Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Matemáticas
Escuela Profesional de Investigación Operativa

Simulación de sistemas para la reduccion de tiempo de espera en la atención de ordenes de pedidos con impresión en una empresa de sacos de polipropileno

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa

AUTOR

Bertha Edith CANAHUIRE CONDORI

ASESOR

Mg. José Carlos ORÉ LUJÁN

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Canahuire, B. (2021). *Simulación de sistemas para la reduccion de tiempo de espera en la atención de ordenes de pedidos con impresión en una empresa de sacos de polipropileno*. [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Bertha Edith Canahuire Condori
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75320171
URL de ORCID	-
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	José Carlos Oré Luján
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06119405
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-2174-4485
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Esther Berger Vidal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08766040
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Lucy Haydee De la Cruz Cuadros
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06554824
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.3.3.2. Procesos estocásticos y simulación.

Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2021
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2021-I)

En Lima, siendo las 11:30 horas del sábado 02 de octubre del 2021, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado del Trabajo de Suficiencia Profesional (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2021-I): Dra. Esther Berger Vidal (PRESIDENTA), Lic. Lucy Haydee De La Cruz Cuadros (MIEMBRO) y el Mg. José Carlos Oré Luján (MIEMBRO ASESOR), para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: "**SIMULACIÓN DE SISTEMAS PARA LA REDUCCION DE TIEMPO DE ESPERA EN LA ATENCIÓN DE ORDENES DE PEDIDOS CON IMPRESIÓN EN UNA EMPRESA DE SACOS DE POLIPROPILENO**", presentado por la señorita **Bachiller Bertha Edith Canahuire Condori**, para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del trabajo de suficiencia, la Presidenta invitó a la expositora a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del Jurado Evaluador, la expositora mereció la aprobación BUENO, con un calificativo promedio de CATORCE.

A continuación, los miembros del Jurado dan manifiesto que la participante **Bachiller Bertha Edith Canahuire Condori** ha Aprobado el Trabajo de Suficiencia Profesional.

Siendo las 12:00 horas se levantó la sesión firmando para constancia la presente Acta.

Dra. Esther Berger Vidal
PRESIDENTA

Lic. Lucy Haydee De La Cruz Cuadros
MIEMBRO

Mg. José Carlos Oré Luján
MIEMBRO ASESOR

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo José Carlos Oré Luján en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N° 001097-2021-D-FCM/UNMSM del trabajo de suficiencia profesional (TSP), cuyo título es: "SIMULACIÓN DE SISTEMAS PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPO DE ESPERA EN LA ATENCIÓN DE ÓRDENES DE PEDIDOS CON IMPRESIÓN EN UNA EMPRESA DE SACOS DE POLIPROPILENO", presentado por la bachiller BERTHA EDITH CANAHUIRE CONDORI, para optar el título profesional de: Licenciada en Investigación Operativa.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 14 % de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del Asesor:
DNI: 06119405
Nombres y apellidos del asesor:
Mg. José Carlos Oré Luján

Huella digital

DEDICATORIA:

A mi familia que siempre me apoyo en toda mi carrera, tanto moralmente como económicamente, y a todas las personas que me brindaron su apoyo.

AGRADECIMIENTOS:

A mi querida Universidad Nacional Mayor de San Marcos, mi alma mater. Mi agradecimiento total a mis profesores quienes aportaron en mi formación profesional, todos son grandes profesionales y excelentes personas.

Resumen

SIMULACIÓN DE SISTEMAS PARA LA REDUCCION DE TIEMPO DE ESPERA EN LA ATENCION DE ORDENES DE PEDIDOS CON IMPRESIÓN EN UNA EMPRESA DE SACOS DE POLIPROPILENO

BERTHA EDITH CANAHUIRE CONDORI

Asesor: Mg. José Carlos ORÉ LUJÁN

Título obtenido: Licenciada en Investigación Operativa

En el presente trabajo de investigación se desarrollará una propuesta en una empresa dedicada a la fabricación de sacos de polipropileno; a través de la herramienta de simulación de sistemas que apoya en la toma de decisiones, para esto se llevará a cabo el levantamiento de información obteniendo datos como la cantidad de órdenes de pedidos y disponibilidad de materiales, en base a esto y tomando en cuenta la distribución de trabajos por persona se generara la simulación para cumplir con la atención de órdenes de pedido con impresión y explotando al máximo sus recursos.

Palabras clave: *toma de decisión, simulación, producción, sacos de polipropilenos, disponibilidad, reducción de tiempos*

Abstract

SIMULATION OF SYSTEMS TO REDUCE WAITING TIMES IN THE ATTENTION OF ORDERS WITH PRINTING IN A COMPANY OF POLYPROPYLENE BAGS

BERTHA EDITH CANAHUIRE CONDORI

Adviser: Mg. José Carlos ORÉ LUJÁN

Degree obtained: Licenciada en Investigación Operativa

In this research work, a proposal will be developed in a company dedicated to the manufacture of polypropylene bags; Through the systems simulation tool that supports decision-making, for this the information will be collected obtaining data such as the number of orders and availability of materials, based on this and taking into account the distribution of jobs per person, the simulation will be generated to comply with the attention of order orders with printing and exploiting its resources to the maximum.

Keywords: *decision making, simulation, production, polypropylene bags, availability, time reduction*

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... *ii*

AGRADECIMIENTOS ..... *iii*

Resumen ..... *iv*

Abstract ..... *v*

CAPITULO I - INTRODUCCIÓN *1*

CAPITULO II - MARCO REFERENCIAL *2*

Antecedentes 2

CAPITULO III - LUGAR DONDE SE DESARROLLA LA ACTIVIDAD *4*

3.1 Institución – IBEROPLAST SAC 4

3.2 Periodo 4

3.3 Finalidad y Objetivo 4

3.4 Razón Social 4

3.5 Dirección Postal 4

3.6 Correo electrónico del personal a cargo 5

CAPITULO IV - DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD *6*

4.1 Organización de la actividad 6

4.2 Problemática 9

4.3 Finalidad y Objetivos 10

4.4 Metodología 11

4.4.1 Marco Metodológico 11

4.4.2 Simulación de sistemas 13

4.5. Procedimientos 20

1. Analizar el comportamiento del sistema real 20

2. Analizar los tiempos de atención por área e identificar cuello de botella 22

2. Verificación de la base de datos 23

4. Corroborar información de datos con el INPUT ANALYZER, para ver el tipo de distribución 23

5. Definir escenarios alternativos 30

6. Determinar el modelo de simulación 30

7. Realizar el modelo en el software ARENA 36

8. Verificar si el modelo es válido 40

9. Realizando las pruebas de corrida 41

10. Analizar los datos arrojados por el programa 46

CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES *50*

Conclusiones 50

Recomendaciones 50

CAPITULO VI ANEXOS *53*

CAPITULO I - INTRODUCCIÓN

Debido a las condiciones nacionales e internacionales del mercado, las empresas han modificado cada vez más su estructura, en donde las actividades que hacen la diferencia y de mayor rendimiento son las que logran posicionar a algunas empresas en altos lugares haciendo que estas sean más competitivas. Una de estas actividades para generar un cambio es la gestión en operaciones, específicamente en el área de producción en donde la eficiencia, la productividad y el rendimiento son los principales indicadores para una empresa que mide la capacidad de respuesta hacia los clientes; el tiempo y el nivel de producción para lograr ventajas competitivas en el mercado.

Actualmente, la simulación es una poderosa técnica para resolver problemas. Su origen está en la teoría de muestreo estadístico (relaciones que existen entre una población y las muestras que se extraen de ellas) y análisis de sistemas probabilísticos, con el transcurso del tiempo ha sido una herramienta muy útil en diferentes áreas ya que ayuda en la toma de decisiones.

Por esta razón la investigación que se realizará, será exactamente en el proceso de atención de órdenes de pedido con impresión, realizando una propuesta de mejora para reducir los tiempos de espera en las atenciones de pedidos, usando la herramienta de simulación y de esta manera mejorar los recursos de la empresa.

CAPITULO II - MARCO REFERENCIAL

Para una mejor comprensión de la siguiente investigación, se presentan algunos estudios relacionados.

Antecedentes

Leal, N. (2014), en la tesis de maestría "Modelo de planificación de producción basado en simulación aplicado a una planta procesadora de mariscos en conserva", se desarrolló una herramienta que brinda apoyo en la toma de decisiones para la gestión de la producción de mariscos en conservas. Para desarrollar esta herramienta se construyó un modelo del sistema productivo y sus respectivos parámetros por procesos, también se incluyó el ajuste de distribuciones de probabilidades para las productividades de cada proceso como el corte, clasificado y envasado. El modelo se implementó en el software de simulación ProModel y para validar esta tesis se cotejo la producción entregada por el modelo desarrollado, la producción real y los resultados obtenidos del estudio, demuestran la factibilidad y la eficiencia del modelo propuesto para la planificación.

Armas, K. (2013), en la tesis titulada "Mejora en el área de tintorería y acabados de telas de una empresa textil peruana empleando simulación", en esta tesis se analizó los procesos productivos de una empresa textil peruana, específicamente en el área de tintaría y acabados con el único objetivo de minimizar los tiempos de entrega de las telas. Se procedió a desarrollar un modelo de simulación ajustado a la realidad de la empresa, proponiendo tres escenarios de mejora y cada uno de ellos con diferentes costos de inversión. Como conclusión se obtuvo que la mejor propuesta tanto por la parte comercial como en la parte económica fue realizar cambios en las mezclas de producción Se presentó una nueva distribución de la mezcla donde se reduce considerablemente los tiempos en cola para las

máquinas de mayor utilización, representando una mínima inversión con respecto a las demás propuestas, se estimó un incremento en las ganancias de 50,000 USD mensuales con esta propuesta.

Rojas, P. (2002), en la tesis "Planeamiento de la producción de bebidas gaseosas mediante la simulación" realizó un estudio de simulación del proceso productivo para una típica producción diaria y semanal, el requerimiento de posibles horas extras o la incrementación de turnos; la empresa cuenta con dos turnos; para cumplir con las demandas de las diferentes ciudades; el plan de producción está relacionado con la fuerza laboral. El estudio de esta tesis compara los costos de transporte de cajas de las bebidas envasadas en botellas de plásticos con el costo de incrementar turno con el fin de producir parte de este requerimiento mensual, se buscó optimizar al máximo los tiempos de producción programados y los resultados de la simulación permitieron la factibilidad de analizar un nuevo turno, dando los resultados esperados, incrementando la capacidad de producción.

Condori, S. (2007), en la tesis "Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fábrica de perfumes" en el estudio se buscó un mayor control con el cumplimiento de los procedimientos establecidos, una mejor comunicación entre la planificación, programación y la gestión de la planta, para obtener mejores utilidades y reducción de gastos, y esto lo logra con un buen sistema de planificación. Se tomó en cuenta puntos de la filosofía JIT (Just in Time), la implementación de las 5s y aplicando MRP I se obtuvo una programación maestra de cada uno de sus productos en periodos de semanas, con esta adecuada programación diaria de la mano de obra, se mejoró la productividad del personal.

CAPITULO III - LUGAR DONDE SE DESARROLLA LA ACTIVIDAD

3.1 Institución – IBEROPLAST SAC

El lugar donde se va desarrollar este trabajo de investigación es en la empresa IBEROPLAST SAC, una empresa que se dedica a la fabricación de sacos de polipropileno y telas de rafia, todo esto hecho a base del polipropileno, se creó en el año 2017, es una empresa bastante joven, pero con un amplio segmento de mercado que cuenta con clientes nacionales e internacionales.

Es uno de los cinco principales productores artículos de polipropileno y proveedores de sacos de polipropileno de la región, su ubicación actualmente es en el distrito de Lurín.

3.2 Periodo

El periodo será de seis meses, los datos que se tomará serán de enero 2021 a junio 2021

3.3 Finalidad y Objetivo

Como toda empresa busca generar más ganancias para esto, nos centramos en mejorar el proceso de atención de órdenes de pedido, como finalidad se tiene plantear una mejora en este proceso, se tiene en cuenta las opiniones de las áreas involucradas en todo el proceso de atención de pedidos en cuanto a impresión, el objetivo es minimizar este tiempo de atención para que el proceso sea más fluido y los clientes queden satisfechos con la empresa IBEROPLAST SAC.

3.4 Razón Social

IBEROPLAST SAC

3.5 Dirección Postal

Manuel Valle (ex Av. JJ Poblete) Parcela D-19 Lote 2, Lurín, Lima, Perú

Ilustración1.

Organigrama de Producción y Mejora Continua

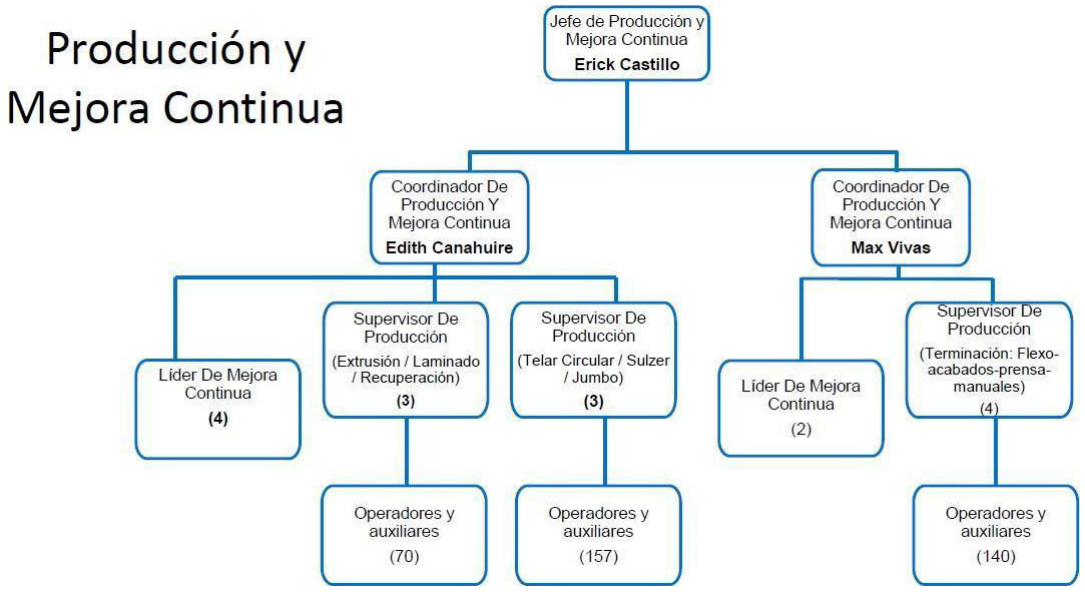
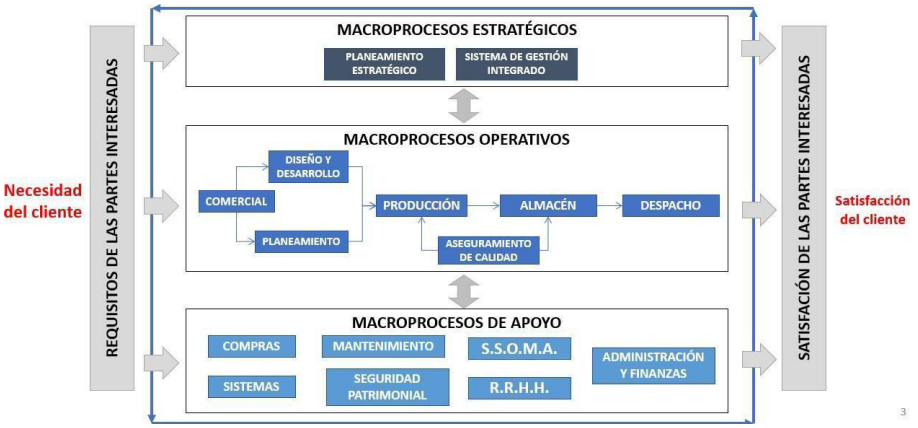


Ilustración 2.

Mapa de Procesos de la empresa IBEROPLAST SAC



3.6 Correo electrónico del personal a cargo

Nombre: Erick Frank Castillo Diaz

Cargo: Jefe de Producción

Correo: erick.castillo@iberoplast.pe

CAPITULO IV - DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

4.1 Organización de la actividad

Descripción del sistema para una orden de pedido con impresión de la empresa IBEROPLAST SAC.

Proceso de atención de pedidos con impresión:

Para realizar una producción de sacos con impresión necesitamos las órdenes de pedido de parte de comercial, a continuación, describiremos los procesos detallados a continuación:

1.- Validación de tipo de impresión: En este proceso consiste en validar si es un arte nuevo o un arte antiguo, arte se le llama al diseño del logo de cliente, quien realiza esta validación es el ejecutivo comercial.

2.- Registro del arte en el sistema: Este proceso aplica para los artes nuevos, es decir que no se tiene ningún historial de ingreso antes, se debe registrar todos los datos en el sistema.

3.- Ingreso de OP (orden de pedido): Luego de la verificación del tipo de arte, se procede al ingreso del pedido según su complejidad o también podemos decir según su cantidad de colores, en impresión monocromía (dos colores), impresión cuatricromía de cuatro colores, impresión de seis colores, impresión de doce colores y se genera un documento por cada orden de pedido.

4.- Envió a diseño y desarrollo: Luego de tener clasificados las órdenes de pedido por color se procede a enviar el documento al área de diseño y desarrollo.

