos de los clientes, así como fechas de entrega inmediatas.

Problemas de calidad.

Previo a la realización de las simulaciones se introduce materia prima defectuosa.

Los resortes defectuosos se identifican de dos formas: si están marcados con una cinta adhesiva color naranja en uno de sus extremos y si le falta uno de los ganchos de los extremos.



FIGURA 3.3 RESORTE EN BUEN ESTADO

Durante la primera y segunda simulación se colocan focos en buen estado mezclados con defectuosos, el porcentaje de defectos en la materia prima es el 10% de la cantidad total de cada componente. También se observa problemas en el ensamble de los productos,

debido a falta de experiencia de los operadores, lo que afecta directamente a la calidad del producto final.

La planta de producción no cuenta con un Inspector de Calidad, se ensambla el producto e inmediatamente se entrega al cliente, sin realizar ningún tipo de inspección.

No hay control de indicadores.

La empresa en su etapa inicial no cuenta con ningún tipo de indicadores, por lo que se procede a su diseño para conocer el estado de la planta simulada.

Los criterios que se utilizan para seleccionar los indicadores son:

- Medición del Proceso Productivo
- Cuantificación del Desempeño Económico
- Percepción del Cliente respecto al Servicio.

Los indicadores miden el impacto de las mejoras implementadas en cada simulación, establecen puntos de referencia para seleccionar nuevas mejoras y evalúan el desempeño de la planta. Se diseñaron los siguientes:

- 1. Desperdicio:** Se obtiene dividiendo la cantidad de productos defectuosos versus la cantidad de productos entregados, ambos en dólares.
- 2. Devoluciones:** Es el cociente entre la cantidad de productos devueltos y la cantidad de productos entregados.
- 3. Reclamos:** Para el cálculo del porcentaje de reclamos se divide el número de reclamos entre la cantidad total de órdenes de pedidos, donde el número de reclamos se obtiene de la resta del total de órdenes de pedido y el total de órdenes entregadas.
- 4. Órdenes atrasadas:** Es el resultado de la división entre la cantidad de órdenes atrasadas y la cantidad total de órdenes entregadas.
- 5. Vtas/núm. empleados:** Es el cociente resultante entre el total de productos en buen estado en dólares y el número de operadores de la planta.
- 6. Costo unitario:** El cociente entre los costos totales de producción (mano de obra, materiales y equipo) y la cantidad de productos entregados en buen estado.

Problemas de mantenimiento

Para representar esta característica, se introduce en el proceso una herramienta en mal estado para colocar resortes. De esta forma, el

Ensamblador de resortes tendrá dificultades de realizar sus actividades, lo que ocasiona que el producto en proceso se acumule en su estación de trabajo.

3.4. Diseño del sistema de producción

El proceso a analizar es el ensamble manual de circuitos electrónicos, tomado de la simulación base pero ajustado a las características de interés del presente trabajo investigativo. De la misma forma, se facilitó el ensamble de los materiales de modo que el tiempo de operación se reduzca.

Producto

La empresa fabrica circuitos electrónicos de dos tipos: Tom y Daly, cuya selección se realiza considerando los siguientes aspectos:

- Fácil ensamble y desensamble
- Visualmente atractivo
- Duradero

La diferencia entre los dos productos se encuentra en los materiales que los componen.

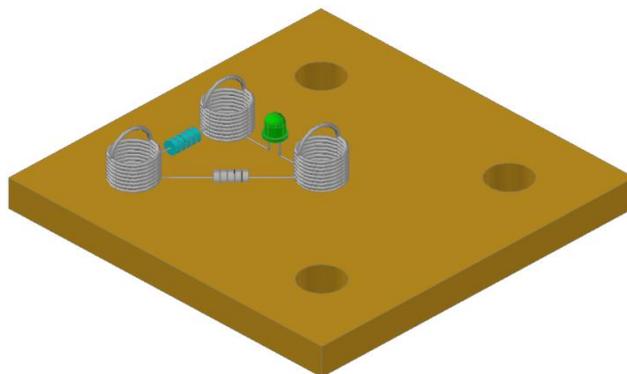


FIGURA 3.4 PRODUCTO TOM

El circuito electrónico tipo “Tom” está compuesto por los materiales descritos a continuación:

TABLA 5

COMPONENTES DEL PRODUCTO TOM

Materiales	Cantidad
Tablero	1
Resorte	3
Resistor 1 Ω	1
Resistor 100 Ω	1
Diodo	--
Foco	1

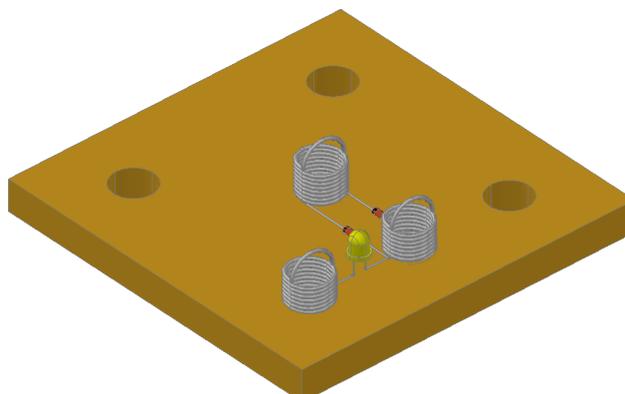


FIGURA 3.5. PRODUCTO DALY

El circuito electrónico tipo “Daly” tiene los siguientes componentes:

**TABLA 6
COMPONENTES DEL PRODUCTO DALY**

Materiales	Cantidad
Tablero	1
Resorte	3
Resistor 1Ω	1
Resistor 100Ω	--
Diodo	1
Foco	1

Número de Operarios

Para la ejecución de las simulaciones es necesario contar con 9 participantes como operarios de planta; se detallan los cargos y sus funciones:

TABLA 7
DETALLE DE FUNCIONES DE LOS OPERARIOS

Cargo	Cantidad	Funciones
Vendedor	1	Instrumenta pedidos del cliente en el documento respectivo.
Jefe de Producción	1	Supervisa operaciones. Despacha el producto terminado.
Bodeguero	1	Despacha materia prima.
Ensamblador de Resortes	2	Colocan resortes en el tablero.
Ensamblador de Resistores	1	Ensambla MP
Ensamblador de Diodos	1	Ensambla MP
Ensamblador de focos	1	Ensambla MP.
Transportista	1	Distribuye el material y productos por toda la planta.

Adicional a los operarios de planta, para la realización de las simulaciones se requiere de dos Clientes, que son los encargados de solicitar los productos; y dos Clientes Inspectores de Calidad que definirán los productos como “Aprobados” o “Defectuosos” de acuerdo a los criterios expuestos en la Tabla de Producto no Conforme (Apéndice C).

Documentación

La documentación que servirá como soporte para el desarrollo del proceso es la siguiente:

Tabla Pedidos de Clientes

Es manipulada por los clientes 1 y 2. Muestra la programación de la demanda con su correspondiente hora de emisión. Así mismo, tiene una columna para registrar la hora de llegada del producto terminado para su posterior comparación. Esta tabla se muestra en el APÉNDICE A.

Orden de Pedidos

Es instrumentada por el Vendedor a base de los requerimientos del cliente. En ella se registra el número de pedido (importante para respetar la secuencia de los mismos), el cliente que lo solicitó (1 ó 2), cantidad / tipo de producto y la hora a la que lo requiere el cliente. Este documento se muestra en el APÉNDICE B.

Tabla de Producto no Conforme

Es llenada por los Clientes Inspectores. En esta tabla se registra la cantidad de productos defectuosos y los motivos para calificarlos como tal. Este documento se muestra en el APÉNDICE C.

Finalmente, para contar con una guía a los operadores de la línea de ensamble es necesaria la elaboración de instructivos y soportes técnicos, además de políticas que rijan las operaciones de la planta.

Instructivos

Contienen un resumen de la participación de cada operario, procedimientos y un esquema de la forma correcta en la que deben ensamblar los materiales.

Se generan los siguientes instructivos y soportes de acuerdo al tipo de producto:

- Instructivo del Ensamblador de Resortes (2).
- Instructivo del Ensamblador de Focos (2).
- Instructivo del Ensamblador de Resistores (2).
- Instructivo del Ensamblador de Diodos (1).
- Instructivo del Inspector de Calidad (2).
- Instructivo del Vendedor (1).
- Instructivo del Cliente (2).
- Soporte Técnico 1.
- Soporte Técnico 2.

- Soporte Técnico 3.

Políticas

Para la adecuada ejecución de la primera simulación se debe tomar en cuenta ciertas políticas, citadas a continuación:

Una vez que se inicia el proceso, el Transportista será el único autorizado en hacer que el producto en las canastas fluya alrededor de toda la planta, ningún operario podrá salir de su puesto de trabajo.

El Jefe de Producción es el encargado de solucionar cualquier problema que surja durante la simulación como la falta de material, sustitución de herramientas, dudas al momento de ensamblar, etc.

Se debe respetar el orden de los pedidos registrados en la parte superior izquierda de la “Orden de Pedidos” y de exigirse la entrega “Urgente” se debe dar prioridad a dichos pedidos.

Debe adjuntarse la “Orden de Pedidos” a la canasta con los materiales que será distribuida por todos los centros de trabajo a fin de que los operarios sepan qué producir, en qué cantidad y para qué hora dicho pedido es requerido.

Proceso Productivo

El proceso inicia con el pedido que el cliente le hace al Vendedor, éste instrumenta la “Orden de Pedido” detallando los datos necesarios para generar un lote de producción; una vez llenado dicho formato, el Vendedor llama al Jefe de Producción quien será el encargado de entregar dicha orden al Bodeguero. El Bodeguero deberá colocar en un recipiente todos los materiales necesarios ubicados en la bodega de materia prima para el ensamble de cada pedido, la cantidad la consultará en la “Tabla de Materiales” proporcionada (Ver APÉNDICE D). Luego de culminado el paso anterior, llama al Transportista le entrega el recipiente junto con la Orden de Pedido para que lo traslade a la estación de Ensamble de resortes.

En esta estación se ensamblan todas las unidades con los resortes y diodos, luego se los coloca en el recipiente junto con la orden de trabajo y se llama al Transportista para que traslade el recipiente a la estación de Ensamble de Resistores.

La misma operación se ejecuta en las estaciones de resistores y focos, ensamblando los componentes respectivos y colocando la orden en el Recipiente.

Luego de terminado el proceso de ensamble en la estación de Focos, se llama al Transportista para que entregue el recipiente junto con la orden de pedido al cliente correspondiente. El cliente registra la hora

de llegada del recipiente con los productos en la tabla “Pedidos de Clientes” para luego entregarlos a los Clientes Inspectores donde se probará cada uno de los circuitos, calificándolos como productos buenos o productos defectuosos en la “Tabla de Producto No Conforme”. Los productos buenos son colocados en un recipiente junto con una etiqueta que dice “Aprobado”. Los productos defectuosos son colocados en un recipiente junto con una etiqueta que indique “Defectuoso”. (Ver diagrama de flujo en APÉNDICE E).

A efectos de la toma de datos, este proceso se realizará por un tiempo de 20 minutos.

Mejoras propuestas

Las dos primeras simulaciones están diseñadas de tal forma que se generen muchos inconvenientes durante el proceso, por lo que se entrena a los participantes con el fin de mejorar los indicadores de interés de acuerdo al siguiente esquema. (Ver Tabla 8)

TABLA 8
TÉCNICAS APLICADAS EN EL ENTRENAMIENTO

Segunda simulación	Tercera simulación
Conocer al cliente 7 grandes pérdidas 5 S	Integrar Producción y Ventas Herramientas de Calidad.

Las mejoras que se aplican luego de cada simulación son ideas que proponen los participantes de la simulación después de cada entrenamiento, a continuación un detalle de las mismas.

Conocer al cliente

Con esta parte de la capacitación se busca tener un conocimiento más profundo del cliente y sus necesidades.

Puntos clave abordados en el entrenamiento:

- Identificación del cliente que es más representativo para la empresa (alto volumen de compras).
- Descubrimiento de los problemas a los que se enfrentan los clientes con el producto despachado (calidad, tiempos de entrega, etc.).

Mejoras aplicadas:

- La baja de los pedidos urgentes, luego de identificar qué cliente los solicitaba.

7 grandes pérdidas

Con el entrenamiento se busca reconocer los desperdicios existentes en la planta.

- La aplicación de ésta técnica implica las siguientes mejoras:

- La eliminación del transporte.
- La reubicación del Transportista al área que registre mayor producto en proceso.
- Centros de trabajo más cercanos.
- Reducción del tiempo de transporte de materiales y producto en proceso.

5S

Con la capacitación sobre ésta filosofía se consigue:

- Colocar la materia prima cerca de los puestos de trabajo.
- La reubicación del Bodeguero al área que registre mayor producto en proceso.
- Eliminar el tiempo improductivo que el operador emplea en esperar la llegada de materia prima, logrando un ensamble en menor tiempo.
- Lugares de trabajo más limpios y ordenados.

Integrar Producción y Ventas

Con el entrenamiento se pretende mejorar la comunicación entre estos dos departamentos, una vez conseguido esto, se obtiene:

- Un amplio conocimiento de los requerimientos del cliente y así evitar órdenes de pedidos incompletas.
- La eliminación de la sobreproducción, debido a que se descubrió que en ciertos pedidos se enviaba a producir más productos de los que había solicitado el cliente inicialmente, lo que provocaba que los operarios pierdan tiempo en actividades innecesarias.

Herramientas de Calidad

Luego de la capacitación se identifican las causas de los problemas que se presentan durante la primera y segunda simulación de la simulación; las mejoras propuestas por los participantes son:

- Capacitar al personal sobre el ensamble de los componentes del producto.
- Eliminar la materia prima defectuosa.
- Incluir a Controladores de Calidad dentro de la planta.

CAPÍTULO 4

4.EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN

Una vez finalizado el diseño de la simulación se planificó la ejecución de la misma con estudiantes de segundo y tercero de bachillerato de tres colegios de la ciudad de Milagro; esto se logró gracias a la intervención de una profesora y una ex estudiante de dichas entidades, sin embargo, no se pudo acceder a más pruebas debido al cronograma de estudio de los colegios y también a la poca cantidad de estudiantes de tercero de bachillerato.

La propuesta resultó atractiva para las autoridades de los planteles debido a que vieron en nuestra oferta una oportunidad de direccionar a sus alumnos en sus futuros estudios de tercer nivel. Se vendió la idea de

capacitarlos en técnicas de Ingeniería Industrial y despertar en ellos un posible interés por la carrera.

También se contó con personal operativo de dos empresas miembros de Aseplas (Asociación Plásticos Ecuador): Poligrup y Plásticos Internacionales, las mismas que resultaron beneficiadas con capacitaciones en técnicas de mejoramiento de procesos.

Se realizó un plan de ejecución de las simulaciones, a continuación se detalla el cronograma:

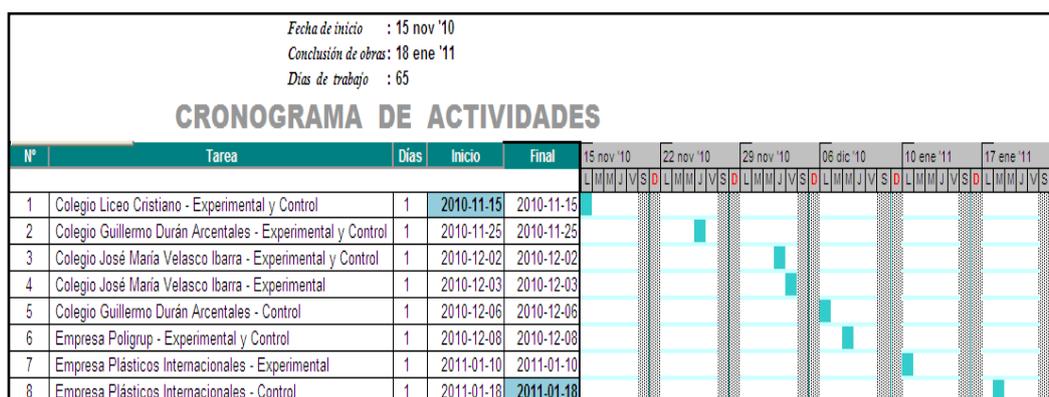


FIGURA 4.1 CRONOGRAMA DE SIMULACIONES EN COLEGIOS Y EMPRESAS

Una vez acordadas las fechas se procedió a ejecutar las simulaciones.

Por motivos de horarios y disposición tanto de los estudiantes como de los operarios, en ocasiones fue necesario efectuar el grupo experimental y de control en días diferentes, como se especifica en el cronograma.

4.1. Simulaciones colegios

Para llevar a cabo la ejecución del juego se solicitó a los colegios un lugar amplio de aproximadamente 42m², 1 mesa grande, 4 mesas pequeñas, 13 sillas y un espacio para colocar los carteles que serían utilizados durante la capacitación.

Se informó que el experimento duraría aproximadamente 1,5 horas por grupo para no tener conflictos con los horarios de los participantes.

La dirección educativa designó aleatoriamente 26 estudiantes de los cuales 13 formaron el grupo de control y los restantes el grupo experimental.

Según el orden de llegada de los estudiantes, se les asignaron los cargos dentro de la empresa simulada ubicándolos en los centros de trabajo respectivos.

En el diseño del juego se identificó como punto crítico el área de resortes, debido a esto se tomó la decisión de capacitarlos acerca de la inserción de los resortes en el tablero previo a ser ejecutada la primera prueba, con el fin de reducir el efecto de la curva de aprendizaje. En la figura 4.2 se observa como una estudiante practica las instrucciones dadas.



FIGURA 4.2 INDUCCIÓN EN ÁREA DE RESORTES.

Luego se realizó una explicación sobre el método de la simulación y se mencionaron puntos generales tales como el tiempo disponible y los productos que fabrica la empresa.

Sobre las mesas de trabajo se colocaron los instructivos y políticas (Ver Fig. 4.2) los cuales debían ser leídos por los alumnos; para ello se les otorgó 5 minutos. Finalizado esto, se ejecutó una prueba piloto en la que se simuló el proceso de producción de un producto Tom y uno Daly desde la recepción del pedido por parte de Ventas hasta el despacho por parte de Producción. Luego de aclarar cualquier duda o recibir comentarios con respecto al proceso, métodos de trabajo y políticas, se procedió a ejecutar las simulaciones definitivas.

Se inicia la simulación en el tiempo cero y luego de 20 minutos cronometrados por los clientes se finaliza la simulación y dependiendo del grupo en estudio se realizaba lo siguiente:

Si el grupo era de control se iniciaba la segunda simulación sin modificación alguna, se llenaban los registros para el control de indicadores y se ejecutaba la tercera simulación con las mismas condiciones.

Si el grupo era experimental una vez llenados los registros de control se realizaban las capacitaciones al concluir las simulaciones.

La capacitación tuvo un enfoque de detección de problemas y propuesta de posibles soluciones. Se explicaron los pasos de la metodología y con estos conocimientos expuestos se trató de que los problemas sean identificados por los participantes y sean ellos los que propongan y ejecuten las mejoras.



