

**UNIVERSIDAD FIDÉLITAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CURSO :**

**SIMULACIÓN INDUSTRIAL**

**PROYECTO :**

**“LITOGRAFÍA EUROPA”**

**AUTORES :**

**ERIKA KNOHR  
FRANCISCO MAROTO**

**PROFESOR :**

**ING. CARLOS SÁENZ A.**

**SAN JOSÉ, COSTA RICA, 24 DE ABRIL DEL 2002**

## INDICE

<b>I</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
	2.1 Enunciado del Estudio .....	2
	2.2 Problema Central .....	2
	2.3 Objetivos .....	3
	2.3.1 Objetivo General .....	3
	2.3.2 Objetivos Específicos .....	3
	2.4 Alcances y Limitaciones .....	3
	2.5 Justificación del uso de la Simulación .....	3
<b>III</b>	<b>DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>4</b>
	3.1 Descripción del proceso .....	4
	3.2 Diagrama lógico del proceso .....	5
	3.3 Medidas de desempeño .....	6
	3.4 Información de entrada del Modelo .....	6
	3.4.1 Requerimientos de información .....	6
	3.4.2 Fuentes de información .....	6
	3.5 Modelo de Simulación en Arena .....	8
	3.6 Análisis de Resultados .....	9
	3.6.1 Tabla Resumen de Resultados .....	9
	3.6.2 Verificación de Resultados .....	10
	3.6.3 Análisis de Resultados .....	11
	3.7 Conclusiones del Diagnóstico .....	11

## **IV      DISEÑO**

**4.1 Justificación de los escenarios a evaluar ..... 13**

**4.2 Modelo de los escenarios ..... 13**

**4.3 Análisis de Resultados .....14**

**4.3.1 Tabla Resumen de Resultados .....14**

**4.3.2 Verificación de Resultados ..... 16**

**4.3.3 Análisis de Resultados .....17**

**4.3.4 Conclusiones .....18**

**V      RECOMENDACIONES .....19**

**ANEXOS ..... 12**

## I RESUMEN

La Litografía EUROPA es una empresa dedicada a la impresión comercial y a la impresión de productos propios desde hace más de veinte años. Su énfasis actual es la impresión comercial, sin embargo, se pretende dar un mayor énfasis a la impresión de productos desarrollados por la litografía, en especial, el papel de regalo de diferentes motivos. Actualmente se imprimen 40 000 pliegos de papel de regalo a la semana, sin embargo la Gerencia desea incrementar la producción semanal a 72 000 pliegos debido a demanda insatisfecha que se presenta regularmente.

Hasta la fecha se ha trabajado con tres prensas de impresión, una de dos colores y dos de un color, sin embargo, a partir del presente año se está acondicionando una segunda unidad de impresión en una de las máquinas de un color, por lo que se pretende simular el comportamiento de la fábrica y el nivel de producción que se pueda alcanzar al aumentar la maquinaria disponible, de acuerdo a las metas planteadas por el Gerente de la empresa.

Para conocer si se pueden alcanzar dichas metas y simular el proceso, es necesario conocer la lógica del mismo y determinar las medidas de desempeño que interesan en el estudio. Conocer cuál es el tiempo requerido para el procesamiento de todos los lotes y el porcentaje de utilización de cada una de ellas, son algunos de los parámetros que son necesarios para elaborar el modelo.

Al realizar la simulación del proceso actual mediante el programa ARENA, se encuentra que el tiempo total de proceso de los 40 lotes de 1000 pliegos en la actualidad es de 46.85 horas, mientras que con las modificaciones sugeridas en el modelo, el tiempo total disminuye a 29.86 horas. Dichas modificaciones consisten en aumentar la cantidad de pliegos que se cargan en la máquina por cada alistamiento, estandarizar la cantidad de pliegos que se imprimen por diseño y poner en funcionamiento la segunda unidad de la prensa 1.

Se le recomienda a la empresa producir los 72 lotes a la semana, debido a que los resultados obtenidos en el modelo presentan que no es posible cumplir con la producción en jornada normal, pero las horas extras necesarias para hacerlo son bastante aceptables para la empresa y se encuentran dentro de lo normal. La producción de los 32 lotes adicionales significarían un aumento de \$ 224 000 a la semana en utilidades para la empresa.

## 2.1 Enunciado del Estudio

Litografía EUROPA es una empresa dedicada a brindar servicios de impresión, tanto a nivel comercial como de productos desarrollados por la misma. En la actualidad, se calcula que el 70 % del tiempo de producción disponible durante la semana, se dedica a la impresión de trabajos externos y el resto del tiempo a la impresión de productos propios, tales como, diferentes motivos de papel de regalo.

La litografía trabaja de lunes a viernes de 7:30 a.m. a 5:00 p.m., con un descanso de 9:15 a 9:30 a.m. y otro de 3:15 a 3:30 p.m. y el período de almuerzo de 12:15 a 12:45 p.m..

Hasta la fecha, la empresa ha venido laborando con tres prensas de impresión, una de dos colores y dos de un color, las cuales han permitido alcanzar niveles de producción de aproximadamente 48000 pliegos de papel de regalo por semana. Se ha introducido una segunda unidad en una máquina con lo cual, el Gerente de la empresa pretende aumentar el volumen de impresión de productos propios y , por ejemplo, elevar la producción de papel de regalo a 72000 pliegos por semana. Para esto, se piensa dedicar la máquina acondicionada con dos unidades y la prensa de un color a imprimir el 100% del tiempo disponible en productos propios de la litografía y así, dedicar la prensa Heidelberg de dos colores exclusivamente para trabajos externos.