5.- Recepción de orden de pedido: En este proceso el área de diseño y desarrollo revisa la factibilidad de realizar el producto y depende de esto si se aprueba o se rechaza la orden de pedido.

6.- Orden de pedido aprobada: Este proceso se da sólo si en el proceso anterior fue factible es decir aprobado por diseño y desarrollo, y será enviado al área de planificación o planeamiento.

7.- Recepción de orden de pedido aprobada: En este proceso planificación es quien recibe la orden de pedido aprobada por diseño y desarrollo.

8.- Programación de orden de pedido: En este proceso planificación es quien desarrollará el programa de las órdenes de pedido, según su complejidad (cantidad de colores)

9.- Registro de la programación en el sistema: En este proceso se realiza el registro de las órdenes de pedido programados y junto con el documento de orden de pedido, es enviado al área de producción, para iniciar el proceso productivo.

Ilustración 3.

Proceso completo de atención de pedidos con impresión.

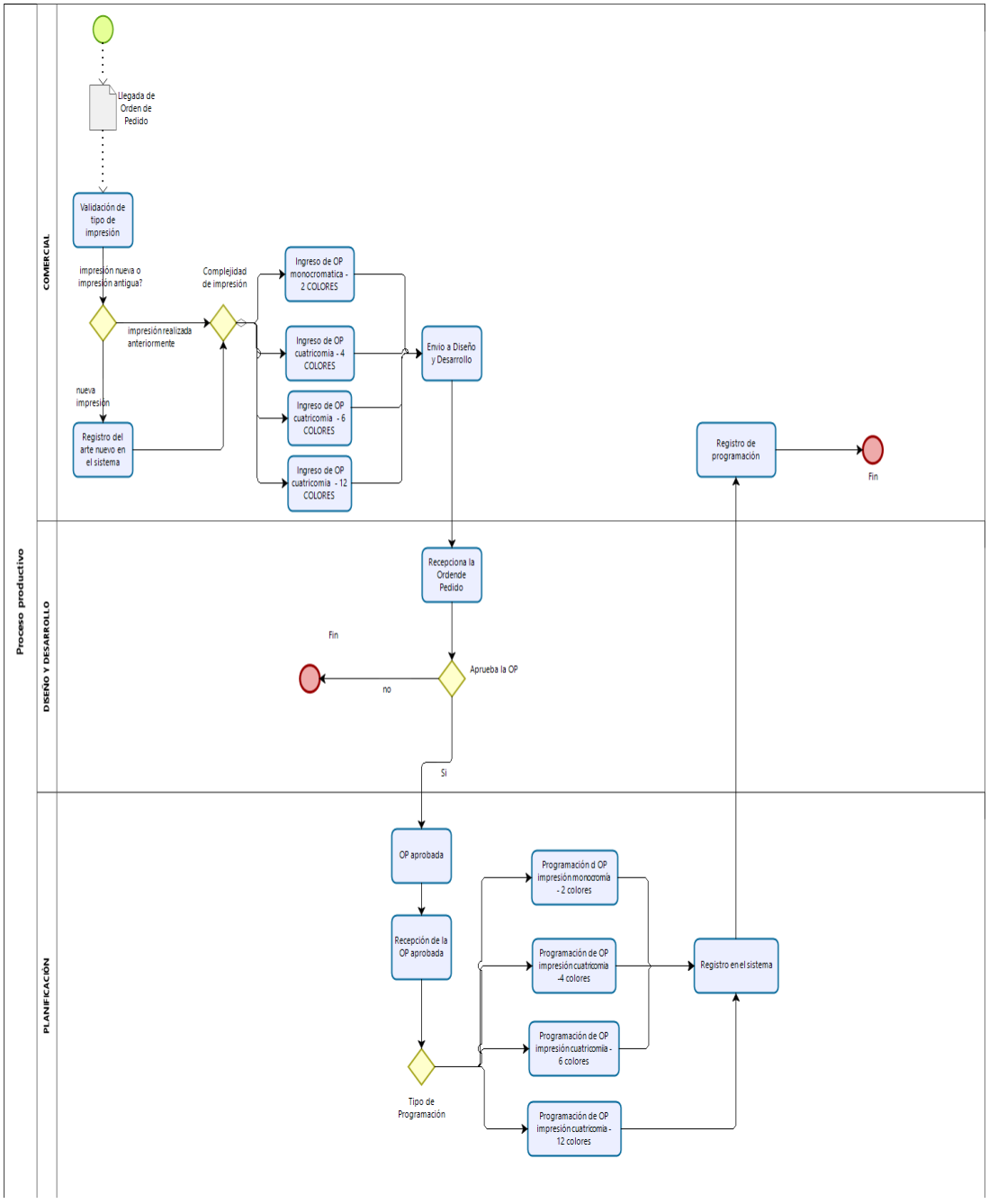


Ilustración 4.

Fotografía del área de producción de sacos con impresión



4.2 Problemática

Actualmente uno de los problemas de la empresa IBEROPLAST SAC, empresa de manufactura, es la baja cantidad de órdenes de pedidos con impresiones, la empresa fabrica sacos de polipropileno impresos y no impresos, el problema es que este año se ha detectado que existe una baja atención de los pedidos con impresiones ya que hay órdenes de pedido que demoran mucho más tiempo de atención que otro, en consecuencia debido a la demora en el proceso de atención, se tiene poca cantidad de pedidos programados con impresiones y esto genera que la producción de pedidos con impresión sea mínima, se sabe que los sacos impresos generan mayor ganancia que los sacos sin impresión, es por ello que nos centraremos en realizar este estudio sólo con el proceso de atención de los sacos impresos. Además, según la entrevista con el área comercial se sabe que se atienden un promedio de 15 pedidos al día de sacos impresos y 30 pedidos al día de sacos sin impresión.

Esta situación actual de la empresa conlleva a que:

- Haya tiempos de ocio en el proceso de impresión.
- Los clientes no reciben a tiempo sus pedidos.
- La empresa pierda posicionamiento en el mercado.

Realizando un análisis de lo que ocasiona esto:

- Personal insuficiente para la atención de los pedidos.
- Uso del tiempo excesivo en la atención de los pedidos con impresiones.
- Limitantes en la asignación de máquinas por colores para impresión.

4.2.1 Formulación del problema

Luego de analizar la problemática se plantean las siguientes preguntas de investigación:

4.2.2 Pregunta principal

- ¿Cómo reducir los tiempos de espera en la atención de las órdenes de pedido en el proceso de impresión?

4.2.3 Preguntas específicas

- ¿De qué manera será posible identificar los cuellos de botella en el proceso de impresión?

- ¿Cómo conocer los tiempos de arribo y tiempos de llegada de órdenes de pedido para el proceso de impresión en la empresa IBEROPLAST SAC?

4.3 Finalidad y Objetivos

La finalidad es demostrar que a través de la simulación se puede lograr muchas propuestas de mejoras y sin invertir dinero por parte de la empresa.

4.3.1 Objetivo principal

- Reducir el tiempo de espera de las órdenes de pedido para el proceso de impresión.

4.3.2 Objetivos específicos

- Identificar los cuellos de botella para el proceso productivo de impresión

- Identificar los tiempos de arribo y tiempos de llegada de órdenes de pedido para el proceso de impresión en la empresa IBEROPLAST SAC.

4.3.3 Justificación

Las razones por las cuales se escogió este tema, se basaron en el interés y la utilidad de obtener una mejora en el proceso atención de los órdenes de pedido de impresión, usando una herramienta muy útil que es la simulación ya que nos da resultados factibles y se puede acercar mucho a la realidad. Por esto, se decidió seleccionar una empresa del sector manufacturero, en este caso la industria del plástico, para realizar un análisis y diagnóstico del sistema de atención y proponer mejoras en su diseño; esto ayudará a tomar una buena decisión y tener una perspectiva más amplia, aplicable para otras industrias.

4.4 Metodología

4.4.1 Marco Metodológico.

En la presente investigación se utilizó el método hipotético – deductivo. A partir de la información amplia recolectada a través de las entrevistas con el personal experto en programación de pedidos.

Como técnica de recolección de información principalmente se utilizó las entrevistas con el personal operativo de la empresa, y para las fuentes primarias se usó la recolección de datos, la información se obtuvo de la base de datos de la empresa para poder construir la secuencia de los procesos y los tiempos que demandan cada uno de estos procesos. Para complementar se realizó una entrevista con los miembros del equipo.

Por último, se recolecto datos de fuentes secundarias, como investigaciones con temas relacionados, tesis, reportes y artículos de simulación.

Tipo de Investigación

- **Cuantitativo:** Este trabajo de investigación es cuantitativo en el sentido de que se recopilaron algunos datos para probar hipótesis basadas en la medición numérica y el análisis estadístico con el fin de crear modelos de comportamiento y pronosticar los resultados de esta investigación. Estos datos recopilados y los recursos de la empresa servirán para desarrollar diversas simulaciones y obtener recomendaciones de mejora.

- **Descriptivo:** Este trabajo de investigación es descriptivo porque se utilizaron fuentes bibliográficas para profundizar el estudio del tema. Las fuentes bibliográficas utilizadas provienen de libros, internet y otros estudios de investigación similares, y son no experimentales, ya que el estudio no somete a otros estudios a las variables para evaluar su impacto y no se aplica ningún tipo de procedimiento sobre estas, es decir no hay ninguna alteración en las variables. En todos los aspectos que se emplearon se describieron y analizaron con el fin de sugerir acciones que la empresa pueda adoptar en el futuro.

Instrumentos para la recolección de información:

Para el desarrollo de este estudio se utilizó la herramienta de entrevista para recolectar información de fuentes primarias, obteniendo así información sobre las limitaciones y posibilidades de mejorar el modelo actual del proceso de atención de ordenes de pedido, el segundo instrumento de recolección fue la toma de tiempos para la comprobación de los datos proporcionados por la empresa.

4.4.2 Simulación de sistemas

La simulación de sistemas es una de las técnicas de la investigación operativa que según Shanon (1988) se define de la siguiente manera:

> "Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema".

Etapas de un sistema de simulación

1. **Planteamiento del problema y preparación del estudio:** Cada estudio debe comenzar con una declaración clara de los objetivos generales del estudio y las preguntas específicas que se abordarán. Si no empieza de esta manera, hay pocas probabilidades de un resultado con éxito. El estudio completo debe prepararse de acuerdo a la cantidad de personas, el costo y el tiempo necesario para cada punto de vista del estudio.

2. **Recopilación de datos e identificación del modelo:** La información y los datos deben extraerse del sistema en estudio, en el caso los haya, y debe usarse para determinar los procedimientos operativos y también determinar las distribuciones de probabilidad de las variables aleatorias utilizadas en el modelo. Por ejemplo, para realizar un modelado de una entidad hospitalaria, se puede recopilar información del tiempo entre las entradas de los pacientes y el tiempo de servicio de atención y utilizar estos datos para determinar la distribución del tiempo entre las entradas de los pacientes y el tiempo de servicio de atención que se utilizará en el modelo. También se puede recolectar los datos sobre el rendimiento del sistema, como los retrasos en las colas de los pacientes del hospital, deben recopilarse para su validación en etapas posteriores. Mamani, N. (2004)

3. **Comprobación:** Aunque la comprobación es imprescindible durante el estudio de investigación de simulación, hay ciertos puntos en el estudio donde la comprobación es particularmente apropiada y necesaria. En el modelado es útil reunir a las personas que saben cómo funciona el sistema actual y los que deben tomar decisiones regularmente como los jefes y/o todas las personas que participan en el sistema estudiado. Así se incrementará la validez del modelo y la credibilidad.

4. **Construcción de un programa automatizado:** En esta etapa el diseñador del modelado es quien decide si se programará el modelo realizado en un lenguaje de propósito general, o en un lenguaje de simulación exclusivamente diseñado para su caso. Luego se procede a verificar el programa, es decir validar que no se produzcan errores en las corridas.

5. **Ejecuciones de prueba:** Las primeras ejecuciones se realizan con fines únicamente de validación. Estas ejecuciones de pruebas se realizan con resultados conocidos para comprobar si el modelo está programado correctamente y confirmar los resultados de la simulación con la data real, es decir con el sistema real.

6. **Validación:** Luego de realizar las corridas de prueba, las misma que pueden ser usadas para verificar la sensibilidad de los resultados del modelo a pequeños cambios en los parámetros de entrada. En caso de que los resultados varíen significativamente, es necesario tener un mejor cálculo en los parámetros de entrada. Por otro lado, si existe un sistema similar al sistema de interés, los datos de salidas, es decir los resultados, se pueden comparar con aquellos datos del sistema real. Si los datos concuerdan, el modelo es válido y ya puede ser modificado de manera que represente el sistema que se desea proponer, siempre en cuando esta modificación no traigo consigo gastos mayores.

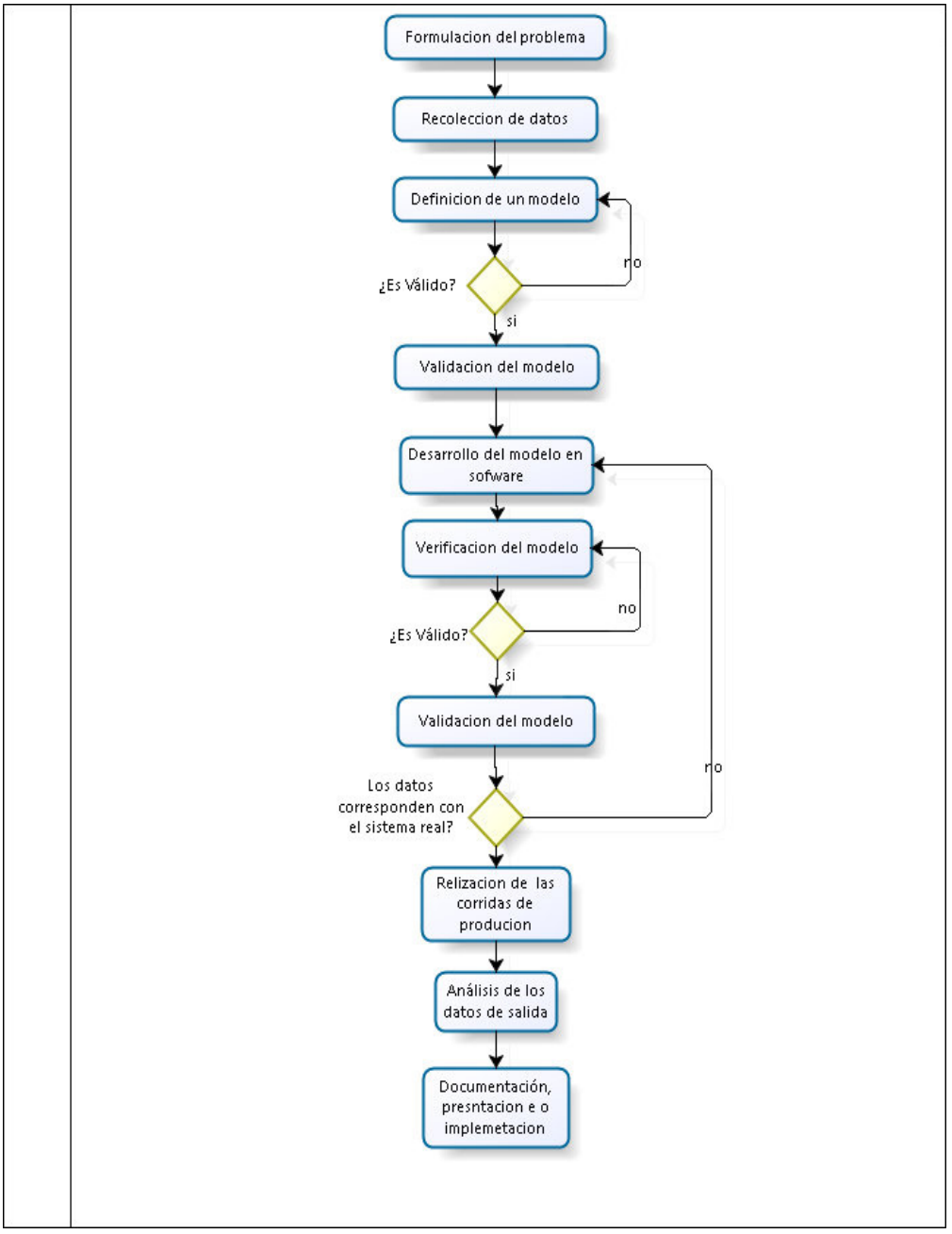
7. **Ejecución de las corridas de producción:** Las corridas de producción son realizadas para proporcionar datos de rendimiento del sistema deseado.

8. **Análisis de los datos de salida:** Para analizar los datos de salida se utilizan técnicas estadísticas, esto con el fin de analizar los datos que son devueltos tras las corridas de producción. Construir un intervalo de confianza es uno de los objetivos más usados para una medida de rendimiento del sistema diseñado y para decidir qué sistema es más óptimo en cuestiones de rendimiento.

9. **Registro e implementación de resultados:** Dado que los modelos de simulación se usan generalmente para aplicarlo en más de una oportunidad, es importante documentar y registrar los supuestos o diversas versiones realizadas en el modelo, así como la programación del diseño en el software que se está usando. Al final, un estudio de simulación en los cuales los resultados nunca se han realizado probablemente nos devuelva datos erróneos. Además, es más alta la probabilidad de que se usen los modelos que tengan resultados más acertado

Ilustración 6.