FIGURA 4.3. APLICACIÓN DE 5S EN PUESTOS DE TRABAJO.

Además, para estimular el espíritu competitivo y así lograr que los participantes realicen su trabajo de una forma eficaz y aplicando las técnicas mencionadas durante la capacitación, se planeó premiar al área que mejor aplique lo aprendido, como se puede observar en la figura 4.3.

Con la ayuda de los indicadores establecidos en el diseño de la simulación se logró cuantificar los resultados obtenidos después de cada simulación, los mismos que serán utilizados para el análisis estadístico de los datos.

Para efectos de cuantificar la aplicabilidad de la metodología se utilizarán los resultados obtenidos en la primera y tercera simulación; de esta manera se compara la situación inicial de la empresa con la

obtenida después de todas las mejoras implementadas. Dichos resultados se muestran en las siguientes tablas:

TABLA 9
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL – COLEGIOS

INDICADOR	PRIMERA SIMULACION	TERCERA SIMULACION
Costo unitario	\$3.04	\$2.67
Devoluciones	68,01%	22,85%
Reclamos	67,50%	10,00%
Desperdicio	67,91%	22,62%
Vtas/núm. Empleados	\$85.39	\$174.36

Como se esperaba, luego de la primera simulación se evidencia un alto índice en las devoluciones, reclamos y el desperdicio, dado que la empresa presentaba problemas a nivel operacional, por lo tanto los productos entregados a los clientes no cumplían con las especificaciones solicitadas.

Para la tercera simulación se evidencia que el costo disminuyó \$0.37, reduciendo su valor de \$3.04 a \$2.67. Los reclamos se redujeron en promedio de 67.50% a 10.00%, las devoluciones de 68.01% a 22.85%, el desperdicio se redujo de 67.91% a 22.62% y las Vtas/núm. Empleados se duplicaron, aumentando en promedio de \$85.39 a \$174.

TABLA 10
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA Y TERCERA
SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL –COLEGIOS

INDICADOR	PRIMERA SIMULACION	TERCERA SIMULACION
Costo unitario	\$2.82	\$2.59
Devoluciones	60,28%	57,56%
Reclamos	59,17%	29,17%
Desperdicio	60,28%	57,45%
Vtas/núm. Empleados	\$101.31	\$153.96

Se puede observar que aparentemente hay una disminución del costo unitario, los indicadores operacionales redujeron su valor y las Vtas/núm. empleados aumentaron.

Se esperaba que los indicadores en el grupo de control mantengan sus valores sin embargo mediante un análisis estadístico se demostrará si es significativa la reducción e incremento observado.

4.2. Simulaciones empresas

Con el objetivo de estudiar el desempeño de personas adultas en el juego, se programó ejecutar las simulaciones diseñadas con trabajadores de planta. Gracias al contacto realizado por la directora del presente proyecto se contó con las empresas Plásticos Internacionales y Poligrup para continuar con la investigación. El departamento de producción de las organizaciones gestionó la

disponibilidad del espacio físico y de los operadores que participarían en la ejecución de las simulaciones.

El procedimiento para la realización de las simulaciones fue el mismo que se aplicó en los colegios, esto incluye tiempo de duración, número de grupos y participantes, plan de incentivos y la capacitación, tal como se observa en la figura 4.4.



FIGURA 4.4 CAPACITACIÓN

La respuesta obtenida de parte de los operarios de las empresas fue mejor en comparación a la de los estudiantes, se infiere que fue debido a la madurez y experiencia laboral adquirida a lo largo de los años.

Los resultados obtenidos al finalizar la primera y tercera simulación fueron los siguientes.

TABLA 11
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA Y TERCERA
SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL – EMPRESAS

INDICADOR	PRIMERA SIMULACION	TERCERA SIMULACION
Costo unitario	\$3.11	\$2.67
Devoluciones	58,63%	24,59%
Reclamos	66,67%	8,33%
Desperdicio	58,76%	24,77%
Vtas/núm. Empleados	\$44.83	\$149.82

Para la tercera simulación se evidencia que el costo disminuyó \$0.44. Los reclamos se redujeron en promedio en un 58.34%, las devoluciones en un 34.04%, el desperdicio se redujo en un 33.99% y las Vtas/núm. Empleados aumentaron en \$104.99.

TABLA 12
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA Y TERCERA
SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL – EMPRESAS

INDICADOR	PRIMERA SIMULACION	TERCERA SIMULACION
Costo unitario	\$3.11	\$2.74
Devoluciones	86,84%	84,38%
Reclamos	75,00%	41,67%
Desperdicio	86,99%	84,08%
Vtas/núm. Empleados	\$10.39	\$31.61

Se observan cambios positivos en el promedio de cada indicador, sin embargo se debe comprobar si hay suficiente evidencia estadística que valide estos resultados.

Con los datos presentados se evidencia claramente que existe una mejora en el grupo de control, a pesar de que no se aplicó ninguna técnica de mejoramiento. Dado esto, es necesario comprobar estadísticamente si la mejora en el grupo de control es significativa con relación a la obtenida en el experimental.

4.3. Análisis estadístico de los indicadores de desempeño

Para el análisis estadístico se utiliza dos supuestos, que los datos se comportan normalmente y que sus varianzas son iguales. La normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov utilizando el software estadístico Minitab versión 15. Fue necesario eliminar algunos datos atípicos o aberrantes para que se cumpla este supuesto y continuar con el método de análisis.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov, compara dos hipótesis, H_0 y H_1 . La hipótesis nula (H_0) afirma que los datos son normales mientras que la hipótesis alterna (H_1) contradice esto. Para rechazar o no la hipótesis nula se utilizó el valor p; el cual es el nivel de significancia más

pequeño que conduce al rechazo de H_0 . A continuación se presenta una tabla con los intervalos de rechazo y no rechazo para H_0 .

TABLA 13
INTERVALOS DE RECHAZO DE H_0 MEDIANTE EL VALOR P

Valor p	Conclusión
$p \leq 0.05$	Rechazar H_0 a favor de H_1
$0.05 \leq p \leq 0.1$	Zona conflictiva
$p \geq 0.1$	No rechazar H_0

Cuando el valor p se encuentre en la zona conflictiva dependiendo de su cercanía a 0.05 o 0.1 se decidirá si rechazar o no la hipótesis nula (H_0).

Resultó que todas las observaciones se asemejan a una normal, por ejemplo se comprobó la normalidad de los datos de reclamos del grupo experimental en los colegios, como se observa en la figura:

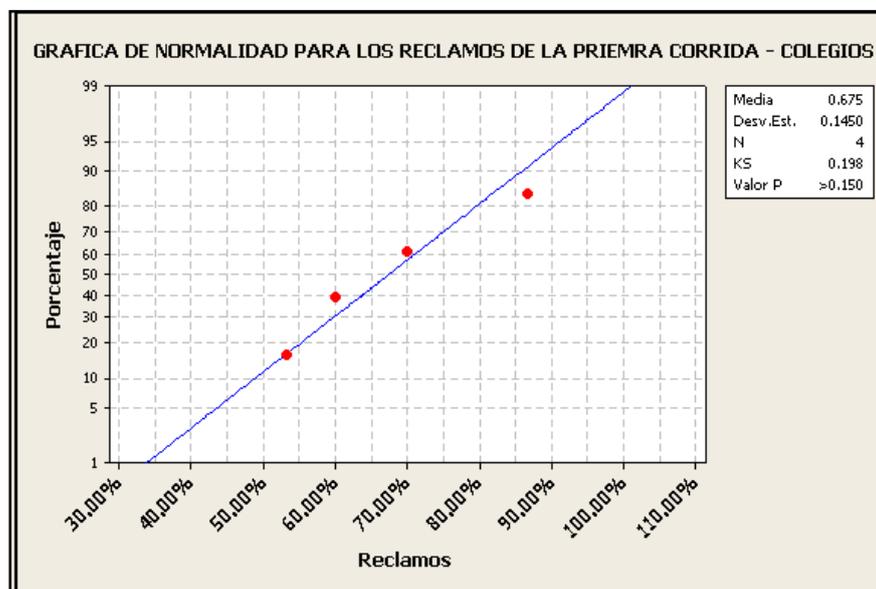


FIGURA 4.5 GRÁFICA DE NORMALIDAD PARA LOS RECLAMOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN –COLEGIOS

Ver normalidad para todos los indicadores en APÉNDICE F.

Como los datos son normales se procedió a comprobar el supuesto de la igualdad de varianzas para la primera y tercera simulación del grupo experimental y de control en los colegios y empresas (Ver APÉNDICE G).

Si las varianzas fueran diferentes, se tomará en cuenta esta condición al momento de realizar las pruebas posteriores.

La prueba de la igualdad de varianzas formula la hipótesis:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1: \neg H_0$$

Donde:

σ_1^2 : Es la varianza de la primera o tercera simulación del grupo experimental.

σ_2^2 : Es la varianza de la primera o tercera simulación del grupo de control.

A continuación en la TABLA 14 se presenta los resultados obtenidos para la prueba de la igualdad de varianzas con los indicadores de los colegios:

TABLA 14
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS
ENTRE LOS GRUPOS DE CONTROL Y EXPERIMENTAL EN LOS
COLEGIOS

Indicador	Simulación	Valor p	Decisión	Conclusión
Costo unitario	1	0.01	Rechazar H_0 a favor de H_1	Diferentes
	3	0.19	No se rechaza H_0	Iguales
Devoluciones	1	0.59	No se rechaza H_0	Iguales
	3	0.78	No se rechaza H_0	Iguales
Reclamos	1	0.16	No se rechaza H_0	Iguales
	3	0.72	No se rechaza H_0	Iguales
Desperdicio	1	0.55	No se rechaza H_0	Iguales
	3	0.76	No se rechaza H_0	Iguales
Vtas/núm. Empleados	1	0.09	No se rechaza H_0	Iguales
	3	0.99	No se rechaza H_0	Iguales

El costo unitario no cumple con el supuesto debido a que tiene un valor p de 0.01 menor a 0.05 por lo que se rechaza H_0 y se concluye que las varianzas son diferentes mientras que en los demás indicadores el valor p obtenido es mayor a 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las varianzas son iguales.

Para los indicadores de las empresas se obtuvo el siguiente resultado:

TABLA 15
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS
ENTRE LOS GRUPOS DE CONTROL Y EXPERIMENTAL EN LAS
EMPRESAS

Indicador	Simulación	Valor p	Decisión	Conclusión
Costo unitario	1	0.44	No se rechaza H_0	Igual
	3	0.25	No se rechaza H_0	Igual
Devoluciones	1	0.88	No se rechaza H_0	Igual
	3	0.70	No se rechaza H_0	Igual
Reclamos	1	0.19	No se rechaza H_0	Igual
	3	0.12	No se rechaza H_0	Igual
Desperdicio	1	0.90	No se rechaza H_0	Igual
	3	0.69	No se rechaza H_0	Igual
Vtas/núm. empleados	1	0.64	No se rechaza H_0	Igual
	3	0.72	No se rechaza H_0	Igual

Nótese que el valor p en todos los casos es mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las varianzas son iguales para todos los indicadores de las empresas.

Una vez comprobados los supuestos necesarios para la utilización del método de análisis, se demostrará si las mejoras obtenidas en el

grupo experimental debido a la aplicabilidad de la metodología son significativas con respecto a las obtenidas en el grupo de control.

Se procede a determinar si los grupos empezaron en las mismas condiciones, es decir, si el grupo experimental y de control luego de la primera simulación compartían el mismo nivel de aprendizaje y experiencia.

Si se comprueba estadísticamente este supuesto, se realiza la Prueba t de student para dos muestras con la hipótesis de que la mejora obtenida en el grupo experimental es mayor a la del grupo de control debido al tratamiento aplicado al primer grupo (Ver APÉNDICE H). Por el contrario, si se concluye que los grupos empiezan en diferentes condiciones se trabajará con la diferencia entre la primera y tercera simulación de cada grupo y se analizará el incremento obtenido entre los dos grupos.

La prueba t para dos muestras plantea la siguiente hipótesis:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \neg H_0$$

Donde:

μ_1 : Es la media de los indicadores de la primera simulación del grupo experimental en los colegios o empresas.

μ_2 : Es la media de los indicadores de la primera simulación del grupo de control en los colegios o empresas.

A continuación en las TABLAS 13 y 14 se presentan los resultados obtenidos para cada indicador de los colegios y empresas respectivamente:

TABLA 16
RESULTADOS DE LA PRUEBA T PARA LOS INDICADORES
EXPERIMENTALES Y DE CONTROL DE LA PRIMERA
SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Indicador	Valor p	Decisión	Conclusión
Costo unitario	0.42	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Devoluciones	0.20	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Reclamos	0.33	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Desperdicio	0.20	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Vtas/núm. Empleados	0.54	No se rechaza H_0	Mismo nivel

Se demuestra que el grupo experimental y de control están en el mismo nivel luego de la primera simulación, por lo que si se evidencia un cambio en la tercera simulación del grupo experimental con relación al de control se puede adjudicar este hecho al tratamiento aplicado, es decir a la implementación de la metodología.

TABLA 17
RESULTADOS DE LA PRUEBA t PARA LOS INDICADORES
EXPERIMENTALES Y DE CONTROL DE LA PRIMERA
SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Indicador	Valor p	Decisión	Conclusión
Costo unitario	0.82	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Devoluciones	0.27	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Reclamos	0.37	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Desperdicio	0.28	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Vtas/núm. Empleados	0.37	No se rechaza H_0	Mismo nivel

Como se observa en la tabla, las empresas también están en el mismo nivel una vez concluida la primera simulación.

Se realizó una prueba t para comparar la tercera simulación del grupo experimental y de control en los colegios y empresas con el fin de comprobar que existe evidencia suficiente para concluir que los resultados obtenidos en el grupo experimental son mayores a los del grupo de control (Ver APÉNDICE H).

La hipótesis formulada para esta prueba es la siguiente:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2 \text{ ó } H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Donde:

μ_1 : Es la media de los indicadores de la tercera simulación del grupo experimental en los colegios o empresas.

μ_2 : Es la media de los indicadores de la tercera simulación del grupo de control en los colegios o empresas.

TABLA 18
RESULTADOS DE LA PRUEBA T PARA LOS INDICADORES
EXPERIMENTALES Y DE CONTROL DE LA TERCERA
SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Indicador	Valor p	Decisión	Conclusión
Costo unitario	0.762	No se rechaza H_0	No se evidencia mejoras
Devoluciones	0.004	Rechazar H_0 a favor de H_1	El indicador experimental mejoró
Reclamos	0.042	Rechazar H_0 a favor de H_1	El indicador experimental mejoró
Desperdicio	0.004	Rechazar H_0 a favor de H_1	El indicador experimental mejoró
Vtas/núm. Empleados	0.242	No se rechaza H_0	No se evidencia mejoras

En las devoluciones, reclamos y desperdicio si se evidencia un cambio positivo mientras que en el costo unitario y las Vtas/núm. empleados no se observan mejoras, esto se debe a que en la tercera simulación se contrató a dos Inspectores de calidad lo que representó aumento en los costos fijos y esto implicaba que el tiempo de procesamiento aumente dado que se requería incluir una nueva operación al proceso,

lo que provocaba que se despache menos producto en los 20 minutos que se tiene disponible.

De igual forma, se realizó el análisis para las empresas:

TABLA 19
RESULTADOS DE LA PRUEBA T PARA LOS INDICADORES
EXPERIMENTALES Y DE CONTROL DE LA TERCERA
SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Indicador	Valor p	Decisión	Conclusión
Costo unitario	0.20	No se rechaza H_0	No se evidencia mejoras
Devoluciones	0.02	Rechazar H_0 a favor de H_1	El indicador experimental mejoró
Reclamos	0.07	Zona conflictiva	No se evidencia mejoras
Desperdicio	0.02	Rechazar H_0 a favor de H_1	El indicador experimental mejoró
Vtas/núm. Empleados	0.02	Rechazar H_0 a favor de H_1	El indicador experimental mejoró

En devoluciones, desperdicio y vtas/núm. empleados el indicador experimental es superior al de control, mientras que en el costo unitario y los reclamos no se evidencia mejora, lo que significa que estos indicadores se comportan de la misma forma en los dos grupos.

Como no se evidenció cambios en los indicadores costo unitario y Vtas/núm. empleados de los colegios y en el costo unitario y los reclamos de las empresas, se trabajará con la diferencia de los indicadores entre la primera y tercera simulación, de tal manera que se

compruebe si existe una evolución del indicador desde su etapa inicial hasta la final y determinar si ésta evolución es significativa en el grupo experimental.

Antes de empezar con la prueba t para la diferencia de los colegios y empresas se comprobó los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas; resultó que los datos se comportan normalmente y las varianzas son iguales, véase los resultados en el APÉNDICE F Y APÉNDICE G.

Una vez comprobado los supuestos se inicia con el análisis y se obtienen los siguientes resultados (ver pruebas para la diferencia en APÉNDICE H):

La hipótesis formulada para esta prueba es la siguiente:

$$H_0: \Delta_1 - \Delta_3 = 0$$

$$H_1: \Delta_1 < \Delta_3 \text{ ó } H_1: \Delta_1 > \Delta_3$$

Donde:

Δ_1 : Es la diferencia entre los resultados de la primera y tercera simulación del grupo experimental en los colegios o empresas.

Δ_3 : Es la diferencia entre los resultados de la primera y tercera simulación del grupo de control en los colegios o empresas.

TABLA 20
RESULTADOS DE LA PRUEBA T PARA LA DIFERENCIA DE LOS
INDICADORES EXPERIMENTALES Y DE CONTROL EN LOS
COLEGIOS

Diferencial	Valor p	Conclusión
Costo Unitario	0.28	No se rechaza H_0 No se evidencia mejoras
Vtas/núm. Empleados	0.086	Zona conflictiva El indicador experimental mejoró

Utilizando el diferencial de las Vtas/núm. Empleados se evidencia una mejora en el indicador experimental mientras que para el Costo unitario no se evidencia mejora. Esto puede darse debido al tamaño de la muestra del estudio.

TABLA 21
RESULTADOS DE LA PRUEBA T PARA LA DIFERENCIA DE LOS
INDICADORES EXPERIMENTALES Y DE CONTROL EN LAS
EMPRESAS

Diferencial	Valor p	Conclusión
Costo Unitario	0.351	No se rechaza H_0 No se evidencia mejoras
Reclamos	0.061	Zona conflictiva El indicador experimental mejoró

Utilizando el diferencial de reclamos, se evidencia una mejora en el indicador experimental. Nótese que en el costo unitario no hay

diferencia en la mejora obtenida aplicando la metodología, se puede atribuir este comportamiento al tamaño de la muestra del estudio.

La evidencia estadística demuestra que la aplicación de la metodología genera un cambio positivo en la tercera simulación para los indicadores de Devoluciones, Reclamos, Desperdicios y Vtas/núm. Empleados mientras que para el Costo Unitario no se observa mejora alguna.

4.4. Comparación de resultados entre colegios y empresas.

Se realiza una comparación entre las simulaciones ejecutadas en los colegios versus las realizadas en las empresas con el fin de obtener evidencia estadística de que el comportamiento de los estudiantes es igual al de los operadores en la simulación, y así futuros investigadores puedan ejecutar este estudio con personas pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos.

Para esto se desarrollará una prueba t que compare los resultados obtenidos en la primera simulación de colegios vs las empresas para cada grupo, de la misma forma se realizará la comparación para la tercera simulación.

Como se realizó para las anteriores pruebas, se requiere comprobar el supuesto de la igualdad de varianzas previamente (ver APÉNDICE G).

Una vez comprobado la igualdad de varianzas, se realizó la prueba t y se obtuvieron los siguientes resultados (véase el APÉNDICE H):

TABLA 22
RESULTADOS DE LA PRUEBA T PARA LOS INDICADORES
EXPERIMENTALES

Indicador	Simulación	Valor p	Decisión	Conclusión
	n			
Costo unitario	1	0,93	No se rechaza H_0	Mismo nivel
	3	0,76	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Devoluciones	1	0,67	No se rechaza H_0	Mismo nivel
	3	0,77	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Reclamos	1	0,98	No se rechaza H_0	Mismo nivel
	3	0,64	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Desperdicio	1	0,69	No se rechaza H_0	Mismo nivel
	3	0,80	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Vtas/núm. Empleados	1	0,18	No se rechaza H_0	Mismo nivel
	3	0,66	No se rechaza H_0	Mismo nivel

En el grupo experimental no hay ninguna diferencia en aplicar la simulación a operarios o estudiantes de colegio.

TABLA 23
RESULTADOS DE LA PRUEBA T PARA LOS INDICADORES DE CONTROL

Indicador	Simulación n	Valor p	Decisión	Conclusión
Costo unitario	1	0,39	No se rechaza H_0	Mismo nivel
	3	0,39	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Devoluciones	1	0,08	Zona conflictiva	Mismo nivel
	3	0,13	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Reclamos	1	0,08	Zona conflictiva	Mismo nivel
	3	0,51	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Desperdicio	1	0,13	Zona conflictiva	Mismo nivel
	3	0,13	No se rechaza H_0	Mismo nivel
Vtas/núm. Empleados	1	0,08	Zona conflictiva	Mismo nivel
	3	0,09	Zona conflictiva	Mismo nivel

Para el grupo de control se obtuvieron los mismos resultados por lo que se concluye que existe suficiente evidencia estadística que compruebe la factibilidad de aplicar la simulación a estudiantes de tercer año de bachillerato y a operadores de planta.

CAPÍTULO 5

5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Según el análisis estadístico, se concluye que la metodología es efectiva parcialmente debido a que de los cinco indicadores analizados, sólo se evidenció mejoras en cuatro de ellos. Los indicadores de Devoluciones, Reclamos y Desperdicios redujeron sus valores en un 45.16%, 57.50% y 45.29% respectivamente, el indicador Vtas/núm. empleados incrementó su valor en \$88.97 mientras que el costo unitario redujo aparentemente su valor en la tercera simulación (de \$3.04 a \$2.67) sin embargo estadísticamente esta mejora no es significativa, por lo que no existe evidencia suficiente para concluir que la aplicabilidad de la metodología reduce el costo unitario de los productos.

La simulación fue diseñada eficazmente resultando atractiva y fácil de aplicar debido a que para su desarrollo se requirió de una explicación general y sólo una prueba piloto para que los participantes ejecutaran correctamente sus actividades y así se logró resultados coherentes para el estudio.

Se logró identificar como punto crítico el tamaño de muestra utilizado para el estudio, debido a que no se pudo concluir la efectividad de la metodología para uno de los indicadores establecidos.

Finalmente se concluye que existe suficiente evidencia estadística que compruebe la factibilidad de aplicar la simulación a estudiantes de tercer año de bachillerato y a operadores de planta.

5.2. Recomendaciones

Para futuros estudios se recomienda utilizar un tamaño de muestra mayor a efectos de que se reduzca la variabilidad de los datos.

Verificar si la política de contratar dos personas más en la tercera simulación realmente es conveniente para la empresa. En el caso de no serlo rediseñar el esquema de esta simulación.

Además de los indicadores analizados para la evaluación de la implementación de la metodología, se recomienda analizar otro indicador para medir el cumplimiento y calidad en un producto.

APÉNDICE A

PEDIDOS DE CLIENTES

TABLA DE PEDIDOS DEL CLIENTE 1 PARA LA PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL Y PARA LA PRIMERA Y SEGUNDA DEL GRUPO EXPERIMENTAL

PEDIDOS DEL CLIENTE 1

Tiempo (min)	Cantidad	Tipo de Producto	HoraPrometida (min)	Tiempo de Entrega
0:03	2	TOM	9:03	
0:22	2	DALY	9:22	
0:44	2	TOM	9:44	
1:02	2	DALY	10:02	
1:39	2	TOM	10:39	
1:48	2	DALY	10:48	
2:00	2	TOM	11:00	
2:38	2	TOM	11:38	
3:34	2	DALY	12:34	
4:38	2	DALY	13:38	
6:45	2	DALY	15:45	
7:24	2	TOM	16:24	
7:49	2		16:49	
9:44	2	DALY	18:44	
9:59	2	JERRY	18:59	
10:17	2	DALY	19:17	
10:38	2	JERRY	19:38	
11:00	2	DALY	20:00	

TABLA DE PEDIDOS DEL CLIENTE 2 PARA LA PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL Y PARA LA PRIMERA Y SEGUNDA DEL GRUPO EXPERIMENTAL

PEDIDOS DEL CLIENTE 2

Tiempo (min)	Cantidad	Tipo de Producto	HoraPrometida (min)	Tiempo de Entrega
0:15	2	TOM	9:15	
1:24	2	DALY	10:24	
1:58	2	TOM	URGENTE	
2:58	2	DALY	11:58	
3:14	2	JERRY	URGENTE	
5:29	2		14:29	
5:39	2	DALY	URGENTE	
6:26	2	JERRY	15:26	
8:13	2		URGENTE	
8:35	2	TOM	17:35	
9:15	2	DALY	URGENTE	
10:45	2	JERRY	19:45	

TABLA DE PEDIDOS DEL CLIENTE 1 PARA LA TERCERA SIMULACIÓN -
EXPERIMENTAL

PEDIDOS DEL CLIENTE 1

Tiempo (min)	Cantidad	Tipo de Producto	HoraPrometida (min)	Tiempo de Entrega
0:03	2	TOM	9:03	
0:22	2	DALY	9:22	
0:44	2	TOM	9:44	
1:02	2	DALY	10:02	
1:39	2	TOM	10:39	
1:48	2	DALY	10:48	
2:00	2	TOM	11:00	
2:38	2	TOM	11:38	
3:34	2	DALY	12:34	
4:38	2	DALY	13:38	
6:45	2	DALY	15:45	
7:24	2	TOM	16:24	
7:49	2	DALY	16:49	
9:44	2	DALY	18:44	
9:59	2	TOM	18:59	
10:17	2	DALY	19:17	
10:38	2	DALY	19:38	
11:00	2	TOM	20:00	

TABLA DE PEDIDOS DEL CLIENTE 2 PARA LA TERCERA SIMULACIÓN -
EXPERIMENTAL

PEDIDOS DEL CLIENTE 2

Tiempo (min)	Cantidad	Tipo de Producto	HoraPrometida (min)	Tiempo de Entrega
0:15	2	TOM	9:15	
1:24	2	DALY	10:24	
1:58	2	TOM	10:58	
2:58	2	DALY	11:58	
3:14	2	TOM	12:14	
5:29	2	DALY	14:29	
5:39	2	DALY	14:39	
6:26	2	TOM	15:26	
8:13	2	TOM	17:13	
8:35	2	TOM	17:35	
9:15	2	DALY	18:15	
10:45	2	DALY	19:45	

APÉNDICE B

ORDEN DE PEDIDO

ORDEN DE PEDIDO

CLIENTE:

#DE PEDIDO:

APÉNDICE C

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME DEL CLIENTE 1 PARA LA PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL Y PARA LA PRIMERA Y SEGUNDA DEL GRUPO EXPERIMENTAL

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME -CLIENTE 1																	
Hora Prometida (min)	Cantidad Solicitada	Cantidad que llegó			Tipo de Producto Solicitado	Tipo de Producto que llegó		Motivo de los Productos Defectuosos							# Productos Defectuosos		
		3	2	1		TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
09:03	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
09:22	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
09:44	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
10:02	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
10:39	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
10:48	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
11:00	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
11:38	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
12:34	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME DEL CLIENTE 2 PARA LA PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL Y PARA LA PRIMERA Y SEGUNDA DEL GRUPO EXPERIMENTAL

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME -CLIENTE 2																	
Hora Prometida (min)	Cantidad Solicitada	Cantidad que Llegó			Tipo de Producto Solicitado	Tipo de Producto que Llegó		Motivo de los Productos Defectuosos							# Productos Defectuosos		
		3	2	1		TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
13:38	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
15:45	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
16:24	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
16:49	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
18:44	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
18:59	2	3	2	1	JERRY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
19:17	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
19:38	2	3	2	1	JERRY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
20:00	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME DEL CLIENTE 1 PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME -CLIENTE 1

Hora Prometida (min)	Cantidad Solicitada	Cantidad que Llegó			Tipo de Producto Solicitado	Tipo de Producto que Llegó		Motivo de los Productos Defectuosos							# Productos Defectuosos		
		3	2	1		TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
09:03	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
09:22	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
09:44	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
10:02	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
10:39	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
10:48	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
11:00	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
11:38	2	3	2	1	TOM	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	
12:34	2	3	2	1	DALY	TOM	DALY	Resorte sin gancho	Resorte con cinta anaranjada	Falta resistor	Falta diodo	Foco no enciende	Otro	2	1	0	

TABLA DE PRODUCTO NO CONFORME DEL CLIENTE 1 PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL

APÉNDICE D

TABLA DE MATERIALES

DALY						
CANTIDAD	TABLEROS	RESORTES	RESISTORES		DIODOS	FOCOS
			1 Ohm	100 Ohm		
1	1	3	1	0	1	1
2	2	6	2	0	2	2
3	3	9	3	0	3	3

TOM						
CANTIDAD	TABLEROS	RESORTES	RESISTORES		DIODOS	FOCOS
			1 Ohm	100 Ohm		
1	1	3	1	1	0	1
2	2	6	2	2	0	2
3	3	9	3	3	0	3

APÉNDICE E

DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO

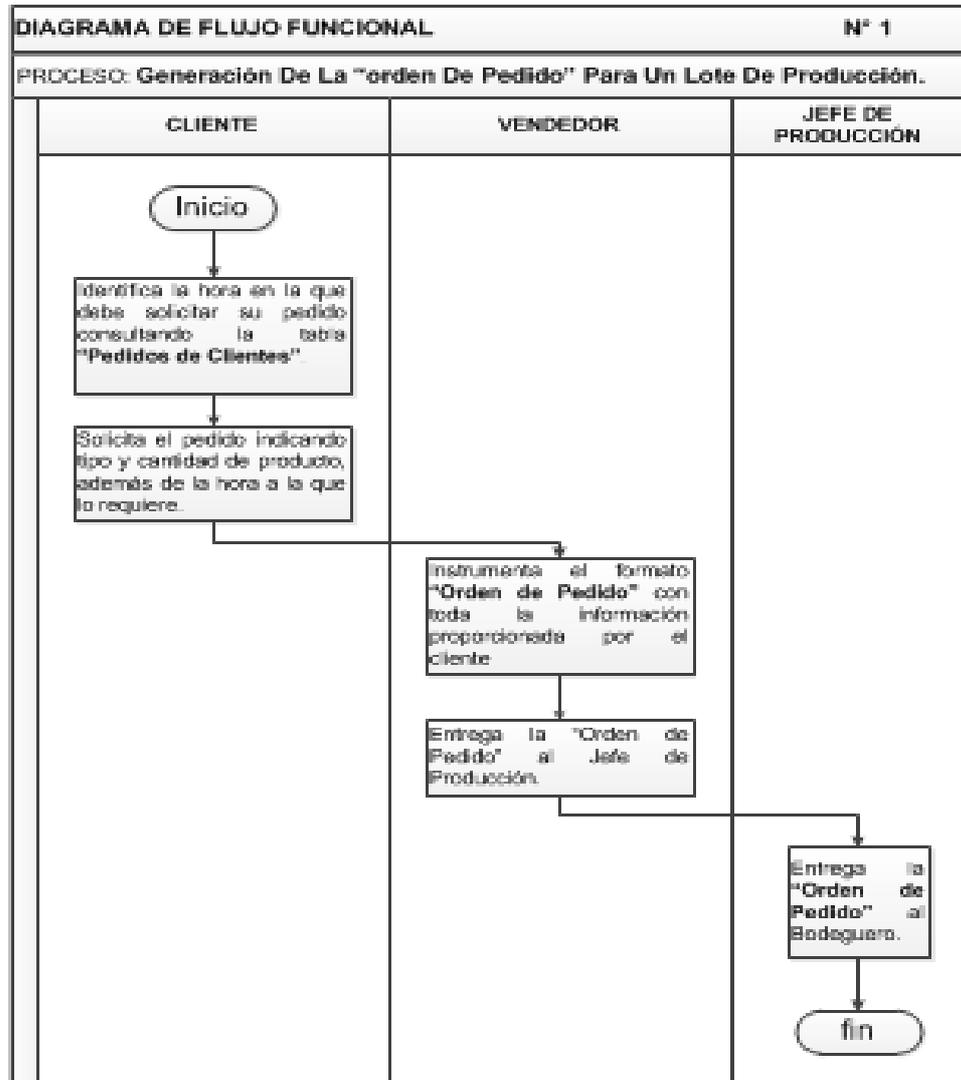


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO **N° 1**

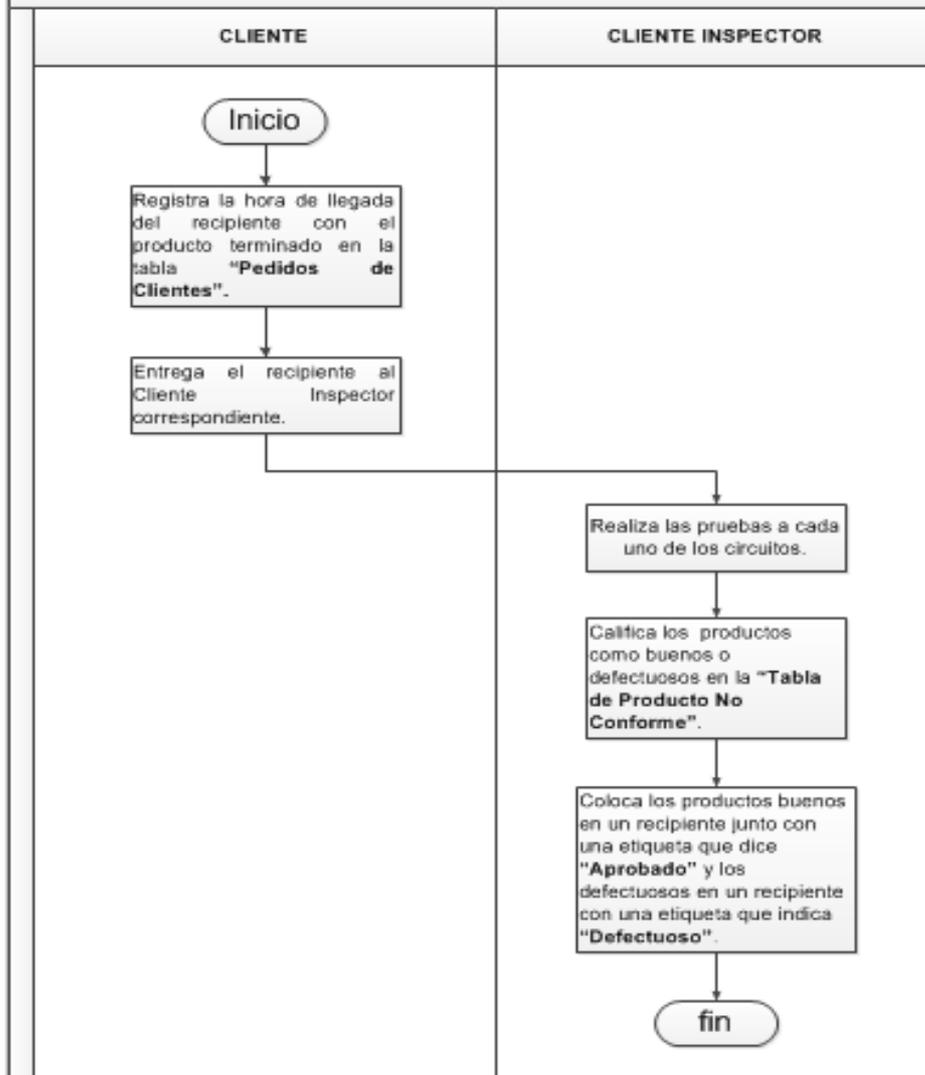
PROCESO: **Producción De Un Circuito Electrónico Tipo "TOM"**.

INICIO:		FIN:				
DESCRIPCIÓN	○	➔	◻	◻	△	
1 Despachar materia prima	●					
2 Transporte de materia prima a la estación de Ensamble de Resortes-Diodos		●				
3 Insertar resortes en los tableros	●					
4 Transporte de producto a la estación de Ensamble de Resistores-Focos		●				
5 Insertar resistores en los resortes	●					
6 Insertar foco en los resortes	●					
7 Despachar producto terminado	●					

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO **N° 2**

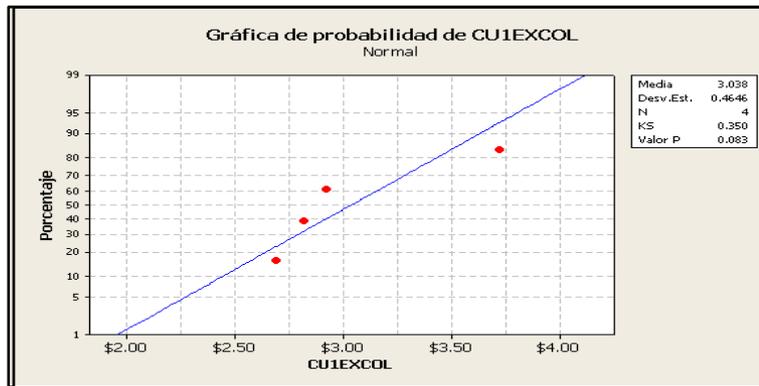
PROCESO: **Producción De Un Circuito Electrónico Tipo "DALY"**.