Diagrama de Flujo del proceso de simulación



Condiciones para utilizar la simulación

La primera muestra que nos indica la necesidad de usar la simulación es la aleatoriedad. Es decir, cuando existe incertidumbre tanto en variables externas (por ejemplo, demanda, clima, etcétera) como internas (tiempos de proceso, fallas de equipos, etc.), y ésta influye de manera crucial en el desempeño del sistema, es requerido utilizar una simulación para la modelación del sistema. Halcaretgaray (2018)

Descripción general de modelos y simulación

- ✓ **El sistema:** Un sistema puede estar definido como un grupo de elementos unidos por relaciones interdependientes. En relación con los sistemas productivos estos elementos generalmente tienen un objetivo en común. Los componentes u objetos que vienen formando parte del sistema se les conoce como entidades, por ejemplo: una lavadora está compuesta por una bomba de drenaje, un motor, una tarjeta de potencia, un panel de control, etc. Estas entidades poseen propiedades denominadas atributos, por ejemplo: la potencia del motor, el volumen de la bomba de drenaje y se relacionan entre sí a través de diversas relaciones o funciones. Estas relaciones pueden ser: Estáticas o estructurales: una lavadora posee una sola bomba de drenaje. Dinámicas o funcionales: una lavadora consume agua al encender el motor.

Según su naturaleza Kelton (1991), los sistemas se clasifican en:

- **Determinísticos:** Es determinístico cuando el sistema no contiene ningún objeto o componente aleatorio. En este tipo de sistema, las variables de salidas quedan exactamente determinadas al ingresar las variables de entrada y los parámetros que sean necesarios para el sistema.

- **Estocástico:** Es un sistema estocástico siempre en cuando algún elemento del sistema tiene un comportamiento aleatorio. Es por eso que por más que las variables de entradas sean conocidas no se puede tener la certeza de obtener las variables de salida. Por ejemplo, un sistema estocástico podría notarse en un juego de la ruleta donde se realiza una misma acción (girar la palanca) se obtiene un resultado incierto en este caso ganar o perder.

- **Continuo:** Se tiene un sistema continuo siempre en cuando las relaciones funcionales entre las variables del sistema sólo permitan que el estado del sistema evolucione en el tiempo en forma continua, y para esto sólo basta que una variable evolucione continuamente.

- **Discreto:** Se tiene un sistema discreto siempre en cuando las relaciones funcionales del sistema sólo permiten que el estado varíe en un número finito de veces, en diferentes puntos temporales. Las causas de los cambios de estados que se generan se denominan eventos.

✓ **Estado de un sistema:** El estado de un sistema se define por los valores que tienen sus propiedades más relevantes en el preciso momento en el que son observados.

Modelación

El Modelado es el proceso de construcción de un modelo. La modelación es la imagen de un objeto, sistema, o idea. El propósito de un modelo ayudar a entender un sistema o mejorarlo. Shanon (1988).

El modelado es un arte y presenta reglas para desarrollarlo, además tiene una utilidad limitada y sirve como sugerencia para guiar los objetivos. El proceso de modelado incluye la capacidad de analizar un problema, resumir sus características básicas, elegir si modificar

los supuestos básicos que caracterizan el sistema, para luego enriquecer y desarrollar el modelo hasta obtener una aproximación óptima.

Por lo regular, simplificar un modelo implica convertir variables en constantes, eliminar o combinar variables, agregar restricciones y ponerle límites al sistema. Por otro lado, para enriquecer el modelo, se procede de la forma contraria, durante el proceso de modelado se debe alcanzar un equilibrio entre el nivel de los detalles y el riesgo de tener un nivel bajo aproximación. El modelo ideal, es el modelo más simple que puede tener como resultado un alto nivel de exactitud.

Un modelo debe ser fácil de entender para el usuario, bien direccionado a los objetivos, y debe ser sencillo para la comunicación con el usuario.

Para desarrollar un modelado debemos identificar los siguientes conceptos:

- **Evento:** Un evento es un acontecimiento que se realiza en un tiempo determinado y puede cambiar el estado de un sistema. Por ejemplo, algunos eventos en una simulación podría ser la entrada o salida de un objeto, en este estudio de investigación los eventos son las entradas y salidas de las órdenes de pedido.

- **Entidad:** Una entidad se describe como un objeto que realiza una función específica en el sistema y que provoca cambios en las variables, además pueden ser afectados por otras entidades. Una entidad puede ser de dos tipos, dinámica o estática; la entidad dinámica es la que se desplaza por el sistema, mientras que la estática es la entidad que no se mueve por el sistema, para el trabajo de investigación es la empresa la entidad.

- **Recurso:** Un recurso es una entidad estática que brinda un servicio a las entidades dinámicas en el modelo, generalmente representa a un personal o una maquinaria, para este estudio el recurso son las personas que trabajan en la empresa.

- **Atributo**: Se refiere a la propiedad que tiene una entidad. Es de suma importancia señalar que, si bien la mayoría de las entidades presentan atributos, los atributos podría tener diversos valores dependiendo cada entidad del sistema. Adicionalmente cada entidad puede ser distinguido por uno o más atributos.

4.5. Procedimientos

En este trabajo de investigación se utilizaron los siguientes pasos para aplicar la simulación:

1. Analizar el comportamiento del sistema real.

2. Analizar los tiempos de atención por área e identificar cuello de botella.

3. Verificación de la base de datos.

4. Corroborar información de datos con el INPUT ANALYZER, para ver el tipo de distribución.

5. Definir escenarios alternativos y restringir límites.

6. Determinar el modelo de simulación.

7. Realizar el modelo en el software ARENA.

8. Validación del modelo.

9. Realizar las corridas con diversos escenarios.

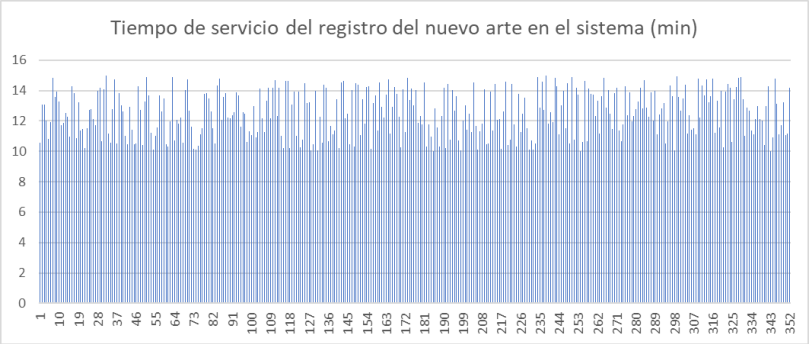
10. Analizar los datos arrojados por el programa.

1. Analizar el comportamiento del sistema real

Se realizó un análisis del comportamiento del sistema real, obteniendo la siguiente información.

Ilustración 7

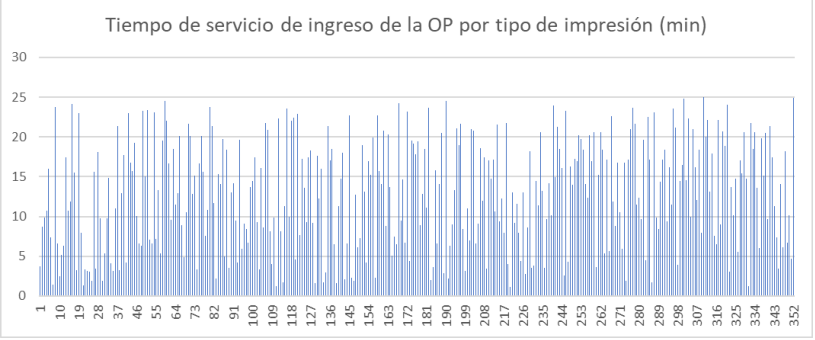
Tiempos de servicio del registro del nuevo arte en el sistema de una OP en COMERCIAL.



Para el tiempo de servicio del registro del nuevo arte en el sistema de una OP, como resultado tenemos en promedio es de 12 minutos.

Ilustración 8

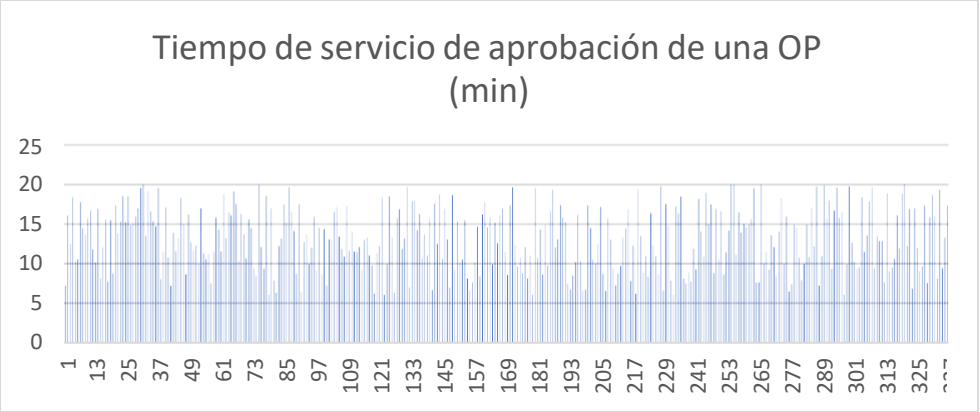
Tiempos de servicio del ingreso de una OP por tipo de impresión en DISEÑO Y DESARROLLO



Para el tiempo de servicio del ingreso de una OP por tipo de impresión, como resultado tenemos en promedio en el ingreso de un OP es de 18 minutos.

Ilustración 9

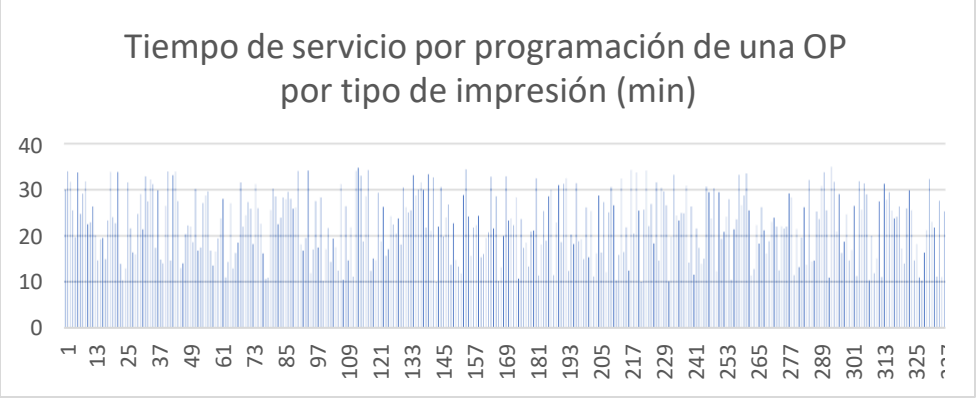
Tiempos de servicio la aprobación de un OP por tipo de impresión en DISEÑO Y DESARROLLO



Para el tiempo de servicio de aprobación una OP por tipo de impresión, como resultado tenemos en promedio es de 13 minutos.

Ilustración 10

Tiempos de servicio la programación de un OP por tipo de impresión en PLANEAMIENTO



Para el tiempo de servicio de programación una OP por tipo de impresión, como resultado tenemos en promedio es de 22 minutos.

2. Analizar los tiempos de atención por área e identificar cuello de botella

Se realizó la toma de tiempos para determinar qué área es la que tiene más tiempo de atención.

Ilustración 11

Tiempos de demora por área en minutos.

Áreas	Comercial	Diseño y Desarrollo	Planeamiento
Tiempo (min)	230	40	67

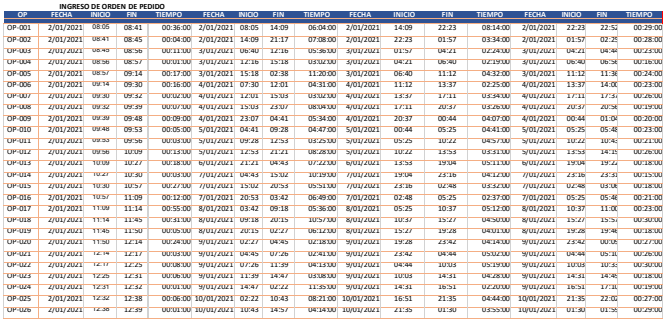
Analizando la información, el área que demora más tiempo es el área de Comercial con 230 minutos en promedio, seguido por el área de Planeamiento con 67 minutos en promedio y por último quien tiene menos demora es el área de Diseño y Desarrollo con 40 minutos en promedio.

2. Verificación de la base de datos

Se conversó con el encargado de área de cada proceso por parte de comercial, el ejecutivo comercial, por parte del área de diseño y desarrollo, el diseñador, por parte del área de planificación, con el analista de planeamiento y mediante el método de la observación se midieron los tiempos en cada proceso, además se comparó con la base de datos que se tiene de los tiempos de atención por procesos.

Ilustración 12

Base de datos proporcionado por la empresa.



INGRESO DE ORDEN DE PEDIDO

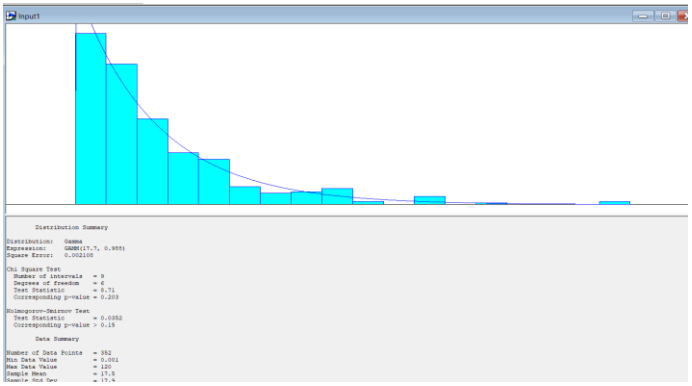
OP	FECHA	INICIO	FIN	TIEMPO	FECHA	INICIO	FIN	TIEMPO	FECHA	INICIO	FIN	TIEMPO	FECHA	INICIO	FIN	TIEMPO
OP-001	2/01/2021	08:05	08:41	00:36:00	2/01/2021	08:05	14:09	06:04:00	2/01/2021	14:09	22:23	08:14:00	2/01/2021	22:23	22:52	00:29:00
OP-002	2/01/2021	08:41	08:45	00:04:00	2/01/2021	14:09	21:17	07:08:00	2/01/2021	22:23	01:57	03:34:00	2/01/2021	01:57	02:25	00:28:00
OP-003	2/01/2021	08:45	08:56	00:11:00	3/01/2021	06:40	12:16	05:36:00	3/01/2021	01:57	04:21	02:24:00	3/01/2021	04:21	04:44	00:23:00
OP-004	2/01/2021	08:56	08:57	00:01:00	3/01/2021	12:16	15:18	03:02:00	3/01/2021	04:21	06:40	02:19:00	3/01/2021	06:40	06:56	00:16:00
OP-005	2/01/2021	08:57	09:14	00:17:00	3/01/2021	15:18	02:38	11:20:00	3/01/2021	06:40	11:12	04:32:00	3/01/2021	11:12	11:36	00:24:00
OP-006	2/01/2021	09:14	09:30	00:16:00	4/01/2021	07:30	12:01	04:31:00	4/01/2021	11:12	13:37	02:25:00	4/01/2021	13:37	14:00	00:23:00
OP-007	2/01/2021	09:30	09:32	00:02:00	4/01/2021	12:01	15:03	03:02:00	4/01/2021	13:37	17:11	03:34:00	4/01/2021	17:11	17:37	00:26:00
OP-008	2/01/2021	09:32	09:39	00:07:00	4/01/2021	15:03	23:07	08:04:00	4/01/2021	17:11	20:37	03:26:00	4/01/2021	20:37	20:56	00:19:00
OP-009	2/01/2021	09:39	09:48	00:09:00	4/01/2021	23:07	04:41	05:34:00	4/01/2021	20:37	00:44	04:07:00	4/01/2021	00:44	01:04	00:20:00
OP-010	2/01/2021	09:48	09:53	00:05:00	5/01/2021	04:41	09:28	04:47:00	5/01/2021	00:44	05:25	04:41:00	5/01/2021	05:25	05:48	00:23:00
OP-011	2/01/2021	09:53	09:56	00:03:00	5/01/2021	09:28	12:53	03:25:00	5/01/2021	05:25	10:22	04:57:00	5/01/2021	10:22	10:43	00:21:00
OP-012	2/01/2021	09:56	10:09	00:13:00	5/01/2021	12:53	21:21	08:28:00	5/01/2021	10:22	13:53	03:31:00	5/01/2021	13:53	14:19	00:26:00
OP-013	2/01/2021	10:09	10:27	00:18:00	6/01/2021	21:21	04:43	07:22:00	6/01/2021	13:53	19:04	05:11:00	6/01/2021	19:04	19:22	00:18:00
OP-014	2/01/2021	10:27	10:30	00:03:00	7/01/2021	04:43	15:02	10:19:00	7/01/2021	19:04	23:16	04:12:00	7/01/2021	23:16	23:31	00:15:00
OP-015	2/01/2021	10:30	10:57	00:27:00	7/01/2021	15:02	20:53	05:51:00	7/01/2021	23:16	02:48	03:32:00	7/01/2021	02:48	03:06	00:18:00
OP-016	2/01/2021	10:57	11:09	00:12:00	7/01/2021	20:53	03:42	06:49:00	7/01/2021	02:48	05:25	02:37:00	7/01/2021	05:25	05:46	00:21:00
OP-017	2/01/2021	11:09	11:14	00:55:00	8/01/2021	03:42	09:18	05:36:00	8/01/2021	05:25	10:37	05:12:00	8/01/2021	10:37	11:00	00:23:00
OP-018	2/01/2021	11:14	11:45	00:31:00	8/01/2021	09:18	20:15	10:57:00	8/01/2021	10:37	15:27	04:50:00	8/01/2021	15:27	15:53	00:26:00
OP-019	2/01/2021	11:45	11:50	00:05:00	8/01/2021	20:15	02:27	06:12:00	8/01/2021	15:27	19:28	04:01:00	8/01/2021	19:28	19:46	00:18:00
OP-020	2/01/2021	11:50	12:14	00:24:00	9/01/2021	02:27	04:45	02:18:00	9/01/2021	19:28	23:42	04:14:00	9/01/2021	23:42	00:08	00:27:00
OP-021	2/01/2021	12:14	12:17	00:03:00	9/01/2021	04:45	07:26	02:41:00	9/01/2021	23:42	04:44	05:02:00	9/01/2021	04:44	05:10	00:26:00
OP-022	2/01/2021	12:17	12:25	00:08:00	9/01/2021	07:26	11:39	04:13:00	9/01/2021	04:44	10:03	05:19:00	9/01/2021	10:03	10:33	00:30:00
OP-023	2/01/2021	12:25	12:31	00:06:00	9/01/2021	11:39	14:47	03:08:00	9/01/2021	10:03	14:31	04:28:00	9/01/2021	14:31	14:49	00:18:00
OP-024	2/01/2021	12:31	12:32	00:01:00	9/01/2021	14:47	02:22	11:35:00	9/01/2021	14:31	16:51	02:20:00	9/01/2021	16:51	17:10	00:19:00
OP-025	2/01/2021	12:32	12:38	00:06:00	10/01/2021	02:22	10:43	08:21:00	10/01/2021	16:51	21:35	04:44:00	10/01/2021	21:35	22:02	00:27:00
OP-026	2/01/2021	12:38	12:39	00:01:00	10/01/2021	10:43	14:57	04:14:00	10/01/2021	21:35	01:30	03:55:00	10/01/2021	01:30	01:59	00:29:00