INICIO:		FIN:				
DESCRIPCIÓN	○	➔	◻	◻	△	
1 Despachar materia prima	●					
2 Transporte de materia prima a la estación de Ensamble de Resortes-Diodos		●				
3 Insertar resortes en los tableros	●					
4 Insertar diodos en los resortes	●					
5 Transporte de producto a la estación de Ensamble de Resistores-Focos		●				
6 Insertar resistores en los resortes	●					
7 Insertar foco en los resortes	●					
8 Despachar producto terminado	●					

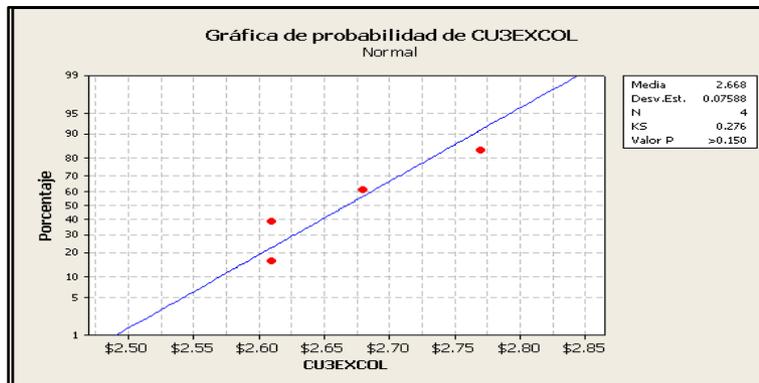
DIAGRAMA DE FLUJO FUNCIONAL**N° 2****PROCESO: Inspección De Producto Terminado.**

APÉNDICE F

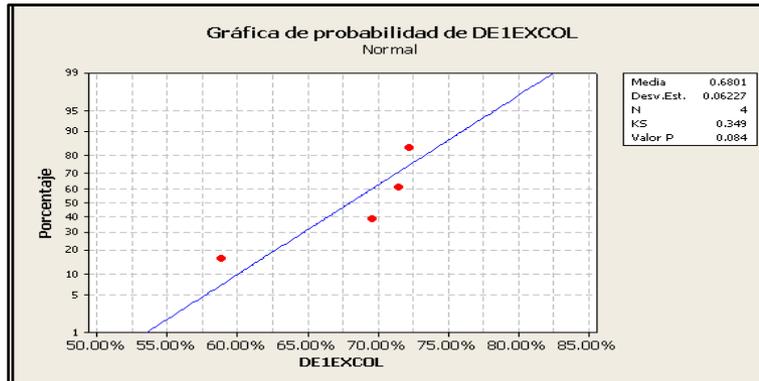
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



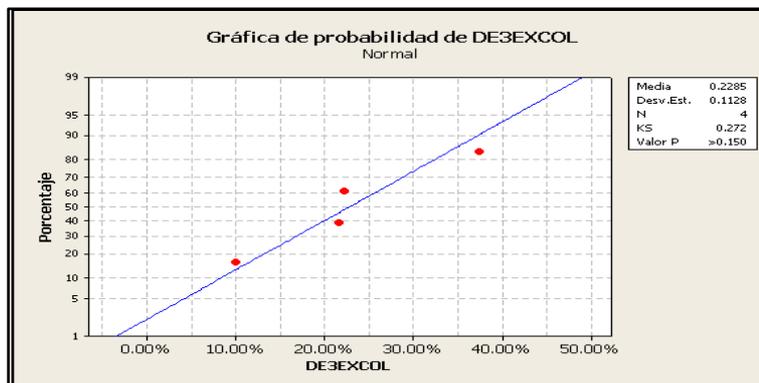
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



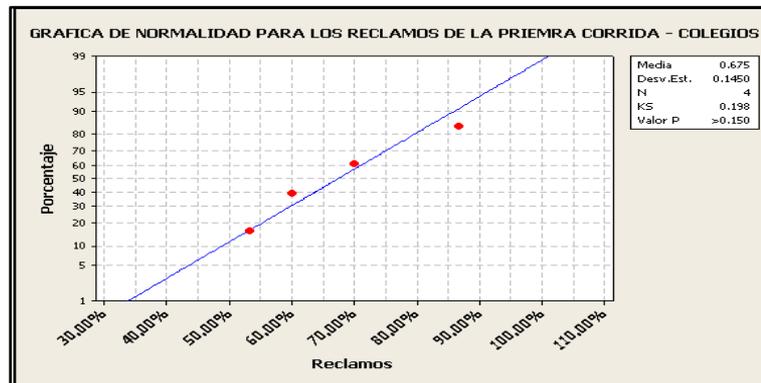
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



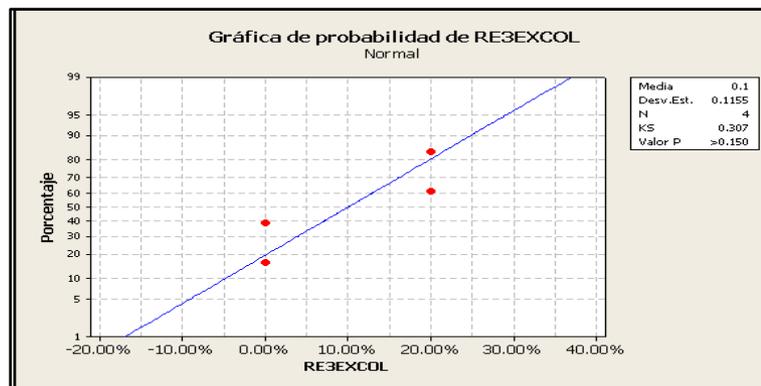
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



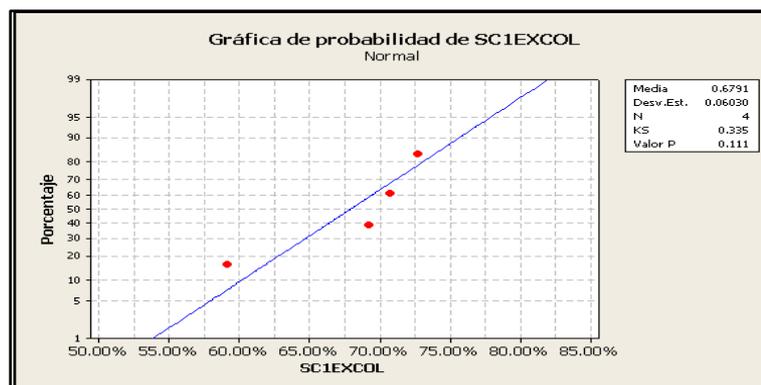
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



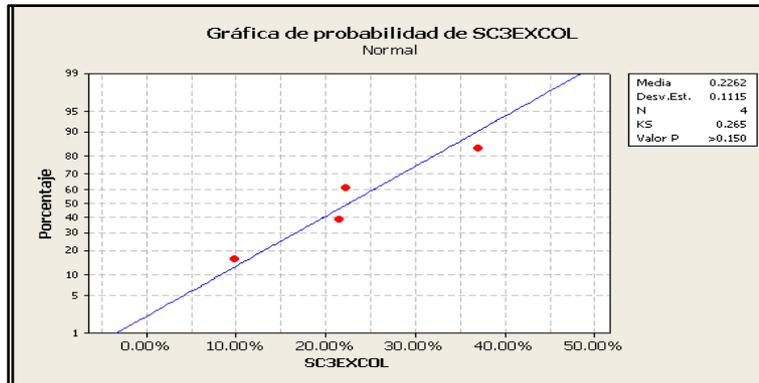
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



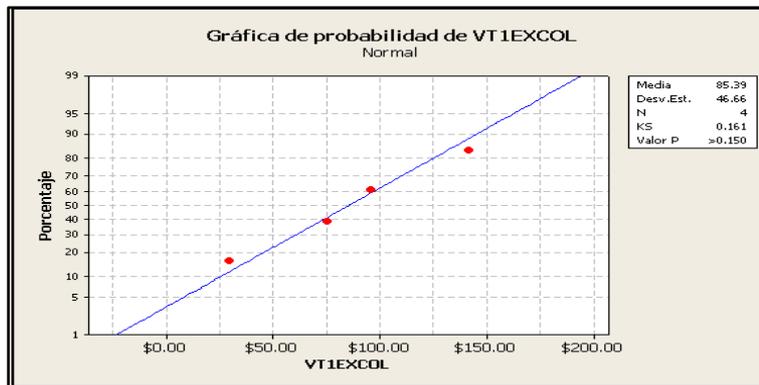
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERDICIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



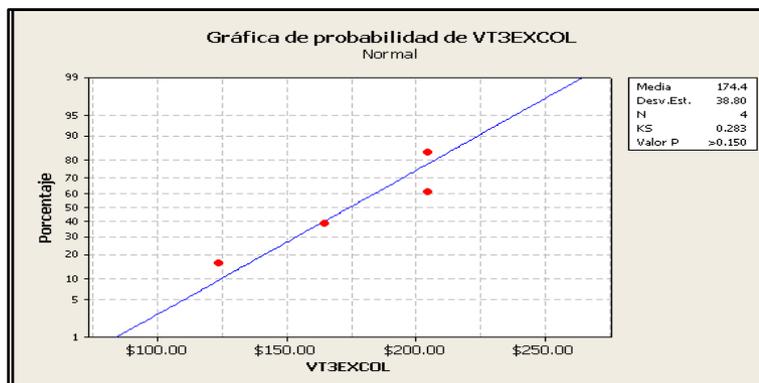
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERDICIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



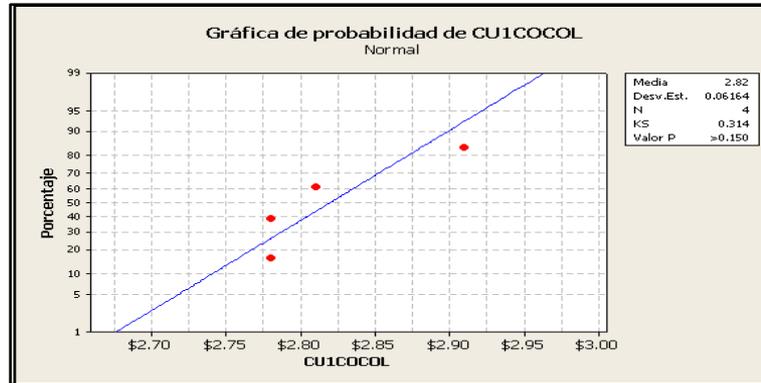
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



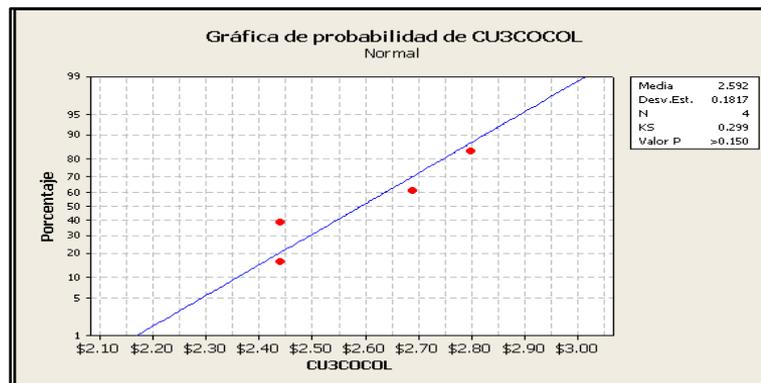
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



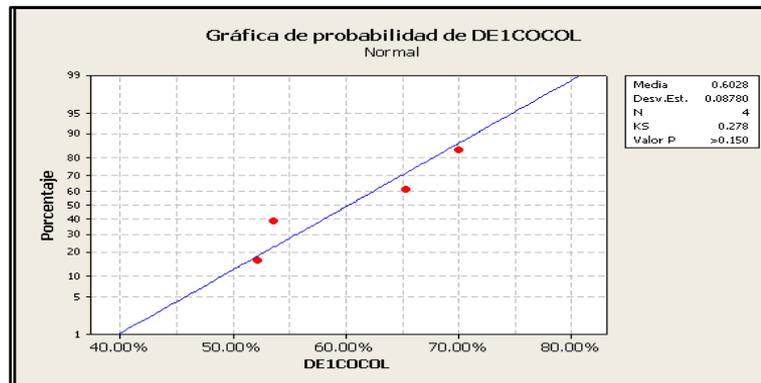
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



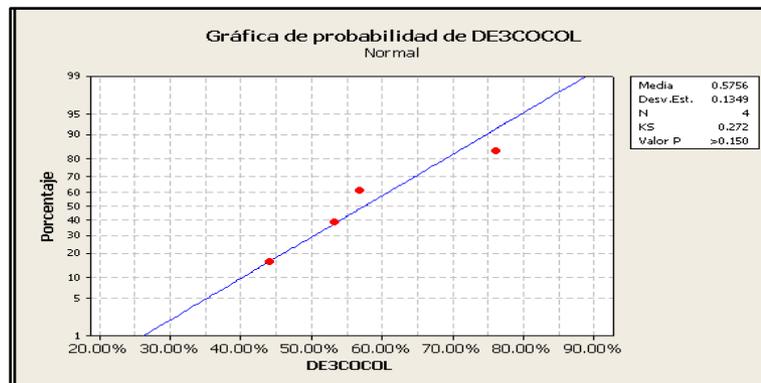
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



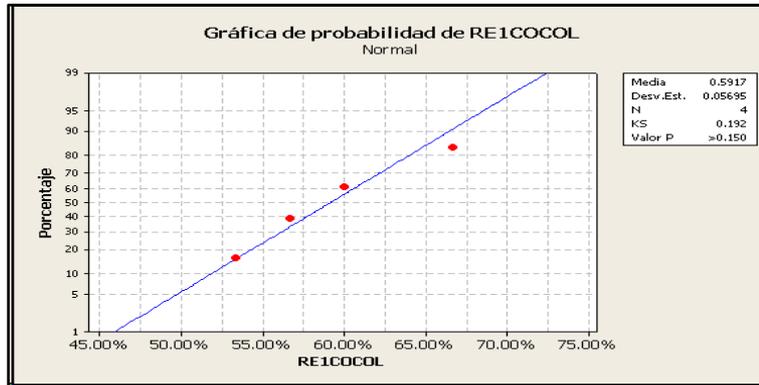
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



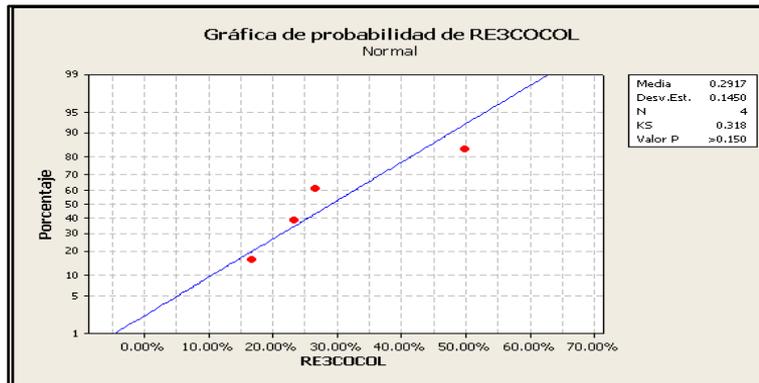
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



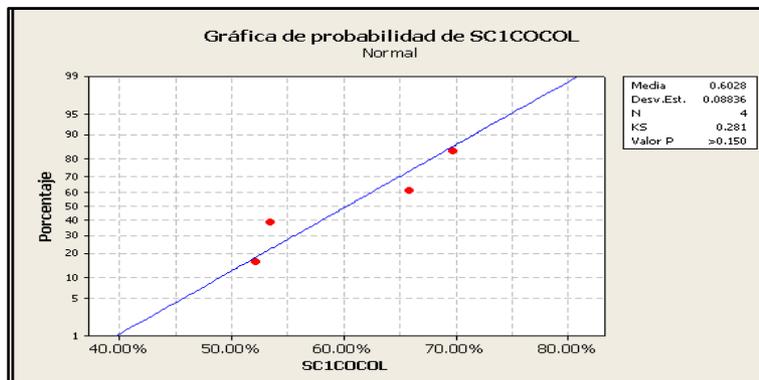
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



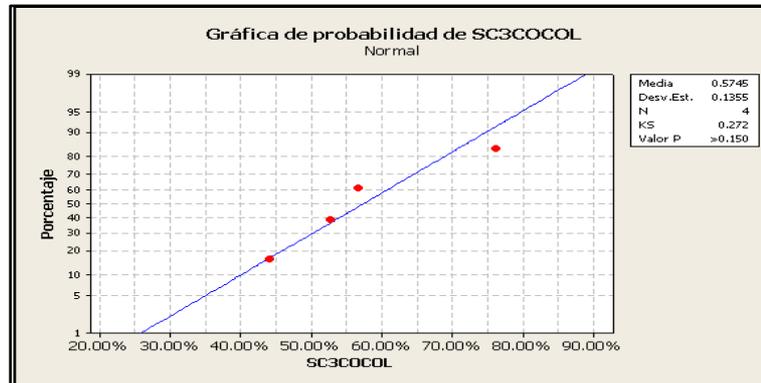
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



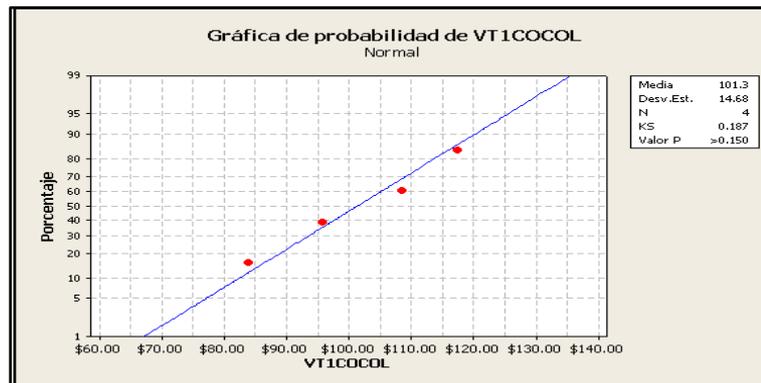
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERDICIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



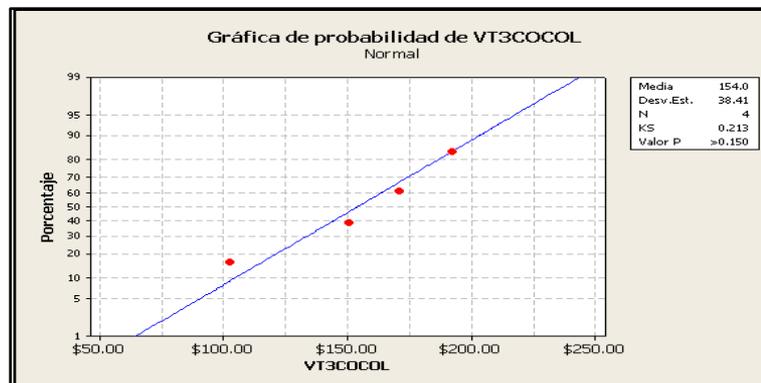
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERDICIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



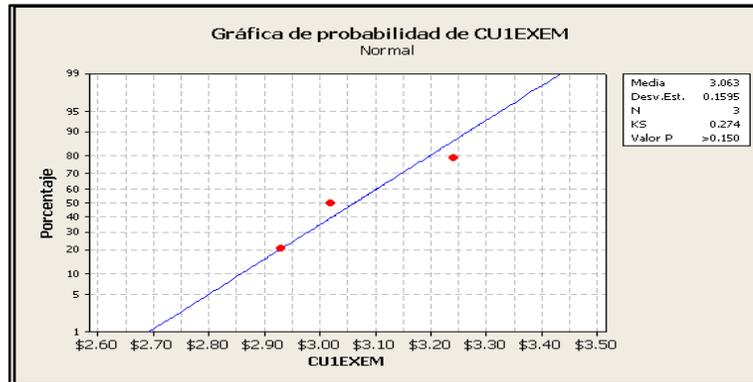
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



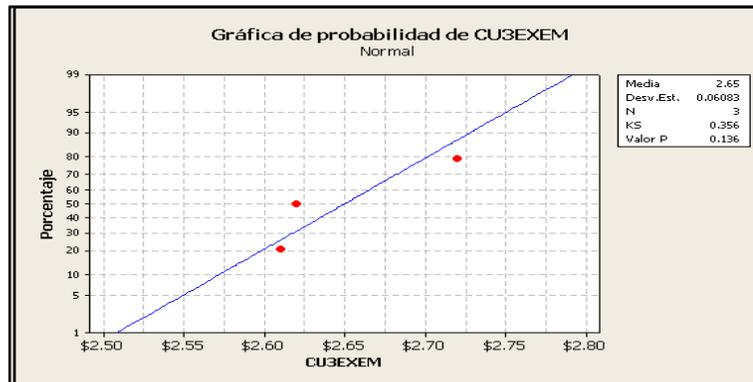
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



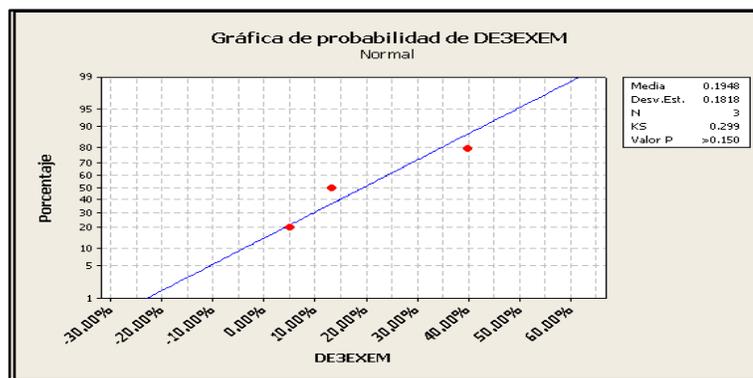
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



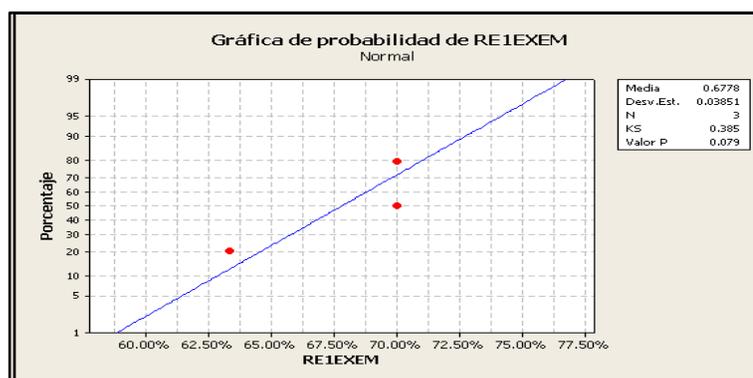
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



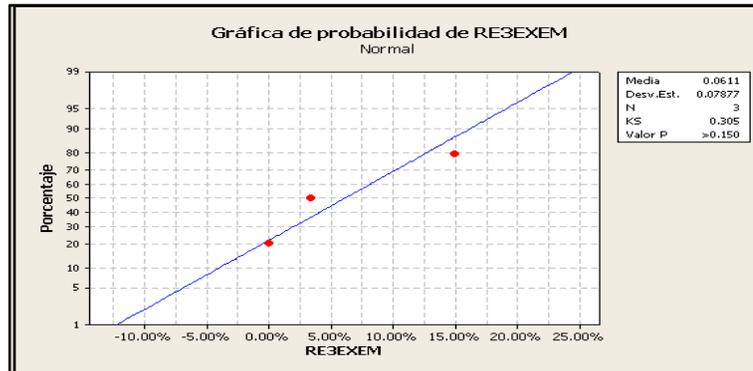
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



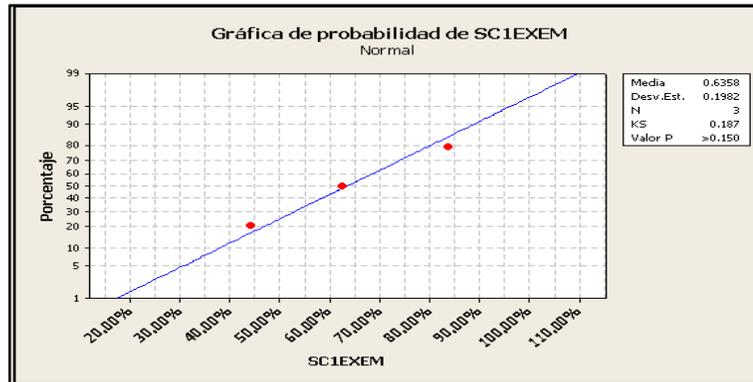
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



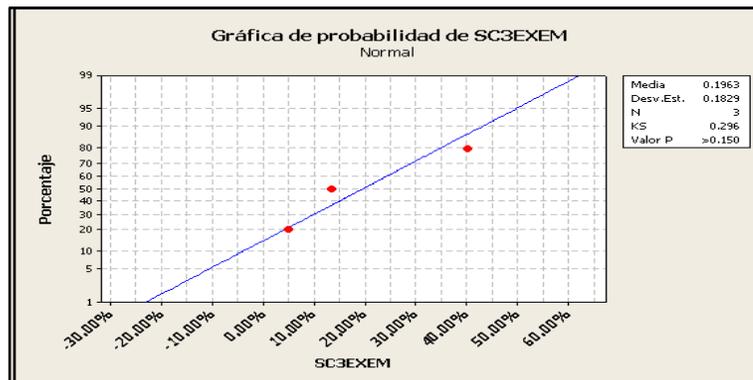
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERCIO PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



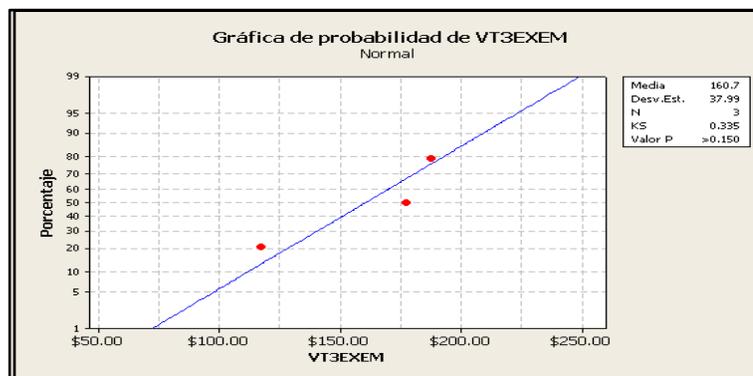
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERCIO PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



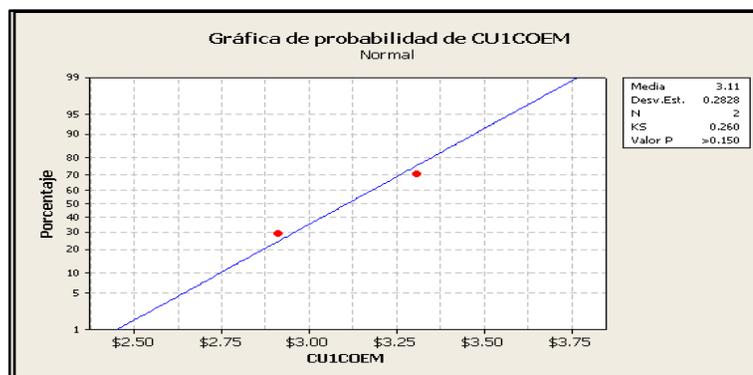
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



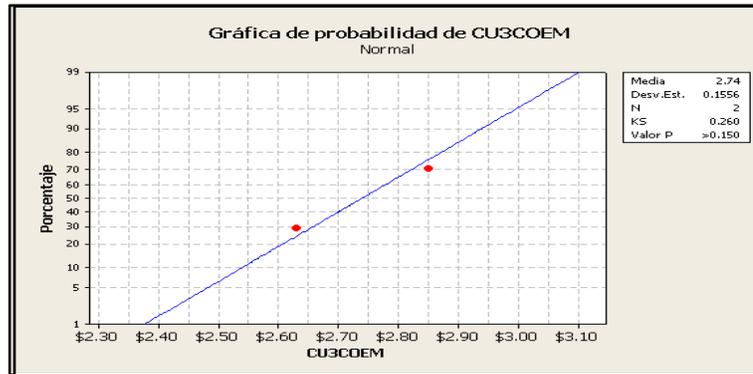
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-EMPRESAS



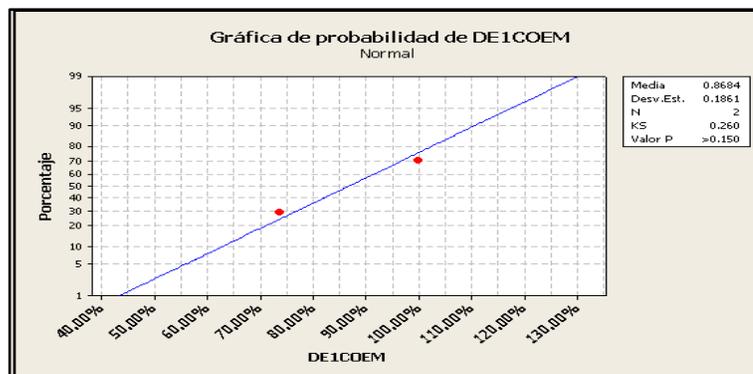
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



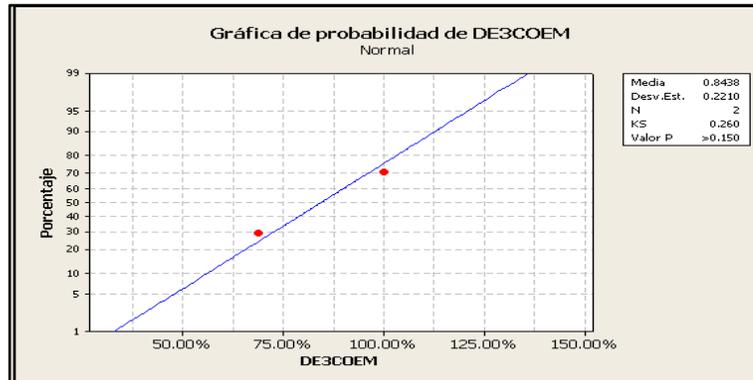
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL COSTO UNITARIO PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



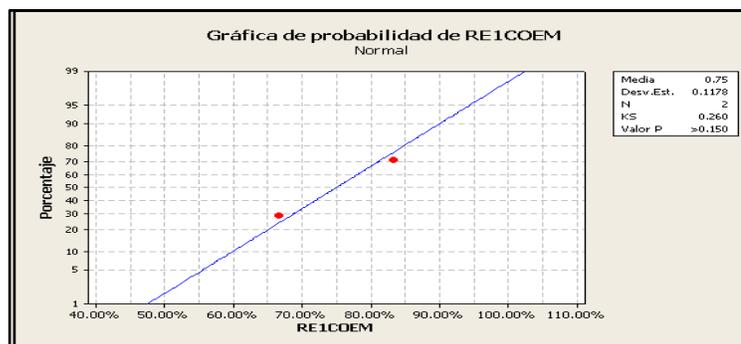
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



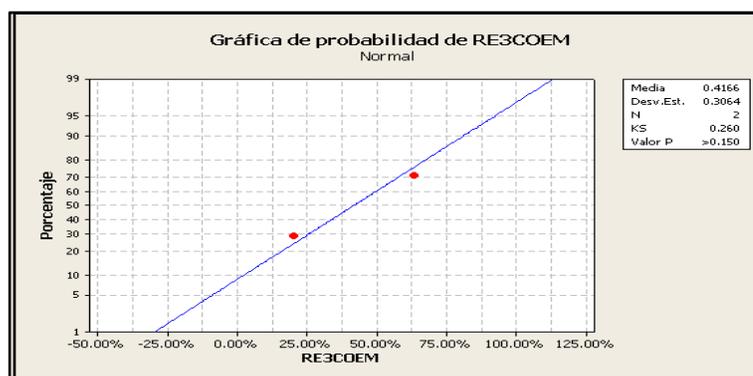
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS DEVOLUCIONES PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



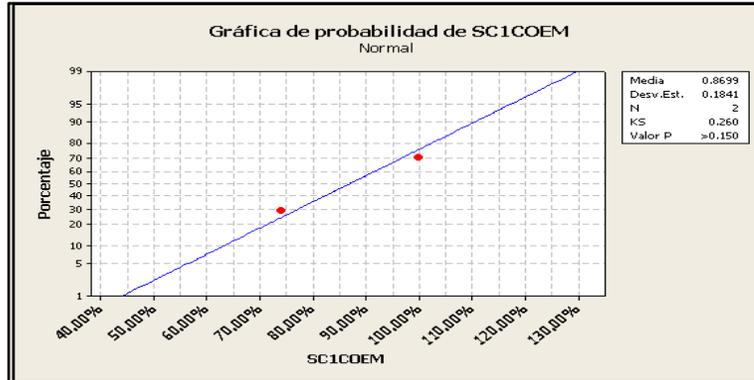
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



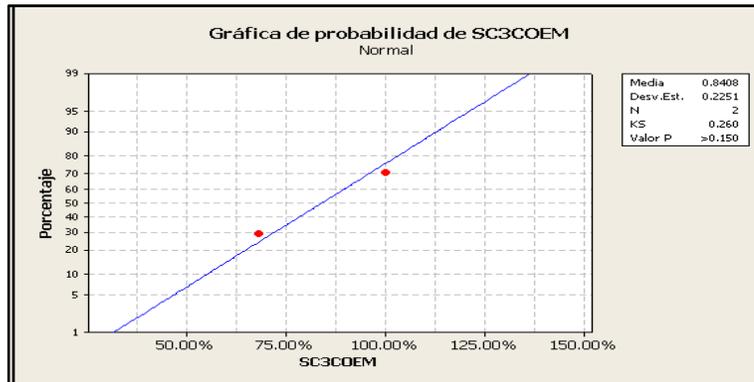
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LOS RECLAMOS PARA LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



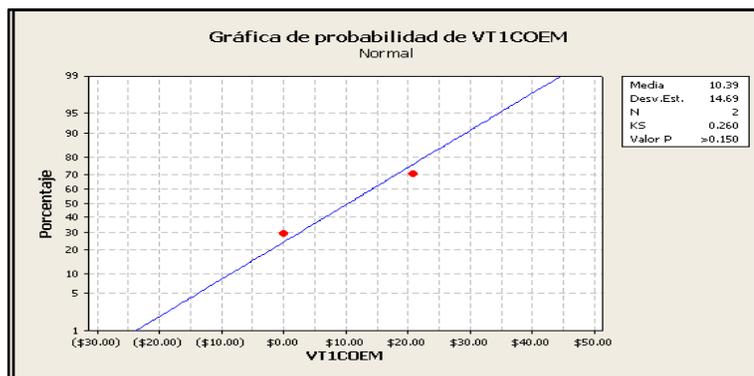
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERDICIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



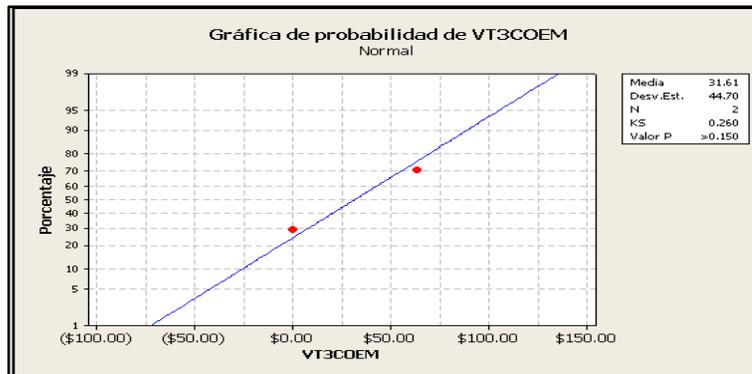
GRÁFICA DE NORMALIDAD DEL DESPERDICIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



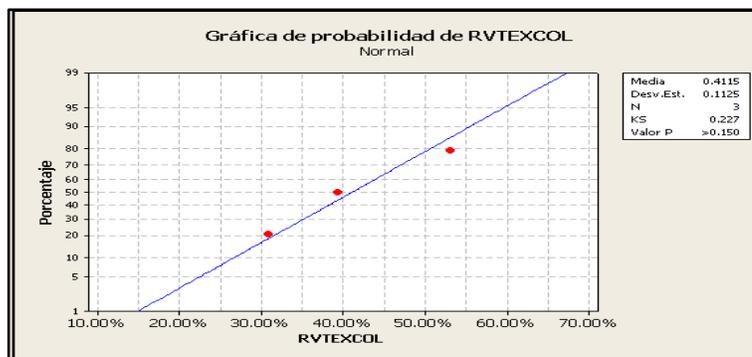
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



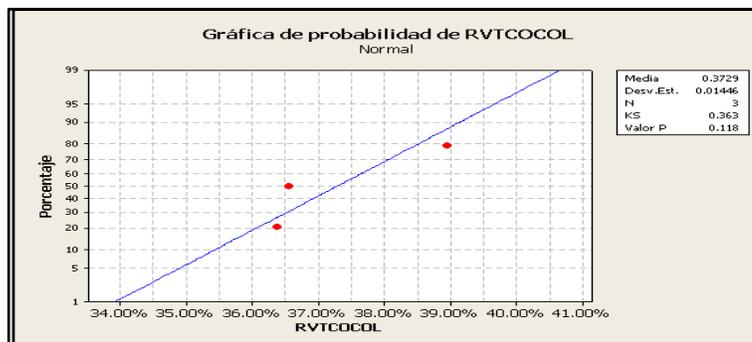
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-EMPRESAS



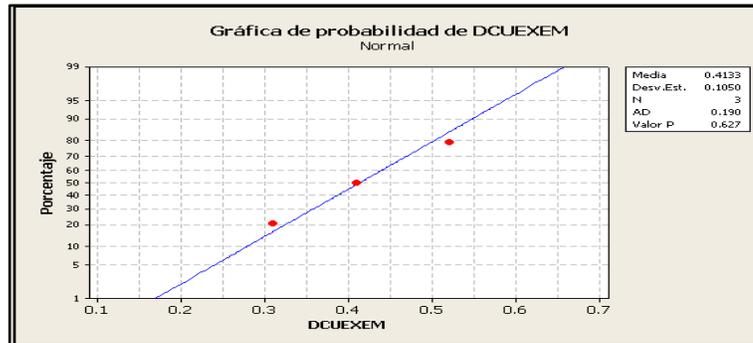
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LA DIFERENCIA ENTRE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL-COLEGIOS