4. Corroborar información de datos con el INPUT ANALYZER, para ver el tipo de distribución.

Para verificar la distribución, lo que hacemos es limpiar la base de datos y revisar realizar las pruebas del chi- cuadrado nos apoyaremos con la herramienta INPUT ANALYZER para validar los tipos de distribuciones:

Ilustración 13

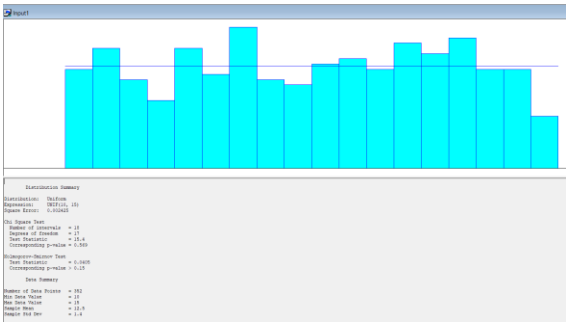
Tiempo entre llegadas de órdenes de pedido



El tiempo entre llegadas de pedidos sigue una distribución exponencial con una media de 18 minutos.

Ilustración 14

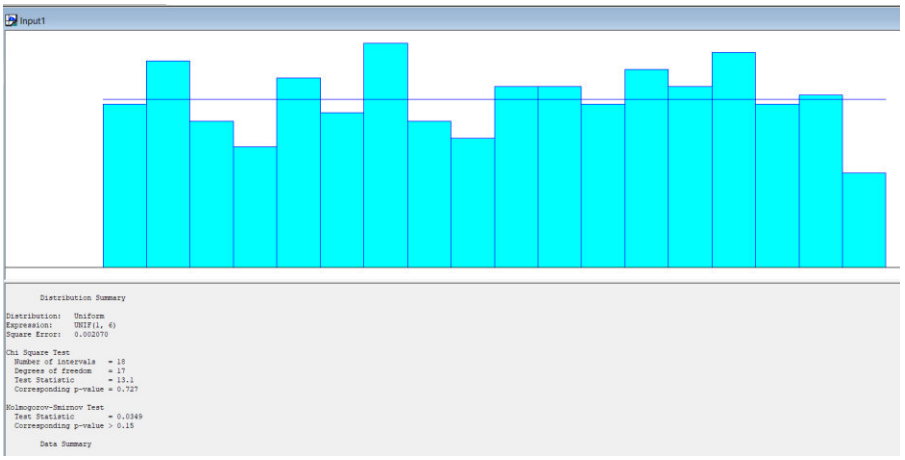
Tiempo de registro del arte nuevo en el sistema



El tiempo de registro del arte nuevo en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 5 y rango máximo 10 minutos.

Ilustración 15

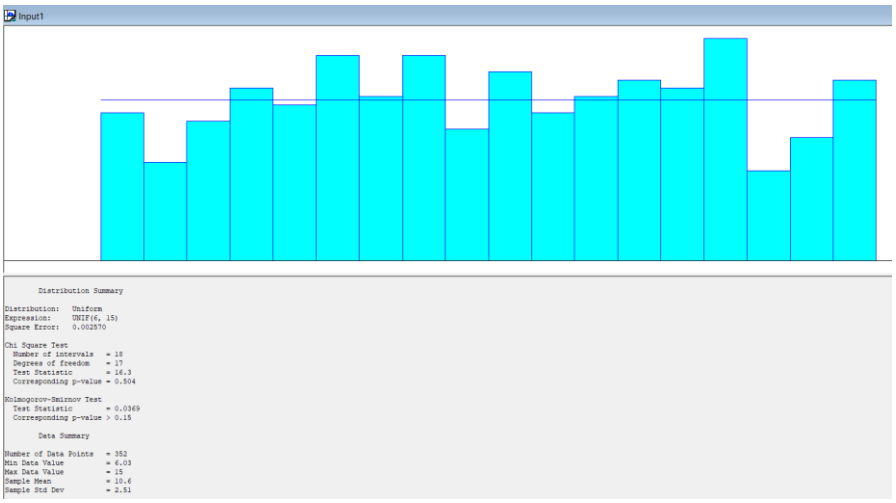
Tiempo de ingreso de pedidos monocromía



El tiempo de ingreso de pedido monocromía en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 1 y rango máximo 6 minutos

Ilustración 16

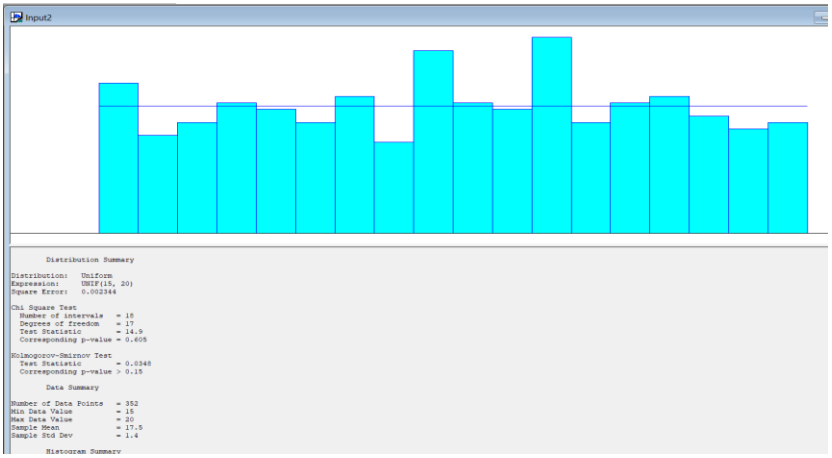
Tiempo de ingreso de pedido cuatricromía 4 colores



El tiempo de ingreso de pedido monocromía en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 6 y rango máximo 15 minutos.

Ilustración 17

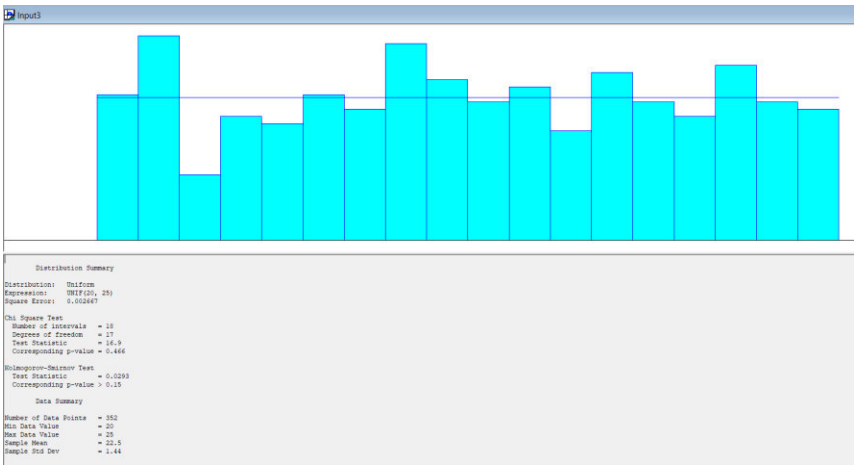
Tiempo de ingreso de pedido cuatricromía 6 colores



El tiempo de ingreso de pedido cuatricromía 6 colores en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 15 y rango máximo 20 minutos.

Ilustración 18

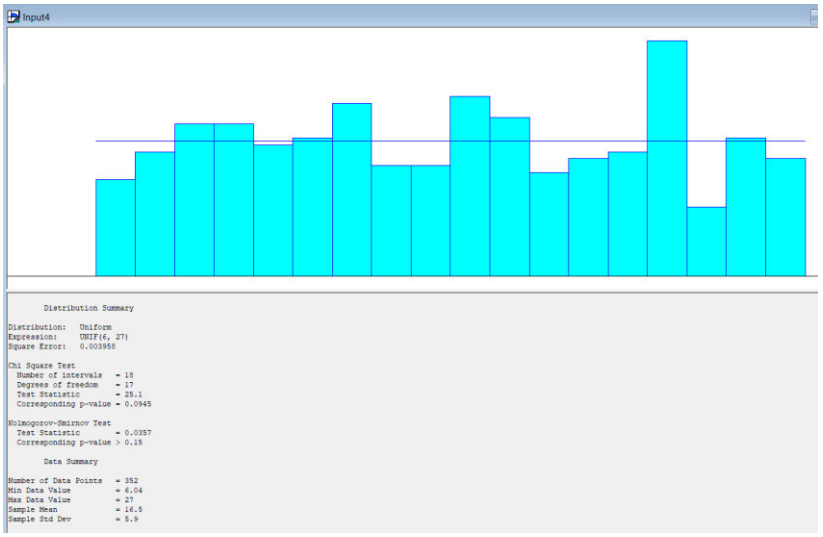
Tiempo de ingreso de pedido cuatricromía 12 colores



El tiempo de ingreso de pedido cuatricromía 12 colores en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 20 y rango máximo 25 minutos.

Ilustración 19

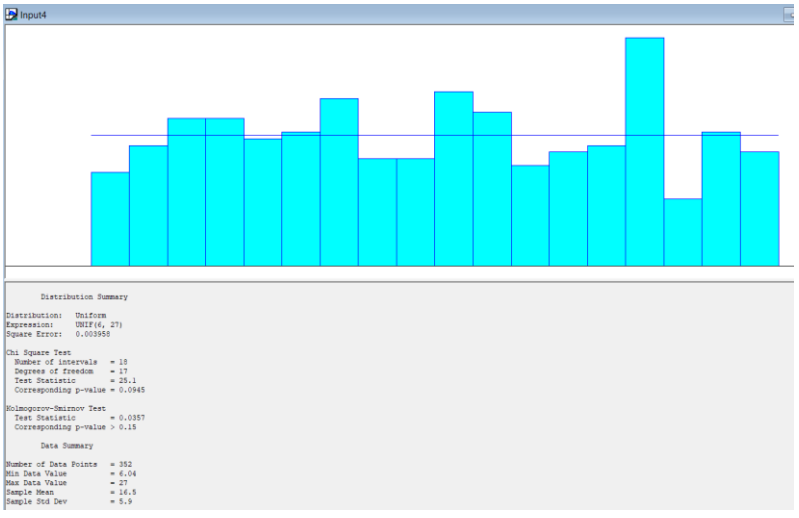
Tiempo de ingreso de pedido cuatricromía 12 colores



El tiempo de ingreso de pedido cuatricromía 12 colores en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 20 y rango máximo 25 minutos.

Ilustración 20

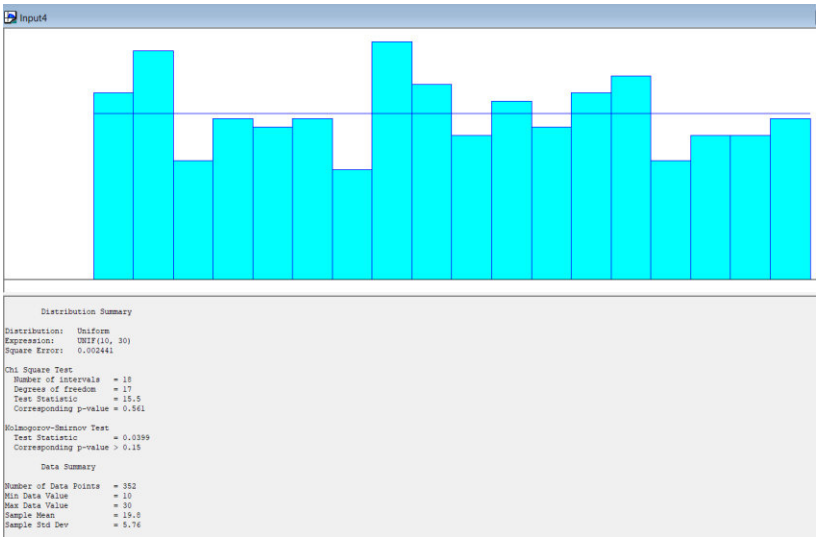
Tiempo de servicio de aprobación de pedidos.



El tiempo de servicio de aprobación de pedidos en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 6 y rango máximo 27 minutos.

Ilustración 21

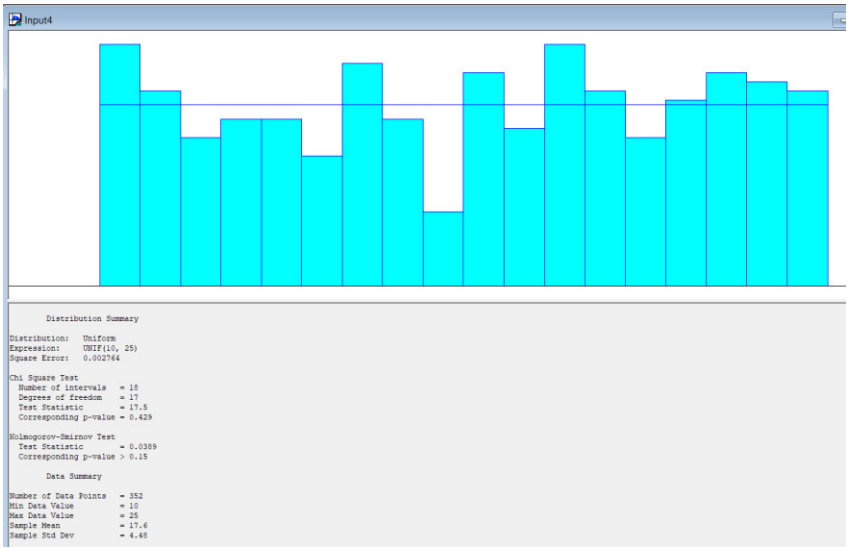
Tiempo de programación de pedido monocromía.



El tiempo de programación de pedido monocromía en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 10 y rango máximo 30 minutos.

Ilustración 22

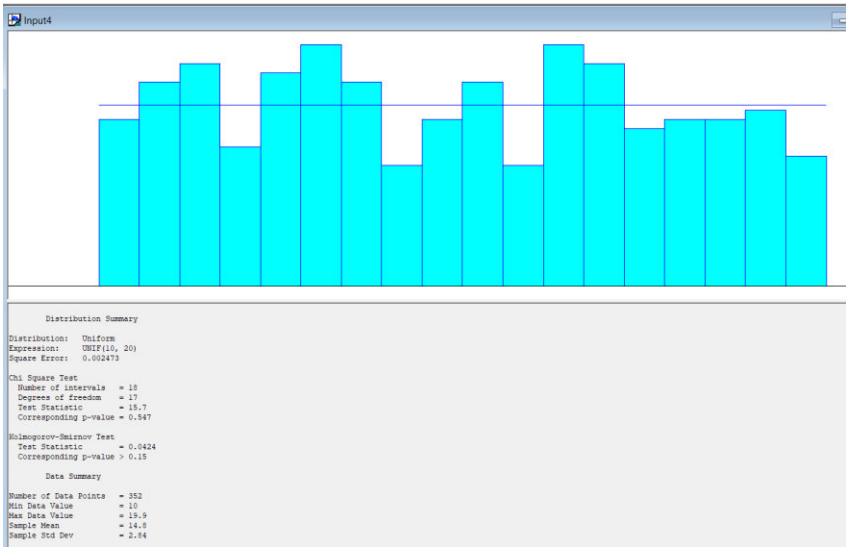
Tiempo de programación de pedido cuatricromía 4 colores.