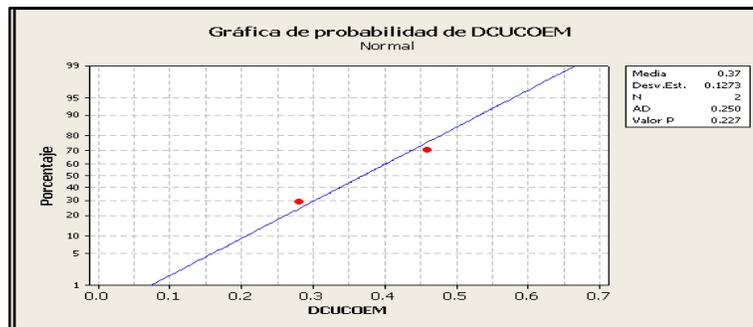
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LA DIFERENCIA ENTRE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL-COLEGIOS



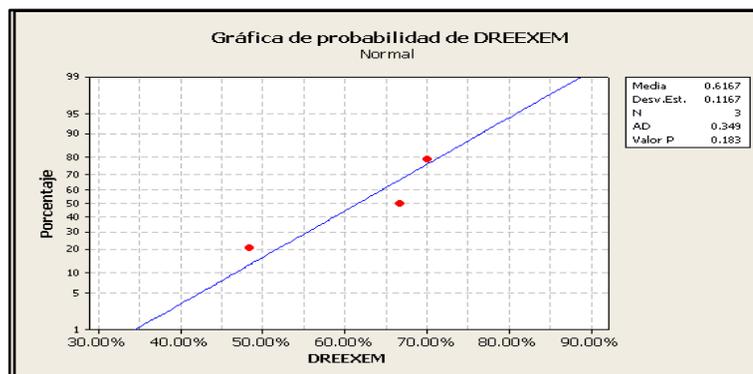
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LA DIFERENCIA ENTRE EL COSTO UNITARIO DE LA PRIMERA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL -EMPRESAS



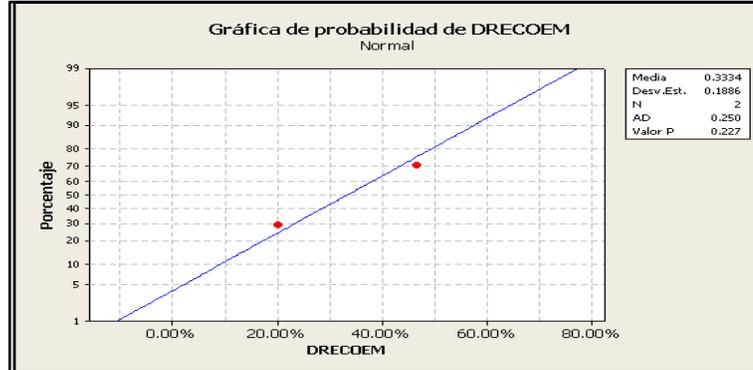
GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LA DIFERENCIA ENTRE EL COSTO UNITARIO DE LA PRIMERA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL –EMPRESAS



GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LA DIFERENCIA ENTRE LOS RECLAMOS DE LA PRIMERA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL –EMPRESAS

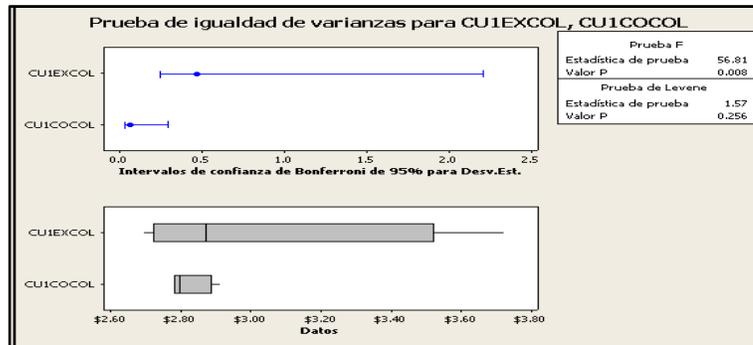


GRÁFICA DE NORMALIDAD DE LA DIFERENCIA ENTRE LOS RECLAMOS DE LA PRIMERA Y TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO DE CONTROL –EMPRESAS

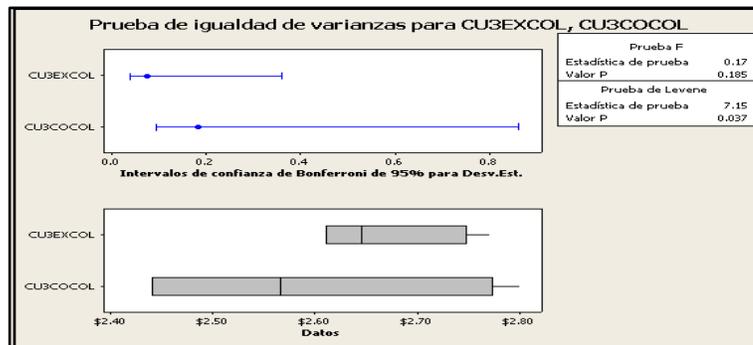


APÉNDICE G

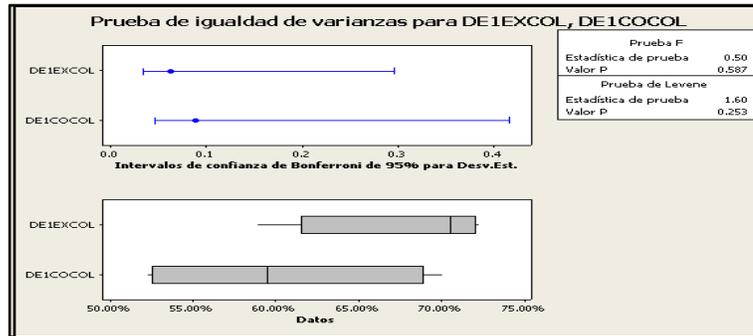
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



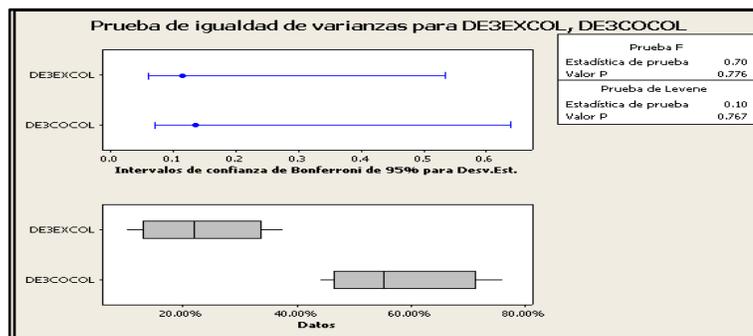
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



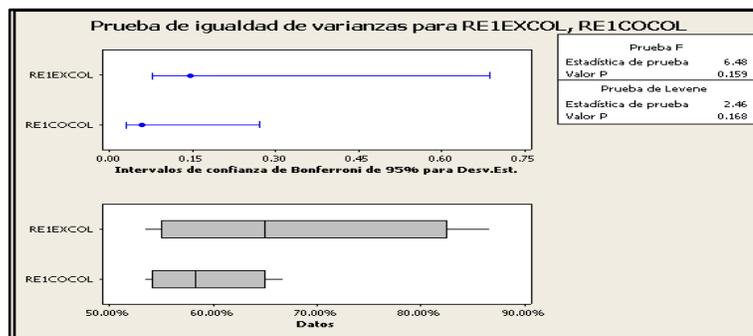
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



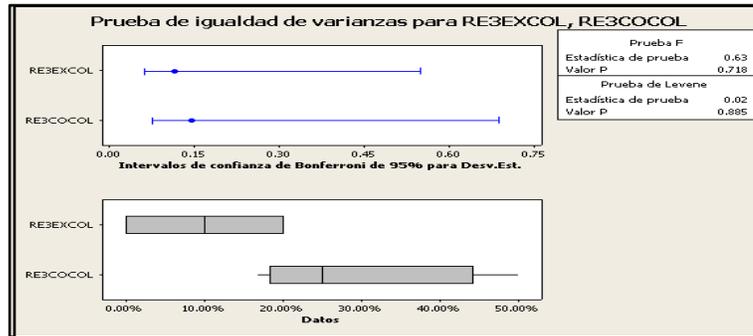
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



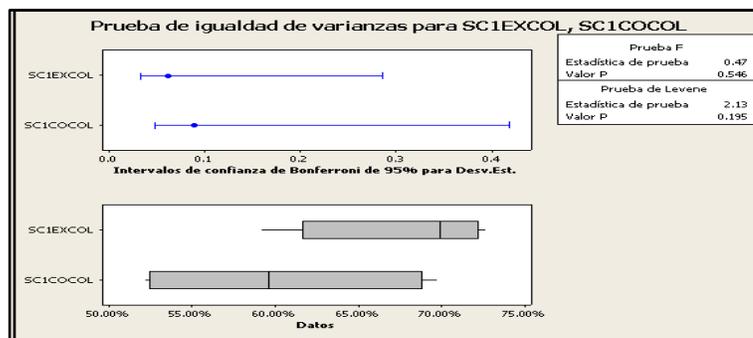
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



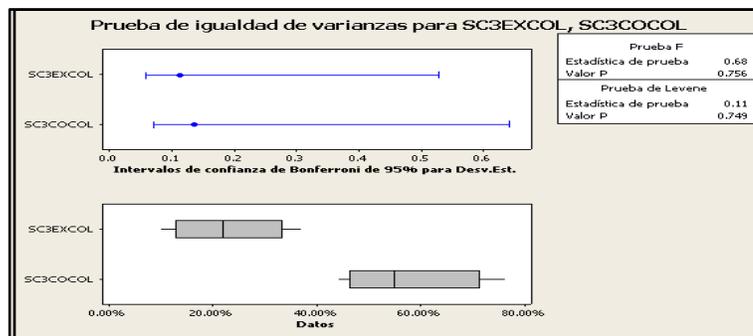
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



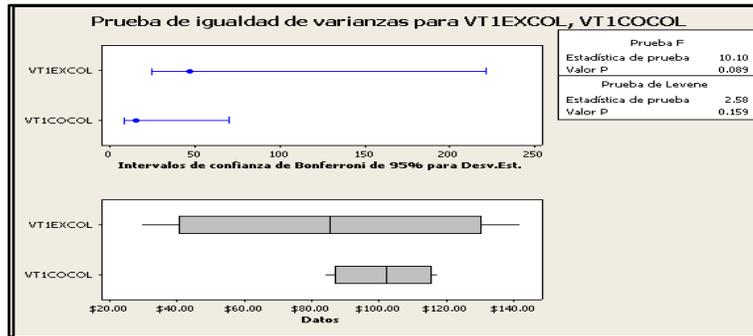
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



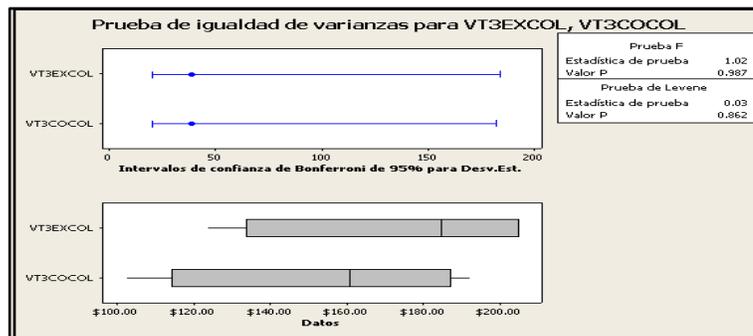
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



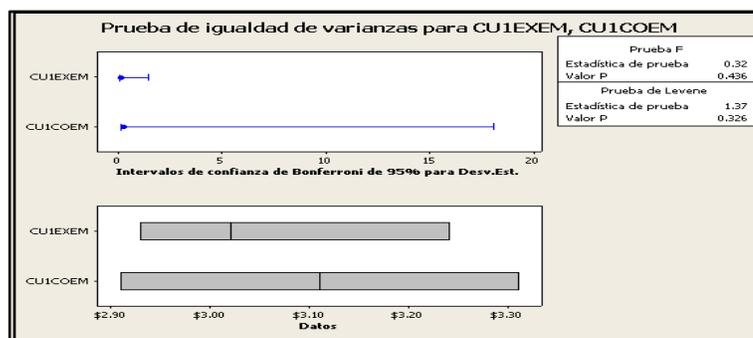
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



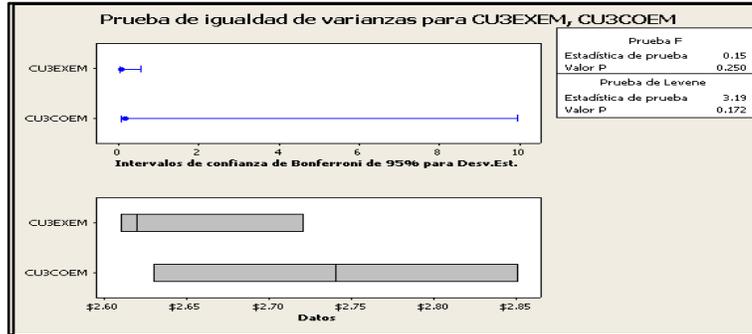
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



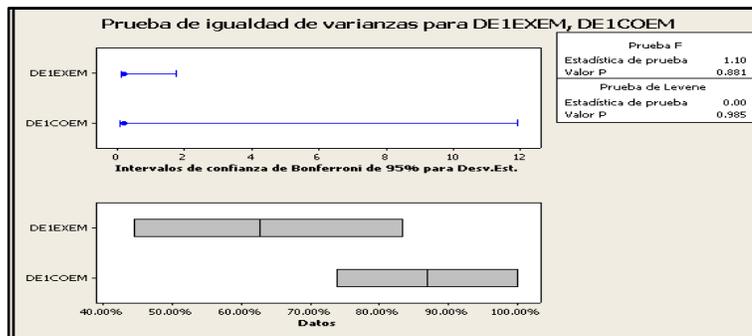
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



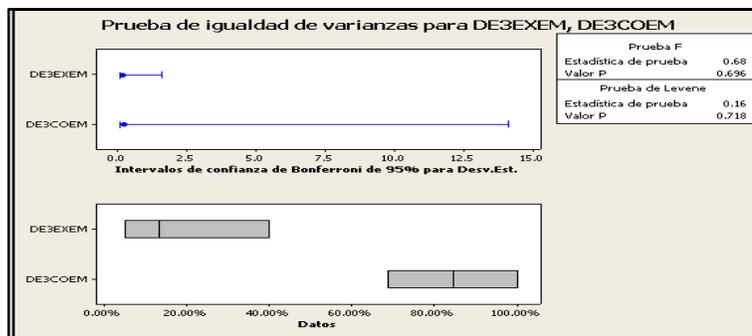
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



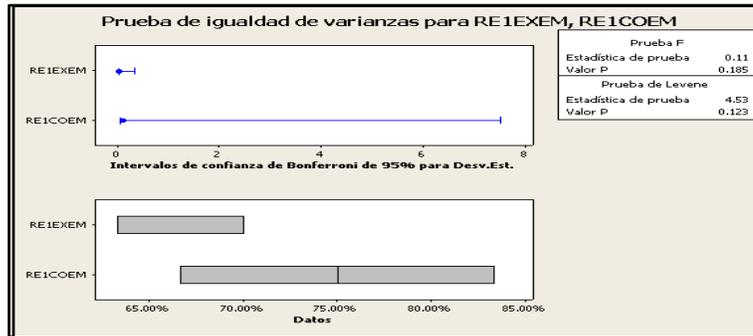
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



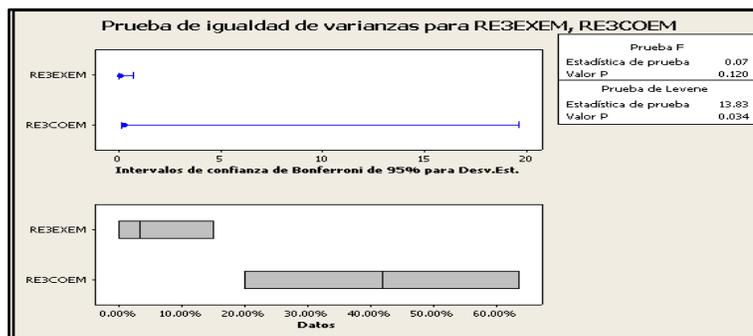
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



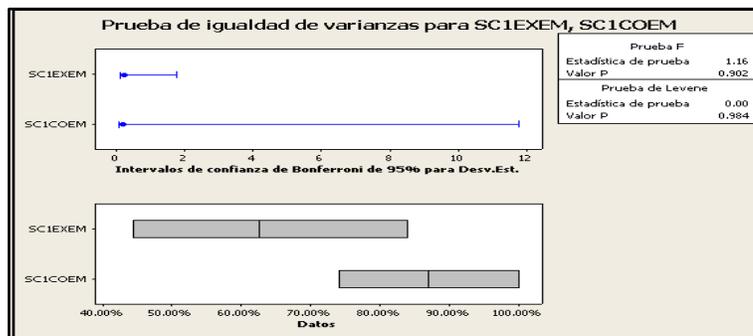
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



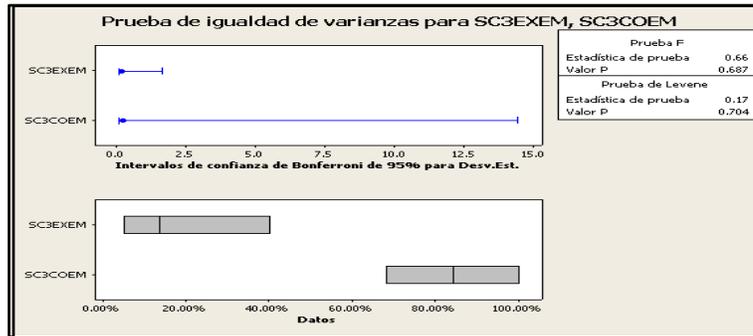
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



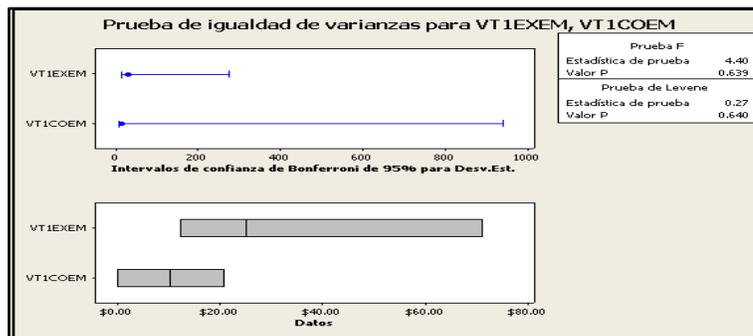
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



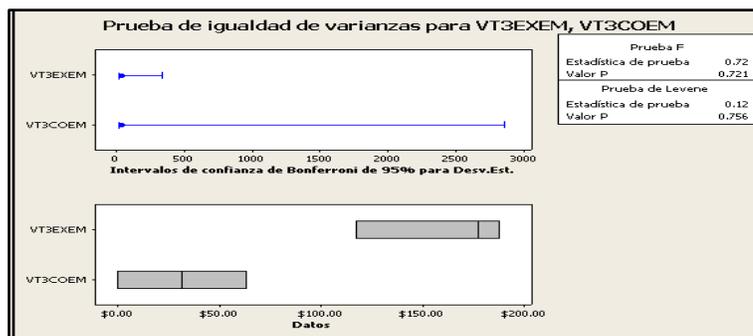
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



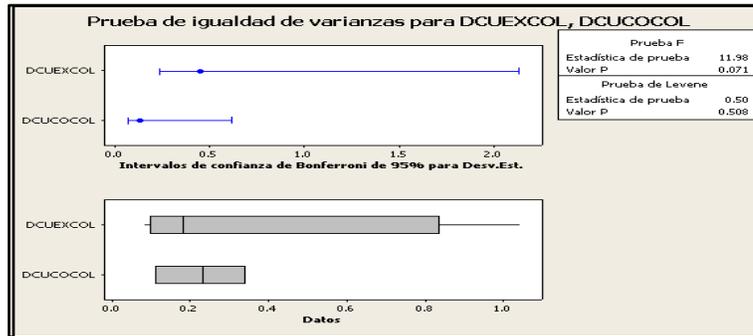
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



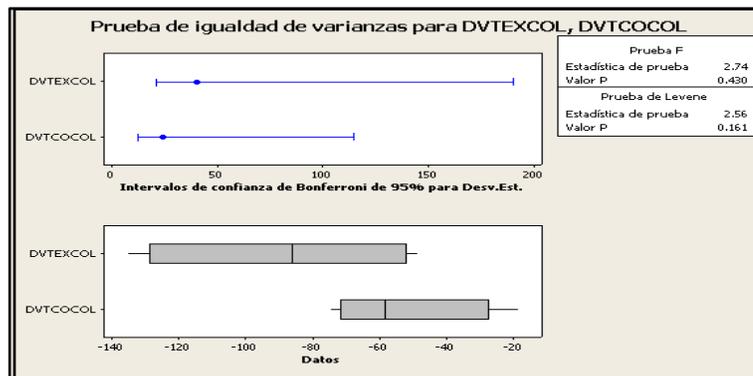
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



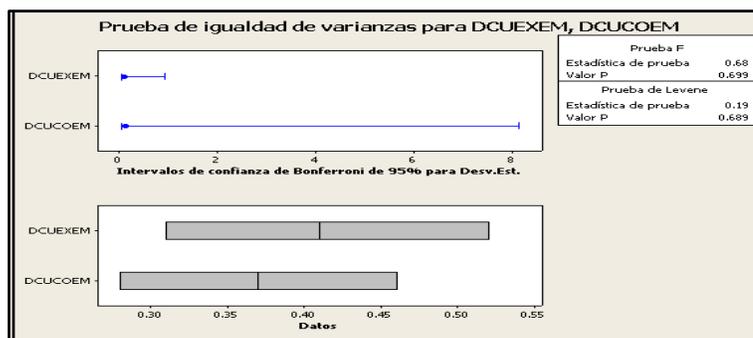
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LA DIFERENCIA DEL COSTO UNITARIO ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



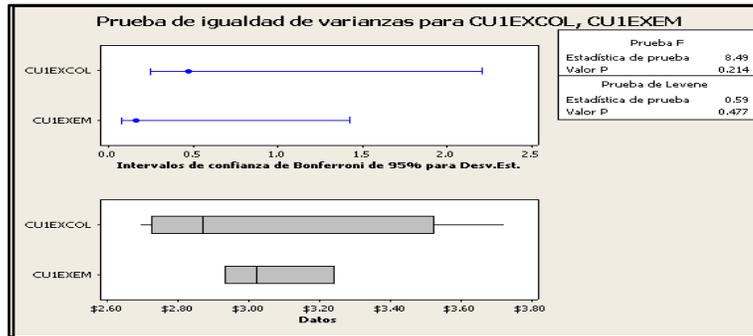
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LA DIFERENCIA DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



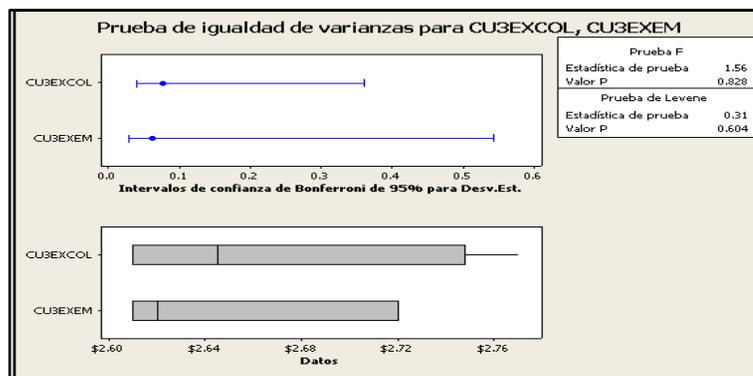
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LA DIFERENCIA DEL COSTO UNITARIO ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



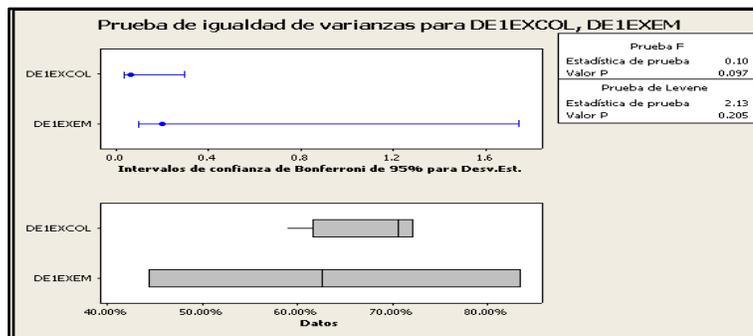
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



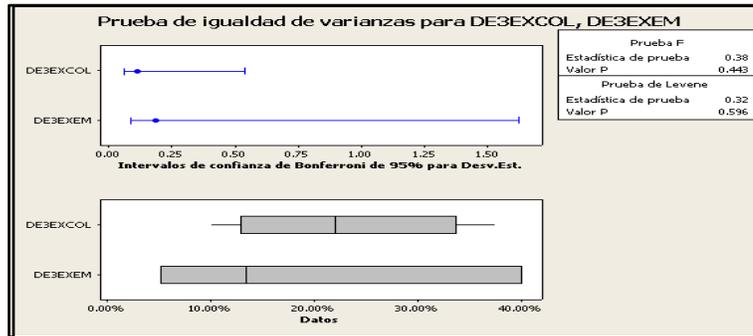
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



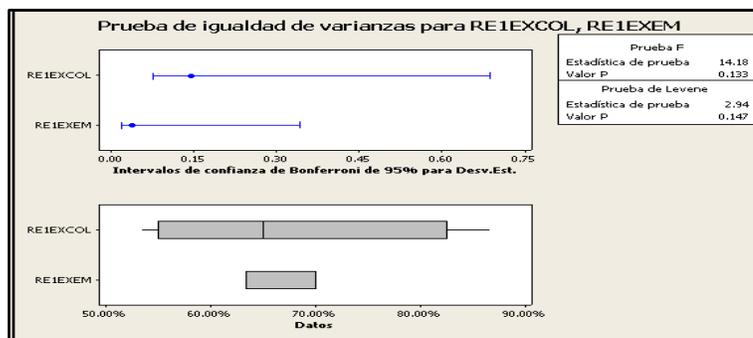
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



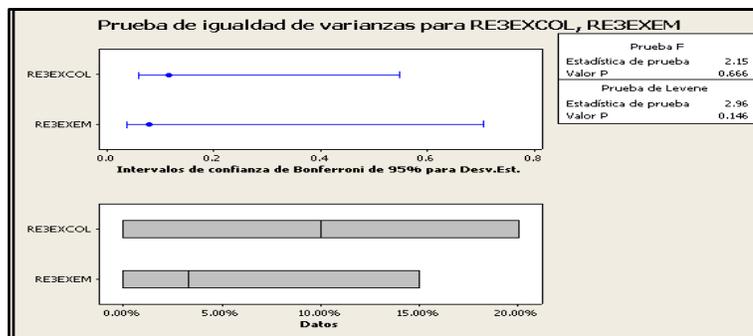
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



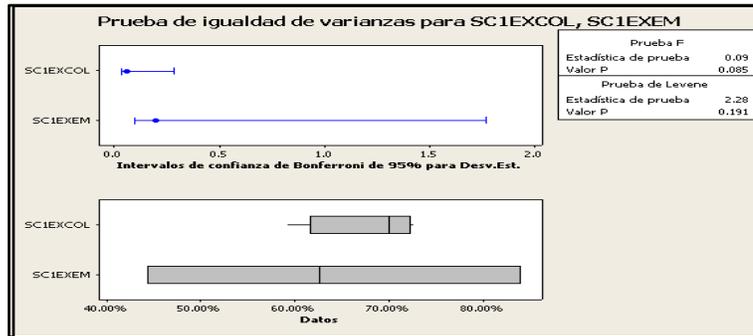
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



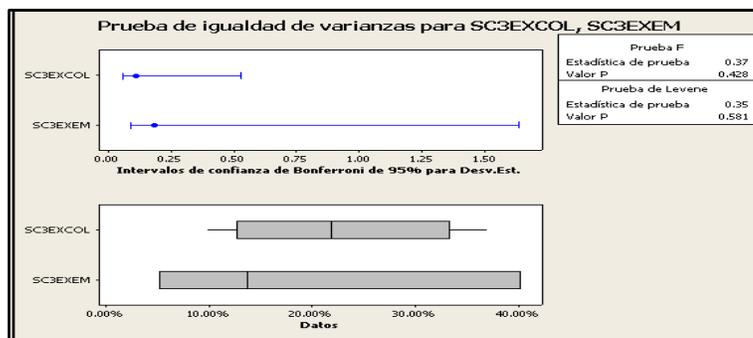
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



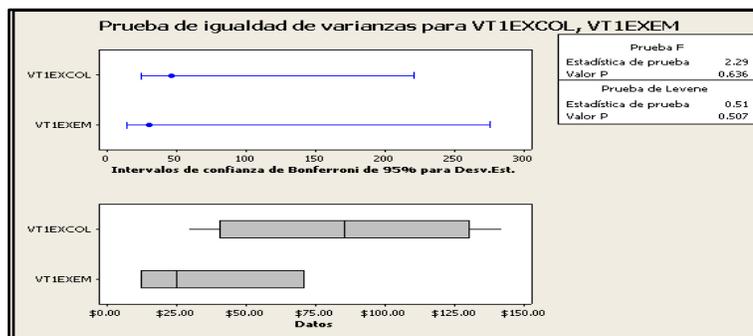
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



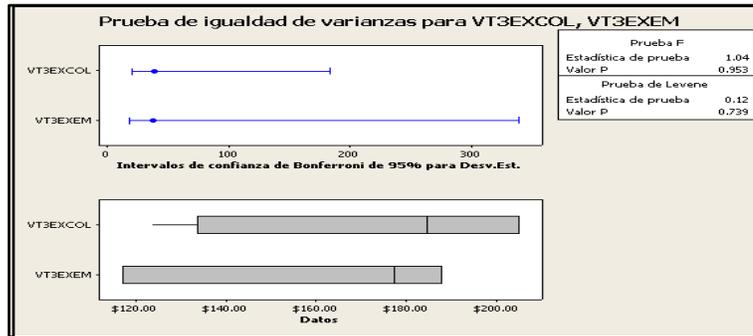
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



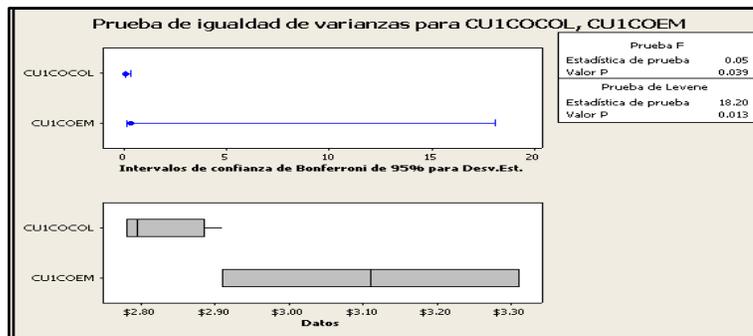
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



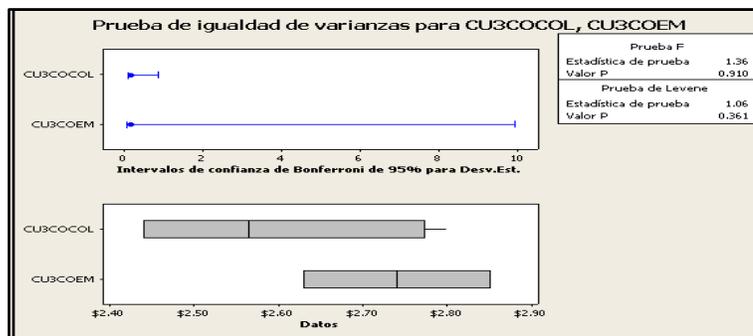
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO EXPERIMENTAL



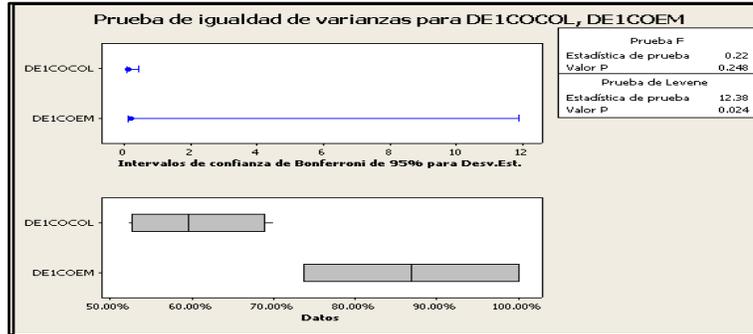
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



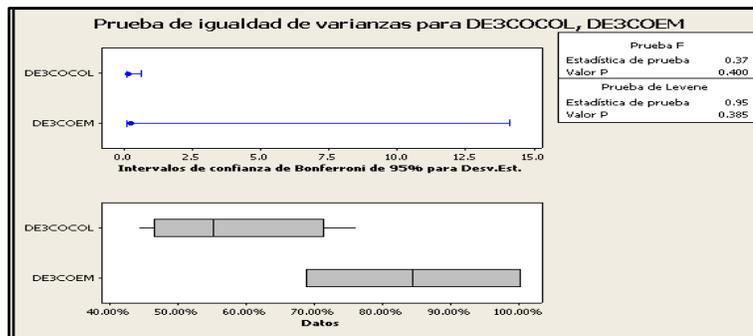
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL COSTO UNITARIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



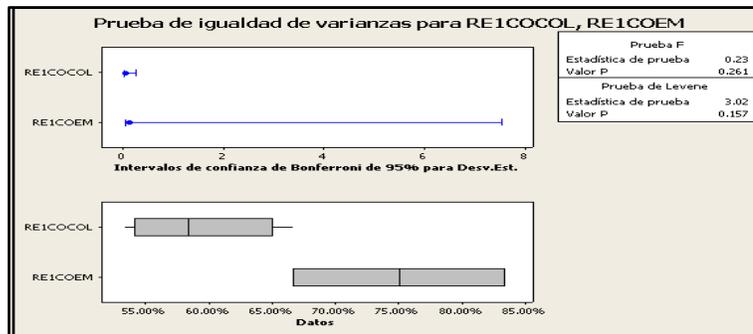
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



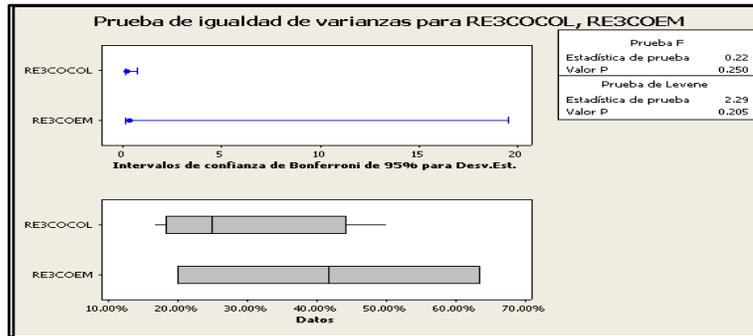
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS DEVOLUCIONES DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



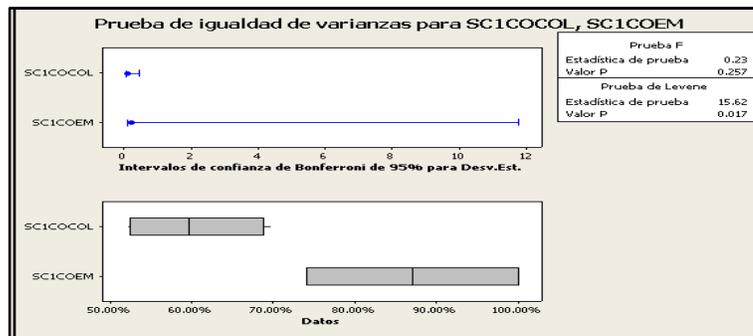
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



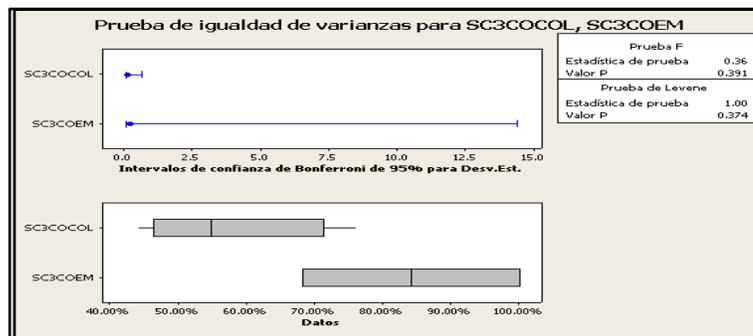
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LOS RECLAMOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



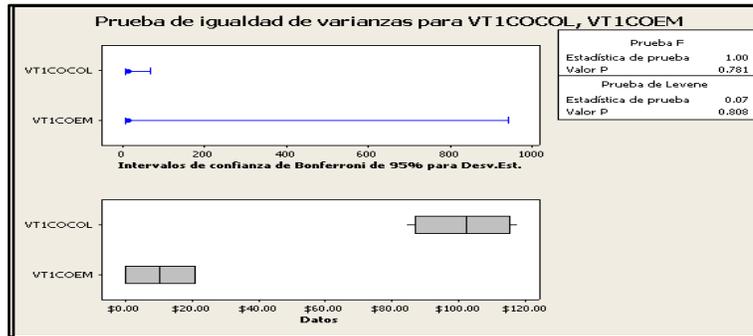
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