El tiempo de programación de pedido cuatricromía 4 colores en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 10 y rango máximo 25 minutos.

Ilustración 23

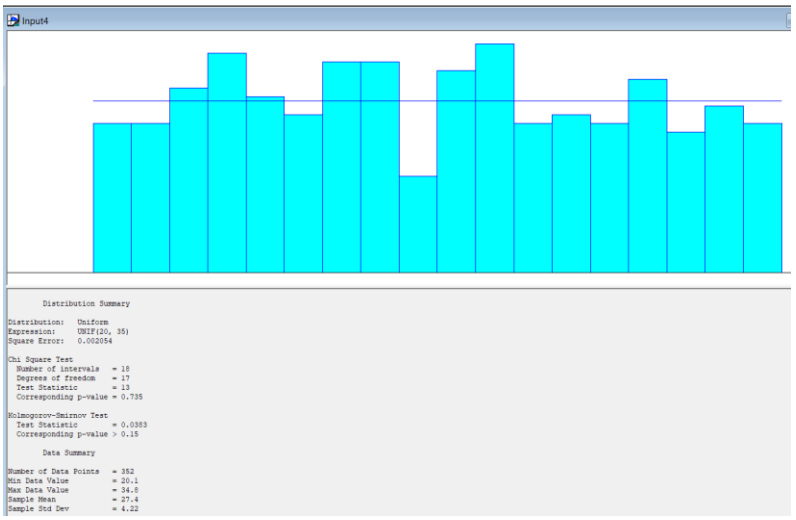
Tiempo de programación de pedido cuatricromía 6 colores.



El tiempo de programación de pedido cuatricromía 6 colores en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 10 y rango máximo 20 minutos.

Ilustración 24

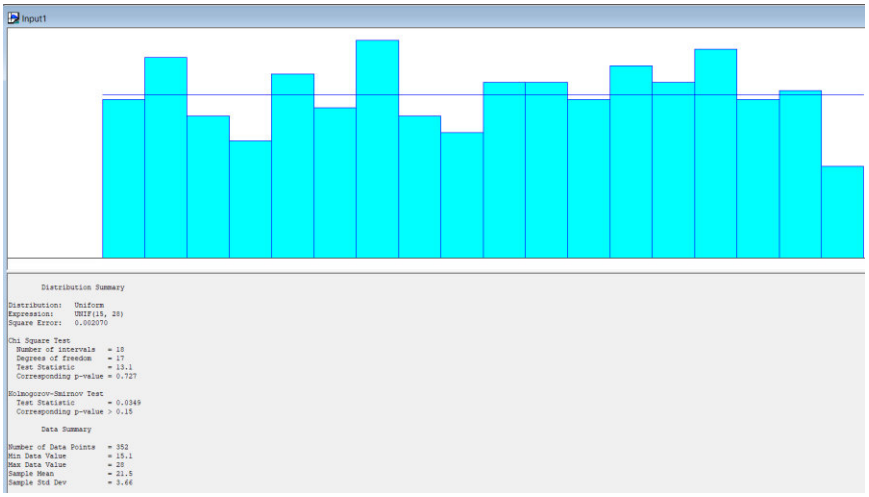
Tiempo de programación de pedido cuatricromía 12 colores.



El tiempo de programación de pedido cuatricromía 12 colores en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 20 y rango máximo 35 minutos.

Ilustración 25

Tiempo de registro de programación.



El tiempo del registro de programación de pedidos en el sistema sigue una distribución uniforme con rango mínimo 15 y rango máximo 28 minutos.

5. Definir escenarios alternativos

Según la entrevista realizada con el gerente de operaciones de la empresa, se cuenta con el presupuesto de incorporar sólo hasta una persona adicional a la empresa como máximo, por esto, se plantean los siguientes escenarios.

Ilustración 26

Situación actual y escenarios planteados

Escenarios	Número de servidores asignados en comercial	Número de servidores en Diseño y Desarrollo	Número de servidores de Planificación
Situación Actual	1	1	1
Escenario 1	2	1	1
Escenario 2	1	2	1
Escenario 3	1	1	2

6. Determinar el modelo de simulación

Para determinar el modelo de simulación en esta investigación, se toma en cuenta el tiempo de espera, tiempo de servicio, tiempo total en el sistema, con esto se realizará un

modelo del escenario actual, planteando un nuevo escenario óptimo que ayude a mejorar el tiempo de operación para el proceso de impresión.

- **Área de Estudio**

Esta investigación se desarrolló específicamente en el área de impresión, iniciando con los análisis de los tiempos de servicio para el proceso de impresión en la empresa IBEROPLAST SAC, para esto se recolectaron los datos de un periodo de 6 meses:

Inicio: 01 enero 2021

Finalizado: 30 junio 2021

Cabe mencionar que para este análisis se usó toda la información obtenida como las entrevistas con el encargado de comercial, encargado de diseño y desarrollo y encargado de planificación, estudios de tiempos por la duración del periodo del primer semestre del año, así como la base de datos del primer semestre del año, lo cual influyo bastante en la semejanza a la realidad de nuestro modelo de simulación.

- **Técnicas**

Entrevistas con el personal que labora en el sistema: Se realizaron entrevistas con el personal del proceso de comercial, del área de diseño y desarrollo y el área de planificación, con el fin de poder obtener estadísticas de los tiempos que se toma en desarrollarse los pedidos para el proceso de impresión.

Estudios de tiempo: Se realizaron estudios de tiempo para instaurar herramientas estadísticas como apoyo de los tiempos estimados.

Observación: Se utilizó el método de la observación para corroborar los datos de la empresa, se observó todo el proceso de atención de órdenes de pedidos con impresión.

Software especializado: El software Arena será usado para la simulación del escenario actual y los escenarios propuestos, para detectar el escenario más óptimo.

- **Población y Muestra**

Población: La población de estudio son todas las órdenes de pedido que se encontraron desde el año pasado, ya que la empresa cuenta con una política de sólo guardar documentación de un año atrás máximo.

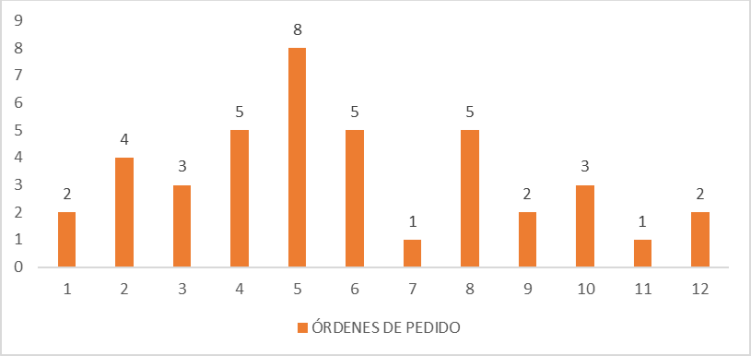
Muestra: La muestra estudiada son los órdenes de pedidos guardadas desde enero 2021 hasta junio 2021, esto con el fin de realizar un estudio de la demanda promedio de todo un semestre.

Llegada de pedidos por hora promedio en un día promedio

Para esto se revisó los datos de la empresa de seis meses y se obtuvo lo siguiente en un día promedio de 12 horas.

Ilustración 27

Cantidad de órdenes de pedidos (eje Y) por horas (eje X)



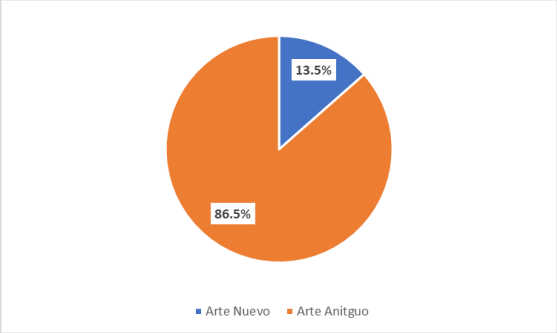
En promedio se tiene 43 pedidos por día

Tipo de impresión:

Se tiene dos tipos de artes para una orden de pedido, arte nuevo es un diseño que no tiene ningún registro en el historial de la empresa, un arte antiguo son diseños que cuentan con historial dentro de la empresa, es decir ya se ha realizado esta impresión antes.

Ilustración 28

Porcentaje de pedidos con artes nuevos y artes antiguos.



De 352 observaciones 48 fueron pedidos con artes nuevas y 304 fueron pedidos con arte antiguo, con un porcentaje de 13.5 % y 86.5% respectivamente.

Tipo de ingreso de pedido según complejidad de impresión.

Ilustración 29

Porcentaje de ingreso de pedidos según la cantidad de colores

Ingreso de Monocromia	**70**	**20%**
Ingreso de Cuatricomia 4 colores	88	**25%**
Ingreso de Cuatricomia 6 colores	99	**28%**
Ingreso de Cuatricomia 12 colores	95	**27%**
N° de observaciones	352	**100%**

De 352 observaciones 70 fueron pedidos monocromía, 88 fueron pedidos cuatricromía 4 colores, 99 fueron pedidos cuatricromía 6 colores y 95 fueron pedidos cuatricromía 12 colores, con un porcentaje de 20 %, 25%,28%,27% respectivamente.

Tipo de Programación de según complejidad.

Ilustración 29

Porcentaje de programación de pedidos según cantidad de colores:

De 352 observaciones 176 fueron programados pedidos monocromía, 84 fueron programados pedidos cuatricromía 4 colores, 56 fueron programados pedidos cuatricromía 6 colores y 35 fueron pedidos cuatricromía 12 colores, con un porcentaje de 50 %, 24%,16%,10% respectivamente.

Tiempo de servicio de atención de servidores

El tiempo de servicio por atención se determinó analizando la base de datos, así mismo se revisó el tiempo promedio:

Ilustración 30

Tiempos de servicio por proceso.

Áreas	Proceso	Tipo	Tiempo Prom
Comercial	Para el registro del arte nuevo en el sistema		10 a 15 minutos
Comercial	Para el ingreso de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Monocromia	1 a 6 minutos
Comercial	Para el ingreso de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Cuatricomia 4 colores	6 a 15 minutos
Comercial	Para el ingreso de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Cuatricomia 6 colores	15 a 20 minutos
Comercial	Para el ingreso de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Cuatricomia 12 colores	20 a 25 minutos
Comercial	Registro de la programación		15 a 28 minutos
Diseño y Desarrollo	Para la aprobación de la OP		6 a 27 minutos
Planemiento	Para la programación de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Monocromia	10 a 30 minutos
Planemiento	Para la programación de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Cuatricomia 4 colores	10 a 25 minutos
Planemiento	Para la programación de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Cuatricomia 6 colores	10 a 20 minutos
Planemiento	Para la programación de la OP por tipo de complejidad de la impresión	Cuatricomia 12 colores	20 a 35 minutos

Luego mostraremos las distribuciones de probabilidad realizadas con la base de datos proporcionada por parte de la empresa, ya revisados en el software Input Analyzer.

Ilustración 31

Tipo de distribución por proceso.

Proceso	Tipo	Probabilidad	Tipo de Distribución	Minutos
Tiempo entre llegadas de pedido			Distribución Exponencial	18
Para el registro del arte nuevo en el sistema			Distribución Uniforme	10 a 15
Para el ingreso de la OP	Monocromia	20%	Distribución Uniforme	1 a 6
Para el ingreso de la OP	Cuatricomia 4 colores	35%	Distribución Uniforme	6 a 15
Para el ingreso de la OP	Cuatricomia 6 Colores	28%	Distribución Uniforme	15 a 20
Para el ingreso de la OP	Cuatricomia 12 colores	17%	Distribución Uniforme	20 a 25
Para la aprobación de la orden de pedido			Distribución Uniforme	6 a 27
Para la programación de impresión	Monocromia	50%	Distribución Uniforme	10 a 30
Para la programación de impresión	Cuatricomia 4 colores	24%	Distribución Uniforme	10 a 25
Para la programación de impresión	Cuatricomia 6 Colores	16%	Distribución Uniforme	10 a 20
Para la programación de impresión	Cuatricomia 12 colores	10%	Distribución Uniforme	20 a 35
Registro de la programación			Distribución Uniforme	15 a 28

Para el cálculo de número de corridas:

Para hallar el número de corridas en nuestro caso, usaremos los datos que fueron dados por la empresa IBEROPLAST SAC.

Validamos estos datos para demostrar que el modelo es realmente una expresión de la realidad a través del cálculo de la fórmula:

$$N = \left[\frac{\sigma * Z}{Error * X} \right]^2$$

Donde:

N: Número de corridas

Z =Estadístico normal estándar.

X= Promedio de la variable de respuesta.

σ = desviación estándar

Para el modelo a simular, sería:

Z= 1.95996398

σ = 2

p= 0.06882

Reemplazando en la fórmula:

$$N = \left[\frac{\sigma * Z}{Error * X} \right]^2 = 2160$$

7. Realizar el modelo en el software ARENA

Para una mayor comprensión describiremos el significado de cada término de simulación sobre nuestro trabajo de investigación:

Tiempos de arribo de órdenes de pedidos (OP)

Es el momento en el cual llegan los pedidos al área de comercial, esta orden de pedido es registrada por el responsable del área comercial, se ingresa el momento preciso en el que llega el pedido.

Complejidad para el ingreso de pedidos

El área de comercial revisa que tipo de impresión lleva según su complejidad o cantidad de colores y lo ingresa al sistema.

Tiempo de Servicio para la validación del tipo de Impresión

Tiempo que se demora el área comercial en revisar si es un arte nuevo o un arte antiguo.

Tiempo de Servicio para el ingreso de OP

Tiempo que se demora en ingresar una OP por el área comercial

Complejidad para la programación de pedidos

Se revisa que tipo de OP es para luego ser programado según su complejidad, esto lo realiza el área de programación.

Tiempo de servicio de la programación de pedidos

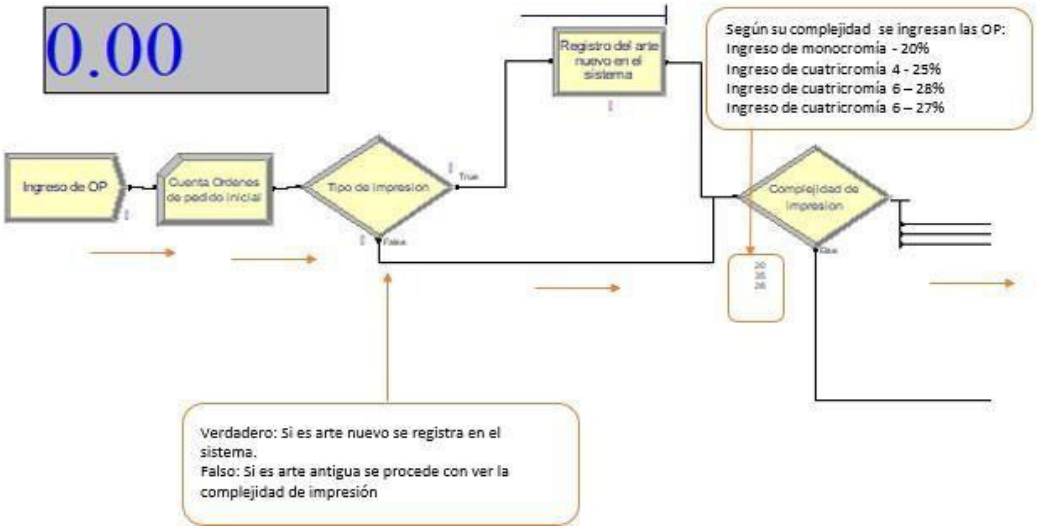
Es el tiempo que se demora en ser programada una OP por el área de planeamiento.

Tiempo de servicio del registro en el sistema

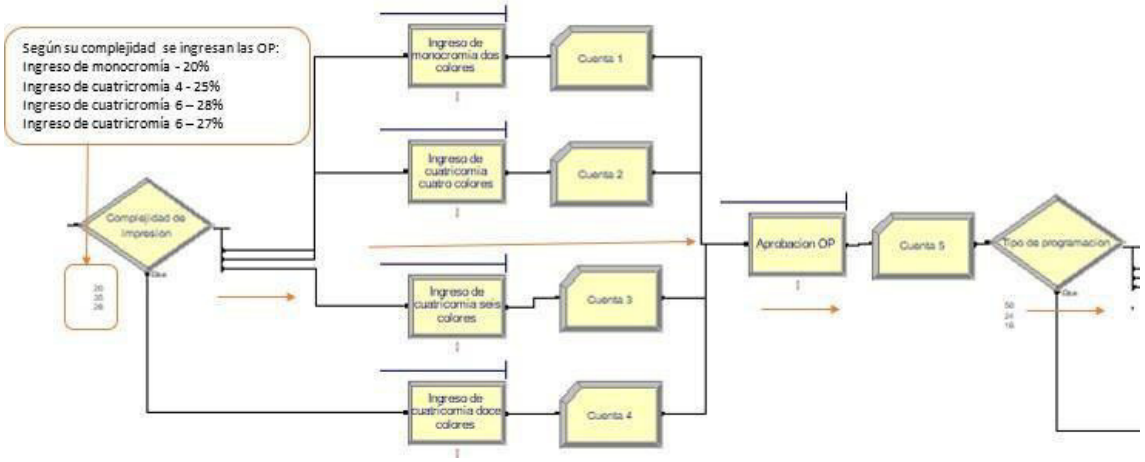
Tiempo que se demora en registrar la programación de la OP, y el responsable de este registro es el área comercial.

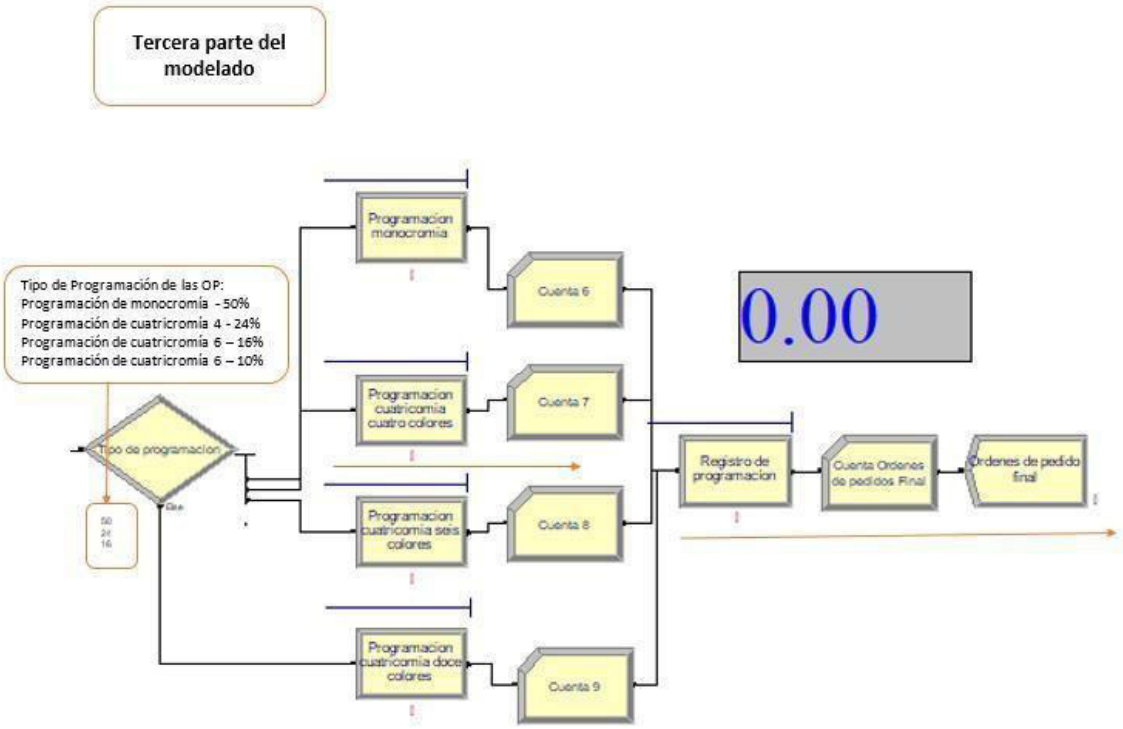
Modelado en el software ARENA

Primera parte del modelado



Segunda parte del modelado




Tercera parte del modelado
Tipo de Programación de las OP:
Programación de monocromía - 50%
Programación de cuatricromía 4 - 24%
Programación de cuatricromía 6 – 16%
Programación de cuatricromía 6 – 10%
Tipo de programacion
50
24
16
Programacion monocromia
Programacion cuatricromia cuatro colores
Programacion cuatricromia seis colores
Programacion cuatricromia doce colores
Cuenta 6
Cuenta 7
Cuenta 8
Cuenta 9
0.00
Registro de programacion
Cuenta Ordenes de pedidos Final
Ordenes de pedido final

8. Verificar si el modelo es válido

Para verificar si el modelo es válido debemos comprobar que sea similar a nuestra situación actual, entonces haremos la prueba de corrida.

A continuación, se presentan los resultados del software ARENA.

Situación Actual	Cantidad
Llegadas de OP por día	42
Minutos entre OP	18
Ingresan al sistema (OP)	42
Atendidos por el sistema	15

Cantidad de OP atendidos por procesos	
Llegada de la OP al sistema	42
Ingreso de OP monocromia	5
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	9
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	7
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	4
Aprobación de pedidos	25
Programación de OP monocria	12
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	6
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	4
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	2
Registro de OP final	15

Tiempo en cola por proceso en minutos	
Ingreso de arte nuevo al sistema	113
Ingreso de OP monocromia	117
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	118
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	**117**
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	112
Aprobación de pedidos	6
Programación de OP monocria	7
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	6
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	**7**
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	6
Registro de OP programado	128

Utilización de Recursos	
Comercial	**98%**
Diseño y Desarrollo	57%
Planificación	65%

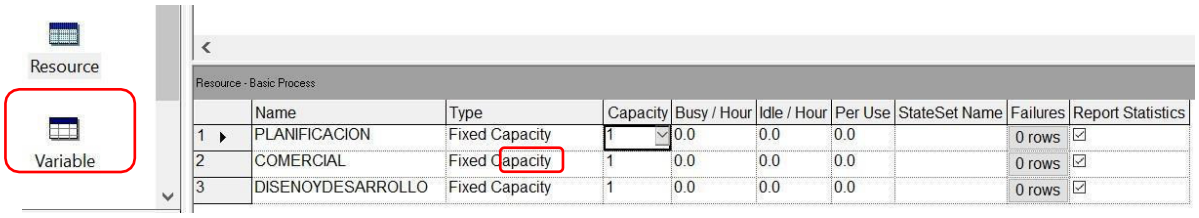
Con los resultados de la primera corrida, verificamos que nuestro sistema modelado es válido ya que coincide con nuestra realidad.

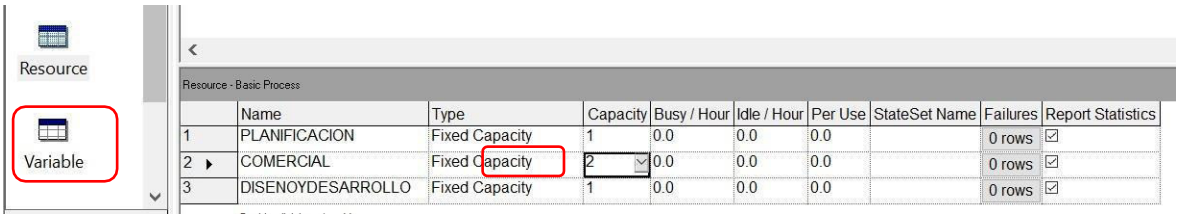
9. Realizando las pruebas de corrida

Aquí mostraremos los 3 escenarios:

Primer Escenario:

Aumentaremos 1 servidor más para el puesto de ejecutivo comercial:





Primer Escenario	Cantidad
Llegadas de OP por día	42
Minutos entre OP	18
Ingresan al sistema (OP)	42
Atendidos por el sistema	31

Cantidad de OP atendidos por procesos	
Llegada de la OP al sistema	42
Ingreso de OP monocromia	8
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	13
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	11
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	7
Aprobación de pedidos	35
Programación de OP monocria	16
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	7
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	5
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	3
Registro de OP final	31

Tiempo en cola por proceso en minutos	
Ingreso de arte nuevo al sistema	14
Ingreso de OP monocromia	16
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	15
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	**15**
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	14
Aprobación de pedidos	30
Programación de OP monocria	26
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	27
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	**26**
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	24
Registro de OP programado	14

Utilización de Recursos	
Comercial	**85%**
Diseño y Desarrollo	82%
Planificación	87%

Segundo Escenario:

Aumentaremos 1 servidor más para el puesto de Diseño y Desarrollo:

Segundo Escenario	Cantidad
Llegadas de OP por día	42
Minutos entre OP	18
Ingresan al sistema (OP)	42
Atendidos por el sistema	15

Cantidad de OP atendidos por procesos	
Llegada de la OP al sistema	42
Ingreso de OP monocromia	5
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	9
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	7
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	4
Aprobación de pedidos	26
Programación de OP monocria	12
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	5
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	4
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	2
Registro de OP final	15

Tiempo en cola por proceso en minutos	
Ingreso de arte nuevo al sistema	1
Ingreso de OP monocromia	1
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	1
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	**2**
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	1
Aprobación de pedidos	1
Programación de OP monocria	1
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	1
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	**1**
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	1
Registro de OP programado	4

Utilización de Recursos	
Comercial	**98%**
Diseño y Desarrollo	28%
Planificación	64%

Tercer Escenario:

Aumentaremos 1 servidor más para el puesto de Planificación:

Tercer Escenario	Cantidad
Llegadas de OP por día	42
Minutos entre OP	18
Ingresan al sistema (OP)	42
Atendidos por el sistema	15

Cantidad de OP atendidos por procesos	
Llegada de la OP al sistema	42
Ingreso de OP monocromia	5
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	9
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	7
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	4
Aprobación de pedidos	25
Programación de OP monocria	12
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	6
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	4
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	2
Registro de OP final	15

Tiempo en cola por proceso en minutos	
Ingreso de arte nuevo al sistema	113
Ingreso de OP monocromia	118
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	117
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	**119**
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	114
Aprobación de pedidos	6
Programación de OP monocria	1
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	1
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	**1**
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	1
Registro de OP programado	128

Utilización de Recursos	
Comercial	**98%**
Diseño y Desarrollo	57%
Planificación	33%

Ilustración 31

Cuadro comparativo de la situación actual vs los tres escenarios planteados.

	Situación Actual	1° Escenario	2° Escenario	3° Escenario
	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Llegadas de OP por día	42	42	42	42
Minutos entre OP	18	18	18	18
Ingresan al sistema (OP)	42	42	42	42
Atendidos por el sistema	15	31	15	15
Cantidad de OP atendidos por procesos				
Llegada de la OP al sistema	42	42	42	42
Ingreso de OP monocromia	5	8	5	5
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	9	13	9	9
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	7	11	7	7
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	4	7	4	4
Aprobación de pedidos	25	35	26	25
Programación de OP monocria	12	16	12	12
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	6	7	5	6
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	4	5	4	4
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	2	3	2	2
Registro de OP final	15	31	15	15
Tiempo en cola por proceso en minutos				
Ingreso de arte nuevo al sistema	113	14	1	113
Ingreso de OP monocromia	117	16	1	118
Ingreso de OP cuatrocomia 4 colores	118	15	1	117
Ingreso de OP cuatrocomia 6 colores	**117**	**15**	**2**	**119**
Ingreso de OP cuatrocomia 12 colores	112	14	1	114
Aprobación de pedidos	6	30	1	6
Programación de OP monocria	7	26	1	1
Programación de OP cuatrocomia 4 colores	6	27	1	1
Programación de OP cuatrocomia 6 colores	**7**	**26**	**1**	**1**
Programación de OP cuatrocomia 12 colores	6	24	1	1
Registro de OP programado	128	14	4	128
Utilización de Recursos				
Comercial	**98%**	**85%**	**98%**	**98%**
Diseño y Desarrollo	57%	82%	28%	57%
Planificación	65%	87%	64%	33%

10. Analizar los datos arrojados por el programa

La situación actual que se muestra en el cuadro comparativo se describe de la siguiente manera:

Cantidad de pedidos promedio que ingresa al sistema es de 42

Minutos entre OP (órdenes de pedido) al sistema es de 18 minutos, ya que se tiene un promedio de 45 pedidos por día, y llegan 4 pedios por hora en promedio (considerar que se trabaja 12 horas al día).

Ingresan al sistema: Se tiene que ingresan los 42 pedidos en promedio al sistema.

Atendidos por el sistema: Se tiene que se atienden sólo 15 pedidos al día, esto representa el 35% de las órdenes de pedidos ingresados, el resto se deja para el siguiente día. Esto coincide con la cantidad promedio que se registran en el sistema como programación de pedidos.

Cantidad de pedidos atendidos por procesos: Esto nos dice la cantidad de pedidos que pasaron por cada uno de los procesos, ingreso de una OP monocromía es de 5 unidades, ingreso de una OP cuatricromía 4 colores es de 9 unidades, ingreso de un OP cuatricromía 6 colores es de 7 unidades, ingreso de un OP cuatricromía 12 colores es de 4 unidades, cantidad de aprobación de pedidos es de 25 unidades, programación de un OP monocromía, cuatricromía 4 colores, cuatricromía 6 colores y cuatricromía 12 colores es de 12, 6, 4 y 2 respectivamente.

Tiempos en cola por proceso en minutos: Estos son los tiempos de espera en minutos por cada proceso que permanece una OP en cola, tenemos el ingreso de arte nuevo al sistema es de 113 minutos en cola, tiempo en cola de una OP monocromía en el sistema es de 117 minutos, tiempo en cola de una OP cuatricromía 4 colores, cuatricromía 6 colores y cuatricromía 12 colores en el sistema es de 118, 117 y 112 minutos respectivamente, tiempo

en cola de una OP en el proceso de aprobación de pedidos es de 6 minutos, tiempo en cola de un OP en programación en monocromía, cuatricromía 4 colores, cuatricromía 6 colores y cuatricromía 12 colores es de 7, 6, 7, 6, y tiempo en coila de una OP para su registro es de 128 minutos.

La Utilización de Recursos para la situación actual es de:

Comercial: 98%

Diseño y Desarrollo : 57%

Planificación 65%

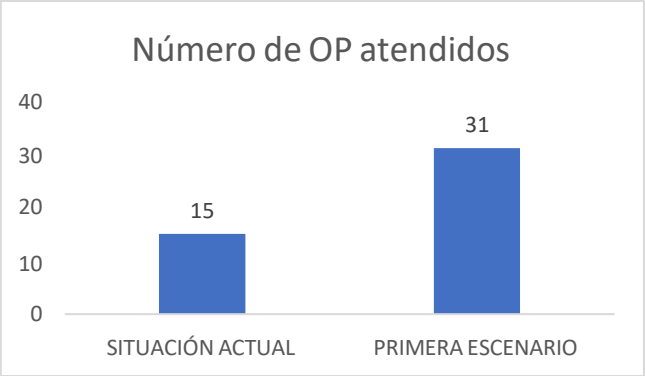
Tal y como se mencionaba en el análisis de tiempos de atención por área e identificación del cuello de botella, el área con mayor cantidad de demora es de comercial, por ello su utilización es mucho mayor con respecto a las otras áreas.

Comparación del sistema actual con la mejor alternativa:

Revisando los escenarios, claramente quien nos vota un mejor resultado es la alternativa 1, aumentando un servidor al área comercial, la cantidad de órdenes de pedido que salen del sistema son de 31 OP, es decir si ingresan 42 OP, se logra atender el 74% de las OP, en el sistema actual sólo se atienden el 35%, entonces existe un aumento del 39% más de lo que actualmente se atienden.

Ilustración 32

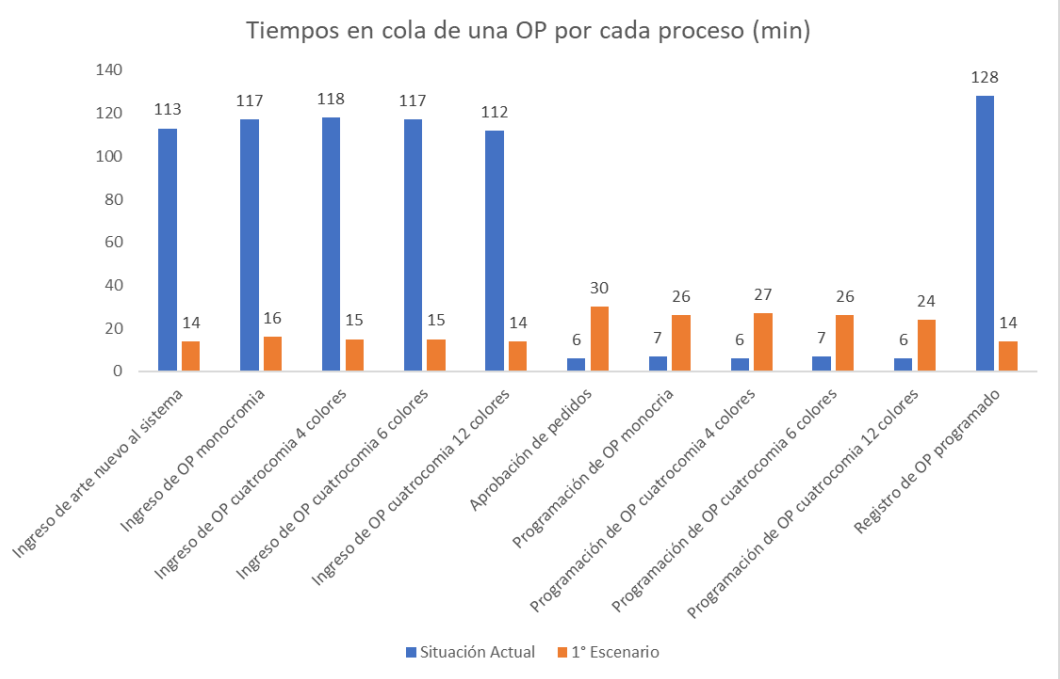
Comparación de números de OP atendidos en el sistema actual vs el primer escenario.



También podemos ver que el tiempo de espera en cola por cada proceso se disminuye notablemente:

Ilustración 33

Tiempos en cola de una orden de pedido por cada proceso en la situación actual vs el primer escenario.