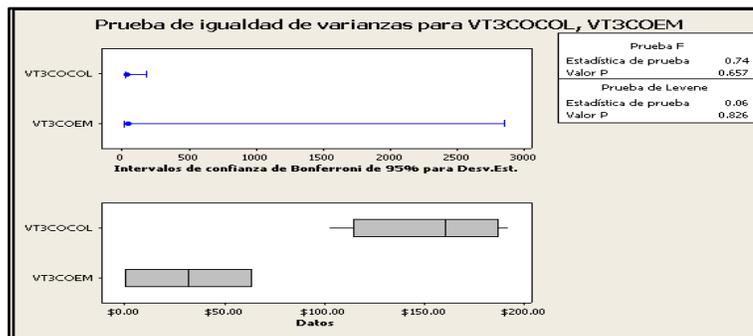
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA EL DESPERDICIO DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



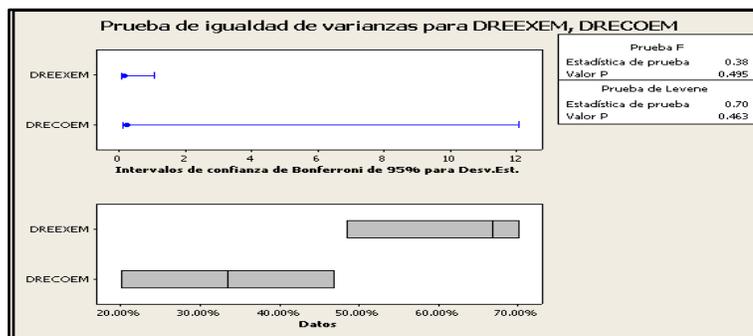
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA PRIMERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



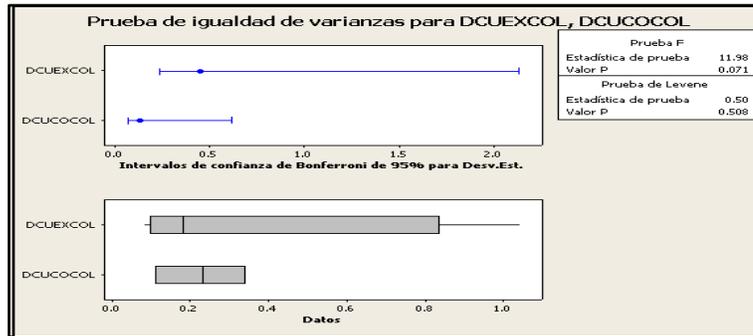
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS DE LA TERCERA SIMULACIÓN ENTRE COLEGIOS Y EMPRESAS- GRUPO DE CONTROL



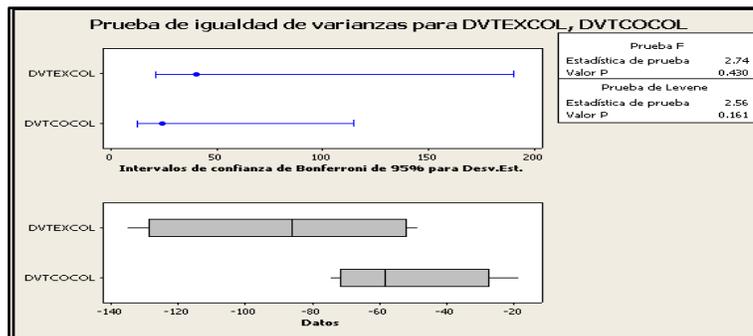
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LA DIFERENCIA DE LOS RECLAMOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL- EMPRESAS



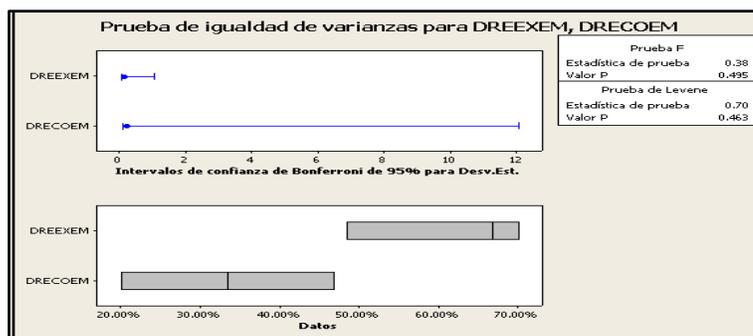
PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LA DIFERENCIA DEL COSTO UNITARIO ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL- COLEGIOS



PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LA DIFERENCIA DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-COLEGIOS



PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS PARA LA DIFERENCIA DEL COSTO UNITARIO ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL-EMPRESAS



APÉNDICE H

PRUEBA t PARA EL COSTO UNITARIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: CU1EXCOL, CU1COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
CU1EXCOL	4	3.038	0.465	0.23
CU1COCOL	4	2.82	0.0616	0.031
Diferencia = μ (CU1EXCOL) - μ (CU1COCOL)				
Estimado de la diferencia: 0.217				
IC de 95% para la diferencia: (-0.528, 0.963)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = 0.93 Valor P = 0.422 GL = 3				

PRUEBA t PARA LAS DEVOLUCIONES DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: DE1EXCOL, DE1COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DE1EXCOL	4	0.6801	0.0623	0.031
DE1COCOL	4	0.6028	0.0878	0.044
Diferencia = μ (DE1EXCOL) - μ (DE1COCOL)				
Estimado de la diferencia: 0.0773				
IC de 95% para la diferencia: (-0.0544, 0.2090)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = 1.44 Valor P = 0.201 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.0761				

PRUEBA t PARA LOS RECLAMOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: RE1EXCOL, RE1COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
RE1EXCOL	4	0.675	0.145	0.073
RE1COCOL	4	0.5917	0.0569	0.028
Diferencia = μ (RE1EXCOL) - μ (RE1COCOL)				
Estimado de la diferencia: 0.0833				
IC de 95% para la diferencia: (-0.1073, 0.2739)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = 1.07 Valor P = 0.326 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1102				

PRUEBA t PARA EL DESPERDICIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: SC1EXCOL, SC1COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
SC1EXCOL	4	0.6791	0.0603	0.03
SC1COCOL	4	0.6028	0.0884	0.044
Diferencia = μ (SC1EXCOL) - μ (SC1COCOL)				
Estimado de la diferencia: 0.0763				
IC de 95% para la diferencia: (-0.0546, 0.2071)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = 1.43 Valor P = 0.204 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.0756				

PRUEBA t PARA LAS VTAS/NÚM. EMPLEADOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: VT1EXCOL, VT1COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
VT1EXCOL	4	85.4	46.7	23
VT1COCOL	4	101.3	14.7	7.3
Diferencia = μ (VT1EXCOL) - μ (VT1COCOL)				
Estimado de la diferencia: -15.9				
IC de 95% para la diferencia: (-75.8, 43.9)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -0.65 Valor P = 0.539 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 34.5862				

PRUEBA t PARA EL COSTO UNITARIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: CU1EXEM, CU1COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
CU1EXEM	3	3.063	0.159	0.092
CU1COEM	3	2.65	0.0608	0.035
Diferencia = μ (CU1EXEM) - μ (CU1COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.047				
IC de 95% para la diferencia: (-0.653, 0.560)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -0.24 Valor P = 0.822 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.2089				

PRUEBA t PARA LAS DEVOLUCIONES DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: DE1EXEM, DE1COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DE1EXEM	3	0.634	0.195	0.11
DE1COEM	2	0.868	0.186	0.13
Diferencia = μ (DE1EXEM) - μ (DE1COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.234				
IC de 95% para la diferencia: (-0.793, 0.324)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -1.34 Valor P = 0.274 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1921				

PRUEBA t PARA LOS RECLAMOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: RE1EXEM, RE1COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
RE1EXEM	3	0.6778	0.0385	0.022
RE1COEM	2	0.75	0.118	0.083
Diferencia = μ (RE1EXEM) - μ (RE1COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.0722				
IC de 95% para la diferencia: (-0.2899, 0.1455)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -1.06 Valor P = 0.368 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.0749				

PRUEBA t PARA EL DESPERDICIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: SC1EXEM, SC1COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
SC1EXEM	3	0.636	0.198	0.11
SC1COEM	2	0.87	0.184	0.13
Diferencia = μ (SC1EXEM) - μ (SC1COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.234				
IC de 95% para la diferencia: (-0.796, 0.328)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = -1.32 Valor P = 0.277 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1936				

PRUEBA t PARA LAS VTAS/NÚM. EMPLEADOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA PRIMERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: VT1EXEM, VT1COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
VT1EXEM	3	36.1	30.8	18
VT1COEM	2	10.4	14.7	10
Diferencia = μ (VT1EXEM) - μ (VT1COEM)				
Estimado de la diferencia: 25.7				
IC de 95% para la diferencia: (-51.4, 102.9)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. no =): Valor T = 1.06 Valor P = 0.366 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 26.5551				

PRUEBA t PARA EL COSTO UNITARIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: CU3EXCOL, CU3COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
CU3EXCOL	4	2.6675	0.0759	0.038
CU3COCOL	4	2.592	0.182	0.091
Diferencia = μ (CU3EXCOL) - μ (CU3COCOL)				
Estimado de la diferencia: 0.0750				
Límite superior 95% de la diferencia: 0.2663				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = 0.76 Valor P = 0.762 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1393				

PRUEBA t PARA LAS DEVOLUCIONES DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: DE3EXCOL, DE3COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DE3EXCOL	4	0.228	0.113	0.056
DE3COCOL	4	0.576	0.135	0.067
Diferencia = μ (DE3EXCOL) - μ (DE3COCOL)				
Estimado de la diferencia: -0.3471				
Límite superior 95% de la diferencia: -0.1763				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -3.95 Valor P = 0.004 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1243				

PRUEBA t PARA LOS RECLAMOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: RE3EXCOL, RE3COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
RE3EXCOL	4	0.1	0.115	0.058
RE3COCOL	4	0.292	0.145	0.072
Diferencia = μ (RE3EXCOL) - μ (RE3COCOL)				
Estimado de la diferencia: -0.1917				
Límite superior 95% de la diferencia: -0.0116				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2.07 Valor P = 0.042 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1311				

PRUEBA t PARA EL DESPERDICIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: SC3EXCOL, SC3COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
SC3EXCOL	4	0.226	0.112	0.056
SC3COCOL	4	0.575	0.136	0.068
Diferencia = μ (SC3EXCOL) - μ (SC3COCOL)				
Estimado de la diferencia: -0.3483				
Límite superior 95% de la diferencia: -0.1778				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -3.97 Valor P = 0.004 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1241				

PRUEBA t PARA LAS VTAS/NÚM. EMPLEADOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: VT3EXCOL, VT3COCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
VT3EXCOL	4	174.4	38.8	19
VT3COCOL	4	154	38.4	19
Diferencia = μ (VT3EXCOL) - μ (VT3COCOL)				
Estimado de la diferencia: 20.4				
Límite inferior 95% de la diferencia: -32.6				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 0.75 Valor P = 0.242 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 38.6088				

PRUEBA t PARA EL COSTO UNITARIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: CU3EXEM, CU3COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
CU3EXEM	3	2.65	0.0608	0.035
CU3COEM	2	2.74	0.156	0.11
Diferencia = μ (CU3EXEM) - μ (CU3COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.0900				
Límite superior 95% de la diferencia: 0.1305				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -0.96 Valor P = 0.204 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1026				

PRUEBA t PARA LAS DEVOLUCIONES DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: DE3EXEM, DE3COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DE3EXEM	3	0.195	0.182	0.1
DE3COEM	2	0.844	0.221	0.16
Diferencia = μ (DE3EXEM) - μ (DE3COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.649				
Límite superior 95% de la diferencia: -0.229				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -3.63 Valor P = 0.018 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1957				

PRUEBA t PARA LOS RECLAMOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: RE3EXEM, RE3COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
RE3EXEM	3	0.0611	0.0788	0.045
RE3COEM	2	0.417	0.306	0.22
Diferencia = μ (RE3EXEM) - μ (RE3COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.356				
Límite superior 95% de la diferencia: 0.049				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2.07 Valor P = 0.065 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1882				

PRUEBA t PARA EL DESPERDICIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: SC3EXEM, SC3COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
SC3EXEM	3	0.196	0.183	0.11
SC3COEM	2	0.841	0.225	0.16
Diferencia = μ (SC3EXEM) - μ (SC3COEM)				
Estimado de la diferencia: -0.644				
Límite superior 95% de la diferencia: -0.219				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -3.57 Valor P = 0.019 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1980				

PRUEBA t PARA LAS VTAS/NÚM. EMPLEADOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LA TERCERA SIMULACIÓN EN LAS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: VT3EXEM, VT3COEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
VT3EXEM	3	160.7	38	22
VT3COEM	2	31.6	44.7	32
Diferencia = μ (VT3EXEM) - μ (VT3COEM)				
Estimado de la diferencia: 129.1				
Límite inferior 95% de la diferencia: 42.4				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 3.50 Valor P = 0.020 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 40.3542				

PRUEBA t PARA LA DIFERENCIA DEL COSTO UNITARIO ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: DCUEXCOL, DCUCOCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DVTEXCOL	4	0.37	0.45	0.22
DVTCOCOL	4	0.228	0.13	0.065
Diferencia = μ (DCUEXCOL) - μ (DCUCOCOL)				
Estimado de la diferencia: 0.142				
Límite inferior 95% de la diferencia: -0.312				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 0.61 Valor P = 0.283 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.3311				

PRUEBA t PARA LA DIFERENCIA DE LAS VENTAS/NÚM. EMPLEADOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LOS COLEGIOS

Prueba T e IC de dos muestras: DVTEXCOL, DVTCOCOL				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DVTEXCOL	4	-89.0	40.0	20
DVTCOCOL	4	-52.7	24.2	12
Diferencia = μ (DVTEXCOL) - μ (DVTCOCOL)				
Estimado de la diferencia: -36.3				
Límite superior 95% de la diferencia: 9.1				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -1.55 Valor P = 0.086 GL = 6				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 33.0801				

PRUEBA t PARA LA DIFERENCIA DELCOSTO UNITARIO ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LOS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: DCUEXEM, DCUCOEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DVTEXCOL	3	0.413	0.105	0.061
DVTCOCOL	2	0.37	0.127	0.09
Diferencia = μ (DCUEXEM) - μ (DCUCOEM)				
Estimado de la diferencia: 0.043				
Límite inferior 95% de la diferencia: -0.199				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 0.42 Valor P = 0.351 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1129				

PRUEBA t PARA LA DIFERENCIA DE LOS RECLAMOS ENTRE EL GRUPO EXPERIMENTAL Y DE CONTROL DE LOS EMPRESAS

Prueba T e IC de dos muestras: DREEXEM, DRECOEM				
	N	Media	Desv. Est.	Media del Error estándar
DVTEXCOL	3	0.6	0.1	0.067
DVTCOCOL	2	0.333	0.189	0.13
Diferencia = μ (DREEXEM) - μ (DRECOEM)				
Estimado de la diferencia: 0.283				
Límite inferior 95% de la diferencia: -0.028				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 2.15 Valor P = 0.061 GL = 3				
Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 0.1447				

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SIPPER DANIEL, BULFIN ROBERT, Planeación y Control de la Producción, Ed. McGraw Hill, Capítulo Dos.
- [2] RODRÍGUEZ DENISE, BUESTÁN MARCOS, “The proposed improvement method”, 2008.
- [3] TECNOLÓGICO DE MONTERREY, CENTRO DE CALIDAD Y MANUFACTURA “Las 5’S”, [en línea] <<http://ccm.mty.itesm.mx/5S/index.htm>>, [consulta: 17 Diciembre 2010].
- [4] RAMPAZZ MARCELO. “Kaizen 0 5S”, [en línea] <<http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=23094>>, 2008, [consulta: 17 Diciembre 2010].
- [5] ALVAREZ MOGAZUL ADRIAN. “Atención al cliente. Tipos de clientes”, [en línea], <<http://www.mailxmail.com/curso-atencion-cliente-tipos-clientes/conocer-cliente>>, 2009, [consulta: 17 Diciembre 2010].
- [6] KATZ GERALD M, “The One Right Way to Gather the Voice of the Customer”, PDMA Visions Magazine, Vol. XXV No. 4, [en línea] <http://www.ams-inc.com/pdf/One_right_way.pdf>, October 2001, [consulta: 20 de Junio 2011].
- [7] CROW KENNETH A., DRM ASSOCIATE, “The Voice of the Customer”, [en línea] <<http://www.npd-solutions.com/voc.html>>, 2002 [consulta: 20 Junio 2011].
- [8] GERENCIA INDUSTRIAL. “Administración de los sistemas de producción”, [en línea] <<http://www.gerenciaindustrial.com/doPrint.php?notaid=85>>, [consulta: 21 de Diciembre 2010].
- [9] BUENAS TAREAS, “Biografía de Kaoru Ishikawa”, [en línea] Actualizado: 3 Abril 2011 <http://www.buenastareas.com/ensayos/Kaoru_Ishikawa/1871928.html>, [consulta: 23 Noviembre 2011].

- [10] NARESH K. MALHOTRA, Investigación de Mercados “Un enfoque aplicado”, Cuarta edición, pág. 203-217, 2004.
- [11] TORO GABRIELA, “Diagrama de Pareto”, [en línea] Actualizado: 20 Septiembre 2009 <<http://www.articuloz.com/liderazgo-articulos/diagrama-de-pareto-1251589.html>>, [consulta: 23 Noviembre 2011].
- [12] UNIVERSIDAD ZARAGOZA, “Control de Calidad”, [en línea] <<http://metodosestadisticos.unizar.es/asignaturas/21205/Apuntes/Practica5.pdf>>, [consulta: 23 Noviembre 2011].
- [13] SISTEMAS DE PRODUCCION Y MANUFACTURA ESBELTA, “7 desperdicios en la manufactura esbelta”, [en línea] Actualizado: 15 Noviembre 2010, <<http://manufacturaesbelta.blog.com/2010/11/15/los-7-desperdicios-en-la-manufactura-esbelta-2/>>, [consulta: 23 Noviembre 2011].
- [14] GUILLERMO MALDONADO VILLALVA, “Herramientas y Técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad”, [en línea] <http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/>, 2007, [consulta: 17 Diciembre 2011].
- [15] UNIVERSIDAD ABIERTA DE CATALUÑA, “Estudios Analíticos – Estudios Cuasi experimentales”, [en línea] <http://cv.uoc.edu/UOC/a/moduls/90/90_166d/web/main/m4/22f.html>, [consulta: 23 Noviembre 2011].
- [16] WIKIPEDIA, “Causalidad estadística”, [en línea] <[http://es.wikipedia.org/wiki/Causalidad_\(estad%C3%ADstica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Causalidad_(estad%C3%ADstica))>, [consulta: 21 de Diciembre 2010].
- [17] BARRERA MARCO, “Situación y desempeño de las PYMES de Ecuador en el Buenos Aires, Argentina.
- [18] PACHECO V. FERNANDA, “La capacitación como recurso para la formación de empresas competitivas (PYMES- Caso Ecuador)”, Año I, Vol. 1, Marzo 2005.
- [19] ANDRADE SANTIAGO, CALERO EDISON, “El Mercado de Valores como Alternativa de Financiamiento para la Pequeña y Mediana Empresa (PYME) en Ecuador”, (Tesis, Facultad de Economía y Negocios, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006).