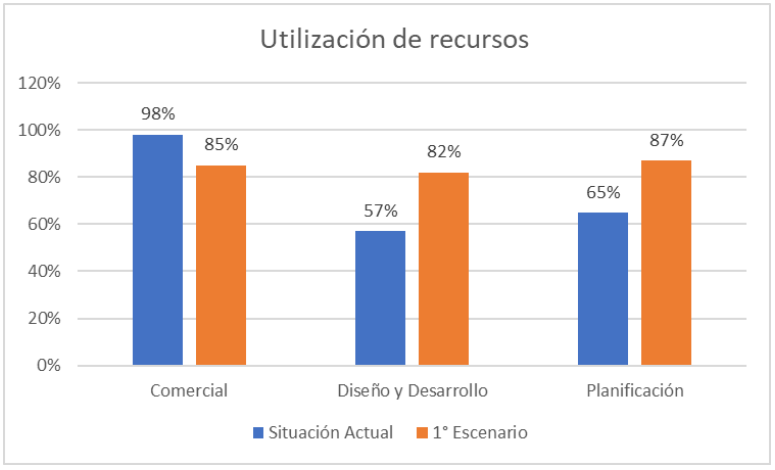


Observamos que los tiempos en cola se disminuyen en un 30%, debido a que el área comercial ya cuenta con un servidor más asignado, y esto le permite tener menos tiempos en cola para una OP.

Por último, la utilización de recursos:

Ilustración 34

Utilización de recursos en situación actual vs primer escenario



CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Es notable que en la simulación del primer escenario la utilización de recursos está mejor distribuida que en la situación actual, ya que nuestro cuello de botella era el área comercial, y se nota que con dos servidores se logran distribuir de una manera óptima el uso de los recursos asignados en la empresa.

Como conclusiones tenemos que el primer escenario es el óptimo, ya que se obtiene la finalidad de reducir los tiempos de espera en cada uno de los procesos de atención de una orden de pedido, se logró reducir en un 30%, lo cual representa en la tercera parte del tiempo total invertido actualmente.

Recomendaciones

Se recomienda contratar un colaborador adicional como ejecutivo comercial, con este personal aseguramos que se atienda el 74% de los pedidos, y reducimos en 30% los tiempos de espera en la atención de órdenes de pedidos, al aumentar la cantidad de pedidos atendidos como consecuencia aumentará la cantidad de pedidos de sacos impresos enviados a producirse, lo que genera más rentabilidad a la empresa.

CAPITULO VI - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armas, K. (2013). MEJORA EN EL ÁREA DE TINTORERÍA Y ACABADOS DE TELAS DE UNA EMPRESA TEXTIL PERUANA EMPLEANDO SIMULACIÓN. (Tesis de licenciatura). Pontifice Universidad Catolica del Perú, Lima.

Condori, S. (2007). (Tesis para licenciatura). Evaluación y propuesta de un sistema de planificación de la producción en una empresa dedicada a la fabrica de perfumes, Lima.

Halcaretgaray, P. (17 de Agosto de 2018). cuándo utilizar el modelo de simulación. Obtenido de Simulación: https://blog.notus.cl/cuando-utilizar-un-modelo-de-simulacion/

Kelton, L. a. (1991). Teoría de Modelos y Simulación Introducción a la Simulación. New York: Edition, McGraw-Hill, New York.

Leal, N. (2014). MODELO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN BASADO EN SIMULACIÓN APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE MARISCOS EN CONSERVA. (Tesis de maestría). UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN DE CHILE, Concepción.

Mamani, N. U. (01 de Mayo de 2004). Simulación Ingeniria de Sistemas de Información. Obtenido de Simulación Ingeniria de Sistemas de Información: file:///C:/Users/edith.canahuire/Downloads/Teoria_Unidad_1_Simulacion.pdf

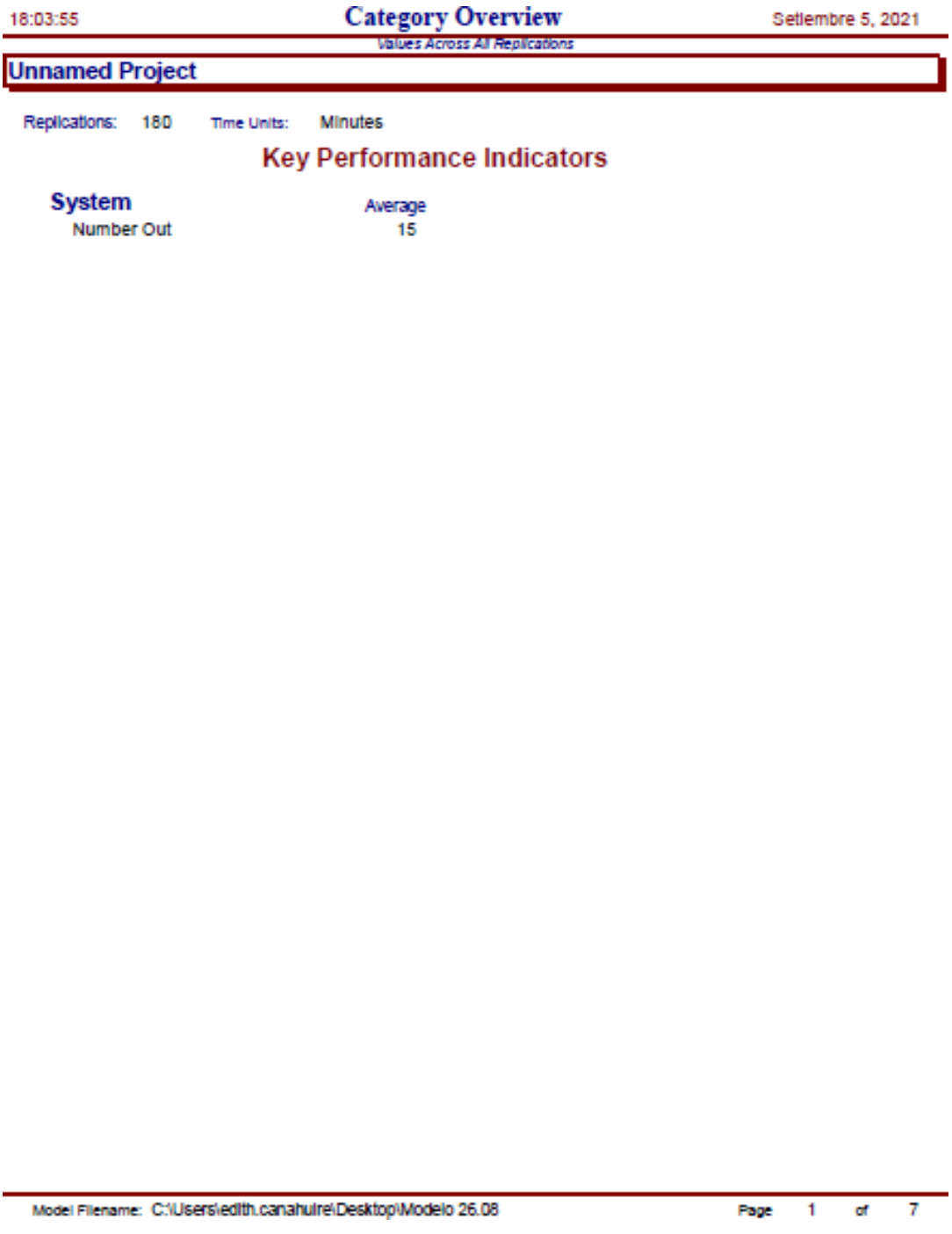
Rojas, P. (2002). Planeamiento de la producción de bebidas gaseosas mediante la simulación. (Tesis para licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Saldivia, N. G. (Agosto de 2014). Repositorio de UDEC. Obtenido de http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/1737/1/Tesis_Modelo_de_Planificacion_de_produccion.Image.Marked.pdf

Shanon, R. (1988). Simulación de sistemas : diseño, desarrollo e implantación. Mexico: México D.F. : Trillas, 1988.

CAPITULO VI ANEXOS

Primera Corrida – Situación actual



18:03:55 **Category Overview** Setiembre 5, 2021

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	15

Model Filename: C:\Users\edith.canahuire\Desktop\Modelo 26.08 Page 1 of 7

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	71.8217	< 0.49	63.7704	82.3420	37.0355	115.17

NVA Time

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Wait Time

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	196.65	< 8.14	56.6446	343.52	0.00	554.90

Transfer Time

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Other Time

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	268.47	< 8.28	125.02	420.56	47.0341	623.97

Other

Number In

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Ordendepedido	42.0111	0.92	28.0000	57.0000

Number Out

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Ordendepedido	14.6278	0.23	11.0000	18.0000

WIP

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	14.7257	< 0.61	5.9530	26.6712	0.00	46.0000

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Aprobacion OP.Queue	5.7047	< 0.53	0.8170	21.7780	0.00	75.3161
Ingreso de cuatricomia cuatro colores.Queue	117.83	< 5.91	18.6049	212.08	0.00	382.01
Ingreso de cuatricomia doce colores.Queue	112.32	< 6.14	0.00	254.14	0.00	378.81
Ingreso de cuatricomia seis colores.Queue	116.78	< 5.43	29.2207	213.69	0.00	374.93
Ingreso de monocromia dos colores.Queue	116.73	< 7.98	0.00	316.81	0.00	361.91
Programacion cuatricomia cuatro colores.Queue	6.3968	< 0.99	0.00	43.8333	0.00	63.1242
Programacion cuatricomia doce colores.Queue	5.7950	< 1.20	0.00	55.4829	0.00	67.1601
Programacion cuatricomia seis colores.Queue	6.5286	< 1.10	0.00	55.9427	0.00	58.6076
Programacion monocromia.Queue	6.7496	< 0.89	0.00	33.0245	0.00	86.1526
Registro de programacion.Queue	128.09	< 6.14	37.8773	243.73	0.00	389.11
Registro del arte nuevo en el sistema.Queue	112.57	< 7.86	0.00	296.17	0.00	337.49

Other

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Aprobacion OP.Queue	0.2102	< 0.02	0.02496478	0.8593	0.00	4.0000
Ingreso de cuatricomia cuatro colores.Queue	2.3629	< 0.15	0.2933	5.2473	0.00	13.0000
Ingreso de cuatricomia doce colores.Queue	1.1406	< 0.09	0.1192	3.2577	0.00	6.0000
Ingreso de cuatricomia seis colores.Queue	1.9442	< 0.13	0.2648	4.7867	0.00	10.0000
Ingreso de monocromia dos colores.Queue	1.3826	< 0.11	0.1165	3.6287	0.00	10.0000
Programacion cuatricomia cuatro colores.Queue	0.05701178	< 0.01	0.00	0.3672	0.00	3.0000
Programacion cuatricomia doce colores.Queue	0.02360209	< 0.01	0.00	0.2325	0.00	2.0000
Programacion cuatricomia seis colores.Queue	0.03528063	< 0.01	0.00	0.2396	0.00	2.0000
Programacion monocromia.Queue	0.1245	< 0.02	0.00	0.9585	0.00	4.0000
Registro de programacion.Queue	4.2376	< 0.20	1.2357	8.4016	0.00	17.0000
Registro del arte nuevo en el sistema.Queue	0.9974	< 0.10	0.00	3.1092	0.00	9.0000

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Resource

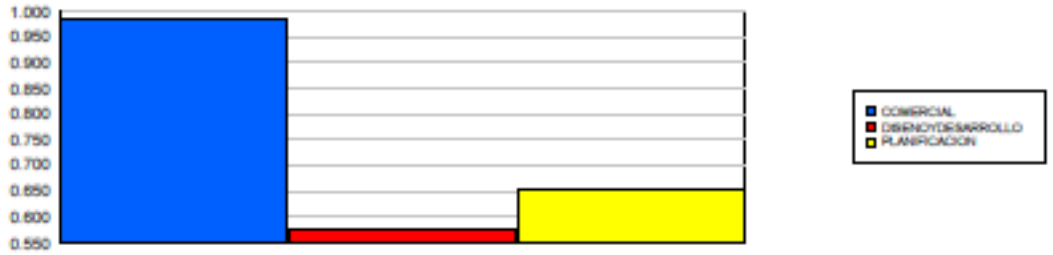
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	0.9619	< 0.00	0.8509	1.0000	0.00	1.0000
DISENOYDESARROLLO	0.5764	< 0.01	0.4095	0.7950	0.00	1.0000
PLANIFICACION	0.6516	< 0.01	0.4352	0.8930	0.00	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	0.9619	< 0.00	0.8509	1.0000	0.00	1.0000
DISENOYDESARROLLO	0.5764	< 0.01	0.4095	0.7950	0.00	1.0000
PLANIFICACION	0.6516	< 0.01	0.4352	0.8930	0.00	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DISENOYDESARROLLO	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
PLANIFICACION	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
COMERCIAL	0.9619	0.00	0.8509	1.0000
DISENOYDESARROLLO	0.5764	0.01	0.4095	0.7950
PLANIFICACION	0.6516	0.01	0.4352	0.8930



Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
COMERCIAL	45.0833	0.40	38.0000	54.0000
DISENOYDESARROLLO	25.4111	0.33	19.0000	32.0000
PLANIFICACION	24.5556	0.32	18.0000	30.0000



Values Across All Replications

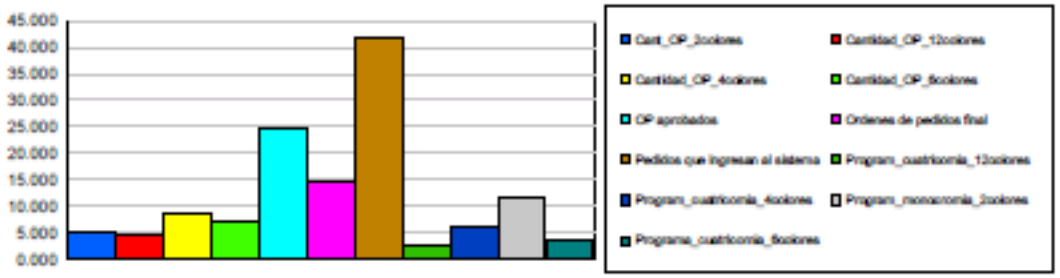
Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

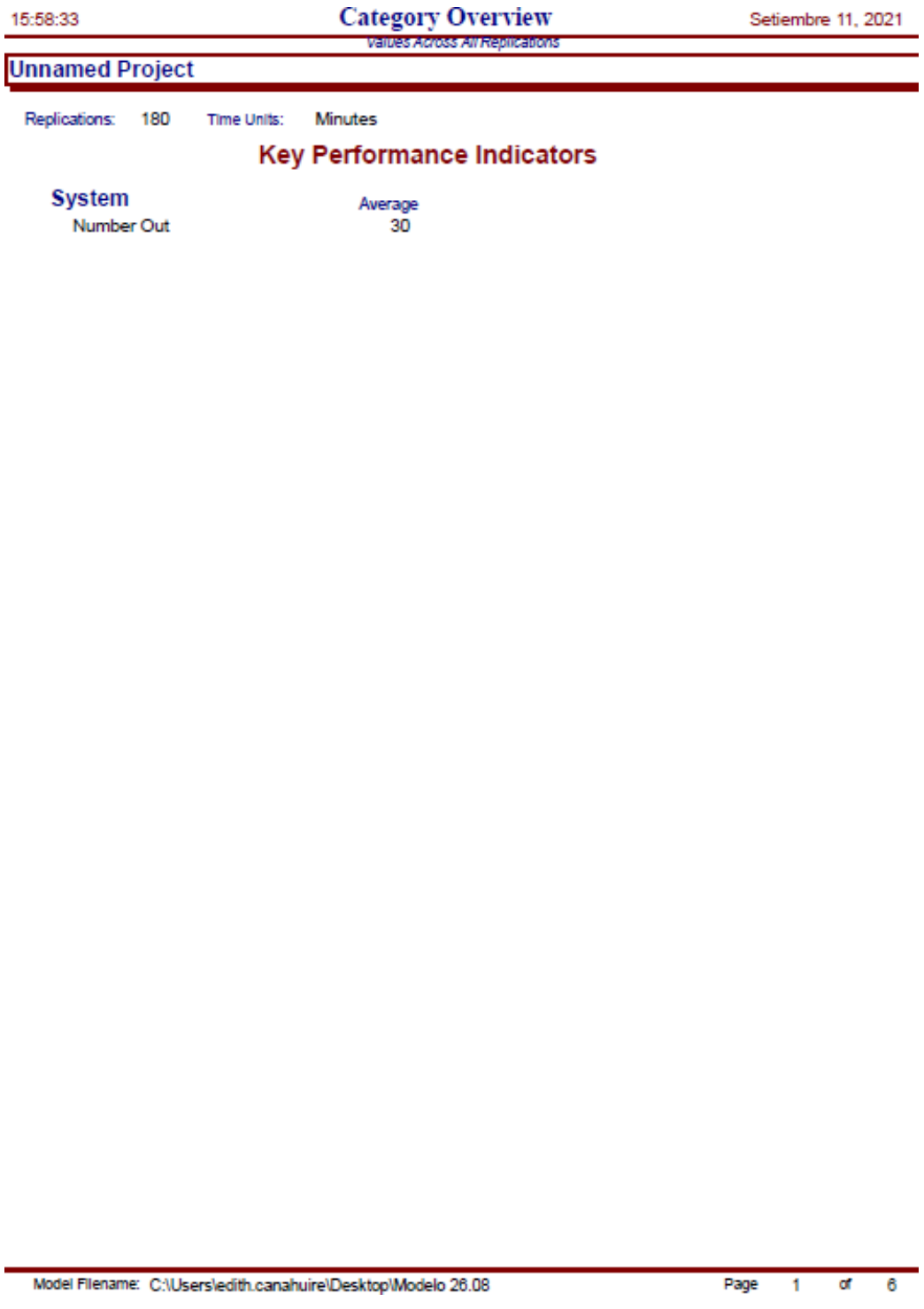
User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cant_OP_2colores	5.3111	< 0.34	0.00	12.0000
Cantidad_OP_12colores	4.3833	< 0.26	0.00	9.0000
Cantidad_OP_4colores	8.6111	< 0.41	2.0000	18.0000
Cantidad_OP_6colores	7.3556	< 0.31	2.0000	14.0000
OP aprobados	24.8722	< 0.35	18.0000	31.0000
Ordenes de pedidos final	14.6278	< 0.23	11.0000	18.0000
Pedidos que ingresan al sistema	42.0111	< 0.92	28.0000	57.0000
Program_cuatricomia_12colores	2.3500	< 0.24	0.00	8.0000
Program_cuatricomia_4colores	5.9667	< 0.35	0.00	12.0000
Program_monocromia_2colores	11.7222	< 0.39	5.0000	19.0000
Programa_cuatricomia_6colores	3.8389	< 0.26	0.00	9.0000



Reporte Primer Escenario



15:58:33 **Category Overview** Setiembre 11, 2021

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	30

Model Filename: C:\Users\edith.canahuire\Desktop\Modelo 26.08 Page 1 of 6

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	72.2817	< 0.33	68.0762	79.1898	35.2802	121.90

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	74.9902	< 5.31	14.5729	209.38	0.00	382.28

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	147.27	< 5.31	88.5123	279.40	43.6601	452.90

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Ordendepedido	40.9500	0.95	20.0000	63.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Ordendepedido	29.5944	0.42	17.0000	37.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	7.9473	< 0.43	2.3952	20.3507	0.00	35.0000

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Aprobacion OP.Queue	25.9460	< 2.55	4.2200	102.64	0.00	187.48
Ingreso de cuatricomia cuatro colores.Queue	14.8513	< 1.53	0.00	58.0099	0.00	107.49
Ingreso de cuatricomia doce colores.Queue	13.6534	< 1.50	0.00	53.4786	0.00	108.11
Ingreso de cuatricomia seis colores.Queue	15.2846	< 1.57	0.3927	74.8069	0.00	105.94
Ingreso de monocromia dos colores.Queue	15.8543	< 1.77	0.00	97.8078	0.00	117.22
Programacion cuatricomia cuatro colores.Queue	27.9369	< 3.01	0.00	112.02	0.00	154.32
Programacion cuatricomia doce colores.Queue	23.9769	< 2.77	0.00	106.71	0.00	119.66
Programacion cuatricomia seis colores.Queue	26.4047	< 3.34	0.00	110.52	0.00	145.34
Programacion monocromia.Queue	26.4889	< 2.51	3.1034	81.2761	0.00	162.20
Registro de programacion.Queue	14.1504	< 1.65	1.0125	84.1220	0.00	119.71
Registro del arte nuevo en el sistema.Queue	13.6198	< 1.58	0.00	78.5315	0.00	100.17

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Aprobacion OP.Queue	1.4706	< 0.16	0.1392	6.5545	0.00	13.0000
Ingreso de cuatricomia cuatro colores.Queue	0.3130	< 0.04	0.00	1.5722	0.00	7.0000
Ingreso de cuatricomia doce colores.Queue	0.1456	< 0.02	0.00	0.6781	0.00	4.0000
Ingreso de cuatricomia seis colores.Queue	0.2645	< 0.03	0.00327274	1.2448	0.00	5.0000
Ingreso de monocromia dos colores.Queue	0.1872	< 0.02	0.00	0.8151	0.00	4.0000
Programacion cuatricomia cuatro colores.Queue	0.3391	< 0.04	0.00	1.6518	0.00	5.0000
Programacion cuatricomia doce colores.Queue	0.1301	< 0.02	0.00	0.7340	0.00	4.0000
Programacion cuatricomia seis colores.Queue	0.2315	< 0.03	0.00	0.9971	0.00	4.0000
Programacion monocromia.Queue	0.6988	< 0.08	0.05051962	3.1261	0.00	7.0000
Registro de programacion.Queue	0.6549	< 0.08	0.02739556	4.0612	0.00	7.0000
Registro del arte nuevo en el sistema.Queue	0.1200	< 0.02	0.00	0.6403	0.00	3.0000

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	0.8503	< 0.01	0.4497	0.9985	0.00	1.0000
DISENOYDESARROLLO	0.8244	< 0.01	0.4232	0.9929	0.00	1.0000
PLANIFICACION	0.8671	< 0.01	0.5182	0.9762	0.00	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	1.7006	< 0.03	0.8994	1.9971	0.00	2.0000
DISENOYDESARROLLO	0.8244	< 0.01	0.4232	0.9929	0.00	1.0000
PLANIFICACION	0.8671	< 0.01	0.5182	0.9762	0.00	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
DISENOYDESARROLLO	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
PLANIFICACION	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
COMERCIAL	0.8503	0.01	0.4497	0.9985
DISENOYDESARROLLO	0.8244	0.01	0.4232	0.9929
PLANIFICACION	0.8671	0.01	0.5182	0.9762



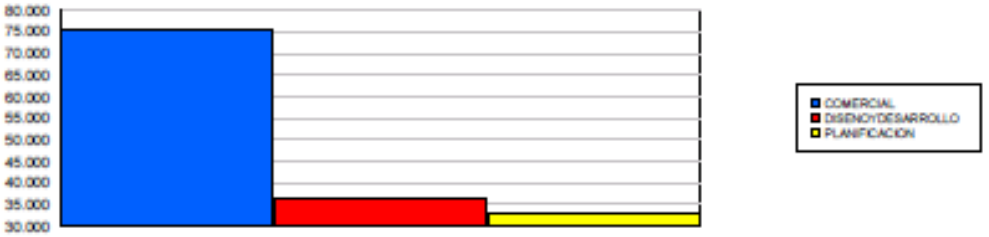
Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
COMERCIAL	75.4333	1.16	40.0000	90.0000
DISENOYDESARROLLO	36.3667	0.61	20.0000	46.0000
PLANIFICACION	32.7556	0.45	19.0000	40.0000



Values Across All Replications

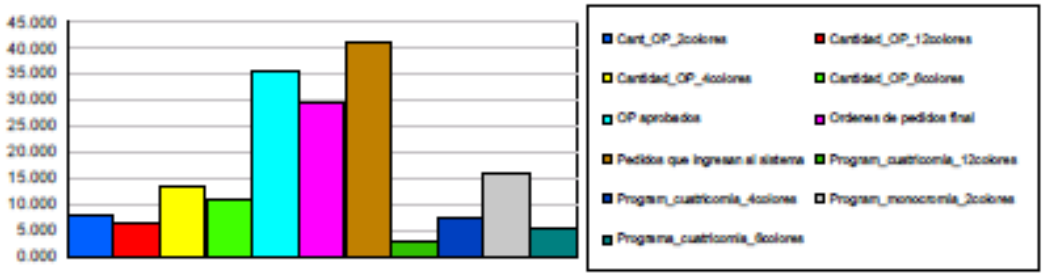
Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

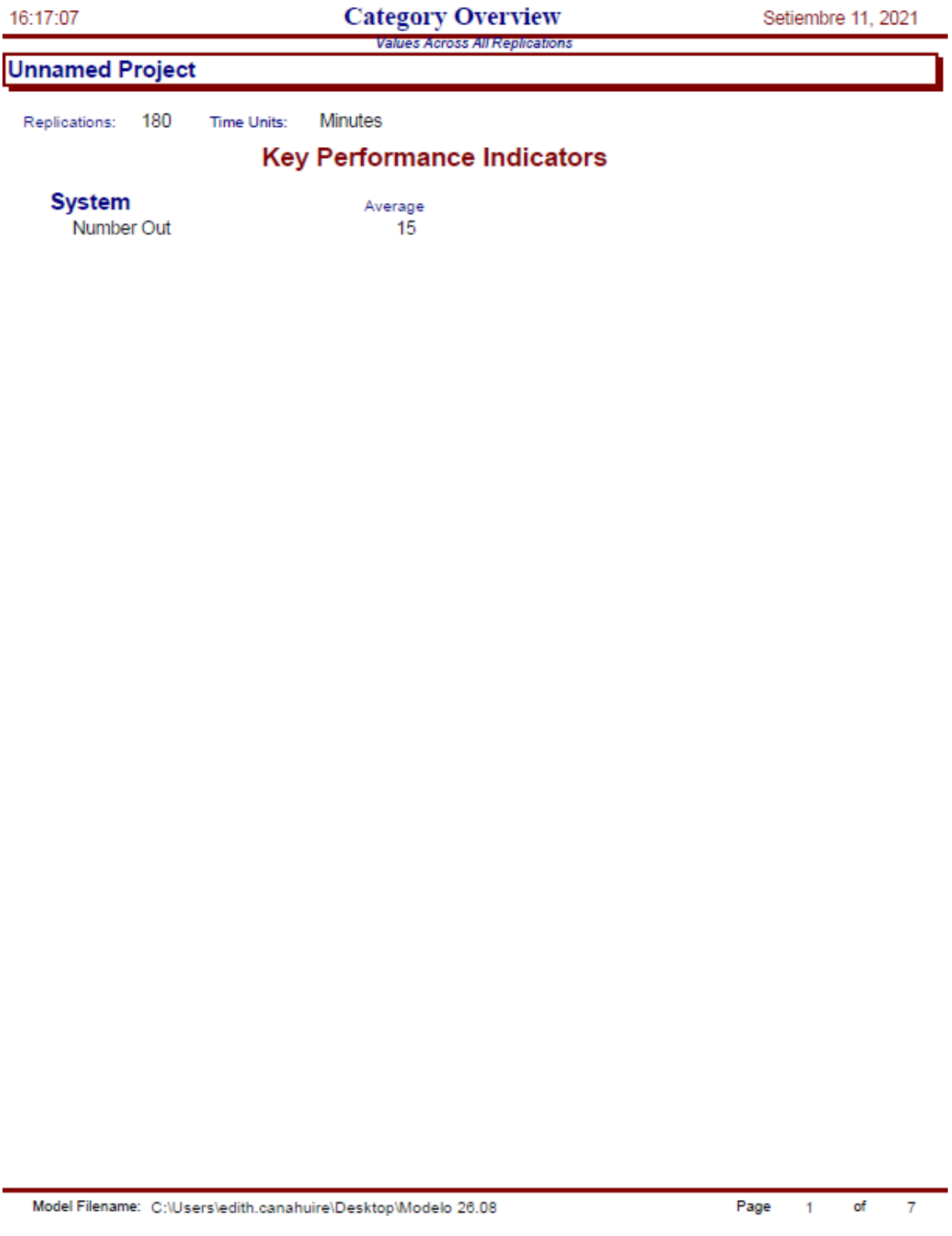
User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cant_OP_2colores	7.8444	< 0.40	2.0000	17.0000
Cantidad_OP_12colores	6.5000	< 0.31	2.0000	12.0000
Cantidad_OP_4colores	13.3167	< 0.52	4.0000	21.0000
Cantidad_OP_6colores	10.9000	< 0.44	3.0000	19.0000
OP aprobados	35.4944	< 0.61	20.0000	45.0000
Ordenes de pedidos final	29.5944	< 0.42	17.0000	37.0000
Pedidos que ingresan al sistema	40.9500	< 0.95	20.0000	63.0000
Program_cuatricomia_12colores	3.0333	< 0.25	0.00	9.0000
Program_cuatricomia_4colores	7.4500	< 0.37	1.0000	14.0000
Program_monocromia_2colores	16.1444	< 0.46	6.0000	25.0000
Programa_cuatricomia_6colores	5.1667	< 0.31	0.00	13.0000



Reporte Segundo Escenario



16:17:07 **Category Overview** Setiembre 11, 2021

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System

	Average
Number Out	15

Model Filename: C:\Users\edith.canahuire\Desktop\Modelo 26.08 Page 1 of 7

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	72.1047	< 0.50	64.2311	81.4843	38.8782	113.82

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	198.98	< 7.99	24.4259	356.74	0.00	531.24

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	271.08	< 8.12	95.1142	430.08	47.0341	620.20

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Ordendepedido	41.2833	0.86	24.0000	61.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Ordendepedido	14.7556	0.27	10.0000	19.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ordendepedido	14.5840	< 0.60	2.8544	24.4946	0.00	49.0000

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Aprobacion OP.Queue	0.2456	< 0.06	0.00	2.0937	0.00	21.1938
Ingreso de cuatricomia cuatro colores.Queue	119.28	< 5.62	10.6509	239.14	0.00	395.21
Ingreso de cuatricomia doce colores.Queue	113.73	< 7.05	0.00	231.22	0.00	375.58
Ingreso de cuatricomia seis colores.Queue	117.91	< 6.09	11.9498	244.60	0.00	370.69
Ingreso de monocromia dos colores.Queue	118.88	< 7.32	0.00	271.91	0.00	364.81
Programacion cuatricomia cuatro colores.Queue	9.1920	< 1.03	0.00	34.9250	0.00	97.6975
Programacion cuatricomia doce colores.Queue	7.3958	< 1.56	0.00	86.9380	0.00	131.48
Programacion cuatricomia seis colores.Queue	10.3211	< 1.36	0.00	70.1740	0.00	135.49
Programacion monocromia.Queue	9.6772	< 1.07	0.1032	59.1075	0.00	120.82
Registro de programacíon.Queue	130.20	< 6.04	11.3750	267.22	0.00	383.21
Registro del arte nuevo en el sistema.Queue	118.30	< 8.43	0.00	297.00	0.00	374.98

Other

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Aprobacion OP.Queue	0.00884351	< 0.00	0.00	0.08723816	0.00	3.0000
Ingreso de cuatricomia cuatro colores.Queue	2.3092	< 0.14	0.1331	5.2975	0.00	12.0000
Ingreso de cuatricomia doce colores.Queue	1.1560	< 0.10	0.03440657	3.5144	0.00	10.0000
Ingreso de cuatricomia seis colores.Queue	1.8744	< 0.13	0.08298492	4.7777	0.00	10.0000
Ingreso de monocromia dos colores.Queue	1.3672	< 0.11	0.1458	3.8906	0.00	11.0000
Programacion cuatricomia cuatro colores.Queue	0.07329681	< 0.01	0.00	0.3903	0.00	4.0000
Programacion cuatricomia doce colores.Queue	0.03159221	< 0.01	0.00	0.7245	0.00	3.0000
Programacion cuatricomia seis colores.Queue	0.06305417	< 0.01	0.00	0.7215	0.00	3.0000
Programacion monocromia.Queue	0.1711	< 0.02	0.00143357	0.9851	0.00	4.0000
Registro de programacíon.Queue	4.2763	< 0.20	0.3109	7.4156	0.00	16.0000
Registro del arte nuevo en el sistema.Queue	1.0532	< 0.09	0.00	3.0041	0.00	7.0000

Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	0.9807	< 0.00	0.8521	1.0000	0.00	1.0000
DISENOYDESARROLLO	0.2869	< 0.00	0.2095	0.3659	0.00	1.0000
PLANIFICACION	0.6454	< 0.01	0.4839	0.8104	0.00	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	0.9807	< 0.00	0.8521	1.0000	0.00	1.0000
DISENOYDESARROLLO	0.5737	< 0.01	0.4190	0.7317	0.00	2.0000
PLANIFICACION	0.6454	< 0.01	0.4839	0.8104	0.00	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
COMERCIAL	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
DISENOYDESARROLLO	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
PLANIFICACION	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
COMERCIAL	0.9807	0.00	0.8521	1.0000
DISENOYDESARROLLO	0.2869	0.00	0.2095	0.3659
PLANIFICACION	0.6454	0.01	0.4839	0.8104



Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
COMERCIAL	44.9278	0.40	38.0000	52.0000
DISENOYDESARROLLO	25.1889	0.35	19.0000	32.0000
PLANIFICACION	24.4167	0.33	19.0000	29.0000



Unnamed Project

Replications: 180 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cant_OP_2colores	5.2000	< 0.37	0.00	14.0000
Cantidad_OP_12colores	4.2556	< 0.29	0.00	10.0000
Cantidad_OP_4colores	8.6500	< 0.36	3.0000	15.0000
Cantidad_OP_6colores	7.0833	< 0.29	2.0000	13.0000
OP aprobados	24.6278	< 0.34	19.0000	30.0000
Ordenes de pedidos final	14.7556	< 0.27	10.0000	19.0000
Pedidos que ingresan al sistema	41.2833	< 0.86	24.0000	61.0000
Program_cuatricomia_12colores	2.2667	< 0.22	0.00	8.0000
Program_cuatricomia_4colores	5.4444	< 0.28	1.0000	11.0000
Program_monocromia_2colores	12.0278	< 0.41	6.0000	19.0000
Programa_cuatricomia_6colores	4.0444	< 0.29	0.00	10.0000