El proceso de producción del papel de regalo consta de cuatro etapas principales, a saber, una primera fase de impresión de un color en la máquina #1, una segunda fase de impresión de un color en la máquina #2, una tercera impresión del tercer color en la máquina #1 y la fase final de inspección y empaque. Cada etapa lleva consigo un tiempo de alistamiento, donde son significativos los tiempos para las máquinas de impresión, ya que se debe hacer cada vez que se carga papel. Se pretende estudiar la factibilidad de que entre las dos máquinas pequeñas impriman 72 lotes de papel de regalo a la semana.

Luego de realizar la toma de tiempos para lotes de 1000 pliegos cada uno, tenemos que para cada etapa son :

---

<b>Actividad</b>	<b>tiempo(min) <sup>1</sup></b>
Carga y calze para máquina # 1	$(17+EXPO(.65))/3$
Carga y calze para máquina #2	$(16+23*BETA(1.2,1.61))/3$
Tiempo de impresión máquina # 1	$NORM(26.1,4.35)$
Tiempo de impresión máquina #2	$23+ERLA(4.29,2)$
Tiempo de empaque	$(61+GAMM(22.3,0.527))/3$

---

<sup>1</sup> Los tiempos de carga para ambas máquinas y de empaque se dividen entre tres para promediar la duración por lote, ya que no se pueden medir directamente en lotes de 1000 mientras se están procesando. Para las máquinas de impresión sí se pueden medir porque cuentan con contadores.

## **2.2 Problema Central**

La Litografía EUROPA desea incrementar la producción de papel de regalo de 48000 pliegos a la semana a un mínimo de 72000 pliegos por semana. Se desea conocer si al dedicar dos máquinas para esto, que impriman siempre los mismos colores, se podrá alcanzar el nivel de producción deseado ,tomando en cuenta factores como :

1. El porcentaje de utilización de cada máquina, de manera que se tenga la capacidad de atender pedidos externos que lleguen.
2. El estado de la maquinaria, para medir los tiempos muertos y los períodos de mantenimiento.
3. Los tiempos de entrega de papel de regalo y de los trabajos externos, de manera que se cumplan los plazos establecidos con los clientes y que de ser posible se disminuyan los tiempos de entrega para satisfacer las necesidades de los clientes.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo General**

Medir la factibilidad de producir 72000 pliegos de papel de regalo por semana a partir de la incorporación de una segunda unidad de impresión en una máquina, sin que esto afecte el servicio brindado a los clientes, tanto de productos externos como internos, sin que varíen las condiciones actuales de horario y cantidad de personal disponible.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

1. Elaborar un estudio de tiempos para cada máquina de impresión, para conocer la producción real y el porcentaje de utilización actual.
2. Medir el porcentaje de cumplimiento de los tiempos de entrega de los pedidos para determinar áreas críticas y tener una referencia para fijar el plazo de entrega para nuevos pedidos.

## **2.4 Alcances y Limitaciones**

El estudio se centrará en el área de impresión de la empresa , sin tomar en cuenta los departamentos de diseño, montaje y encuadernación, durante el horario normal de trabajo de 7:30 a 5:00 p.m.. Además, no se tomarán en cuenta el corte del papel ni los traslados, ya que no son factores críticos en el desarrollo del proceso.

Se cuenta con la limitante de la variabilidad de los trabajos externos donde cada uno difiere del otro en muchas características, tales como tipo de papel, diseño, tiempo de proceso y cantidad.

Otra limitante es la experiencia del personal, ya que depende mucho la habilidad del operario para determinar la eficiencia, la rapidez y la calidad con que se realice el trabajo.

## **2.5 Justificación del uso de la Simulación**

La simulación nos permite representar el proceso actual y los cambios que se deseen, sin comprometer los recursos ni entorpecer el proceso operativo para realizar los experimentos.

Al ser una herramienta de fácil uso, se pueden representar muchos escenarios con alternativas diferentes a un costo económico muy bajo.

En el caso de la litografía, si se deseara experimentar cuánto papel de regalo se puede imprimir en una semana, resultaría poco práctico, ya que para que los resultados sean confiables se debería repetir el experimento durante una cantidad significativa de semanas, por lo que los resultados se obtendrían al largo plazo, además que se podría retrasar la impresión y entrega de otros trabajos.

## **III DIAGNÓSTICO**

### **3.1 Descripción del Proceso**

Como se mencionó anteriormente, la litografía se dedica a la impresión tanto de papel de regalo con diseños propios así como a la impresión comercial de productos específicos para los clientes. Estos últimos, tienen entre sí características únicas tales como : acabado, cantidad, tipo de papel , tamaño, entre otros, aspectos que hacen muy difícil que se puedan definir parámetros para realizar una simulación. Por otro lado, el proceso de impresión de papel de regalo es menos variable, se lleva a cabo todas las semanas y siempre lleva el mismo procedimiento, por lo que éste sí nos permite realizar el estudio de simulación.

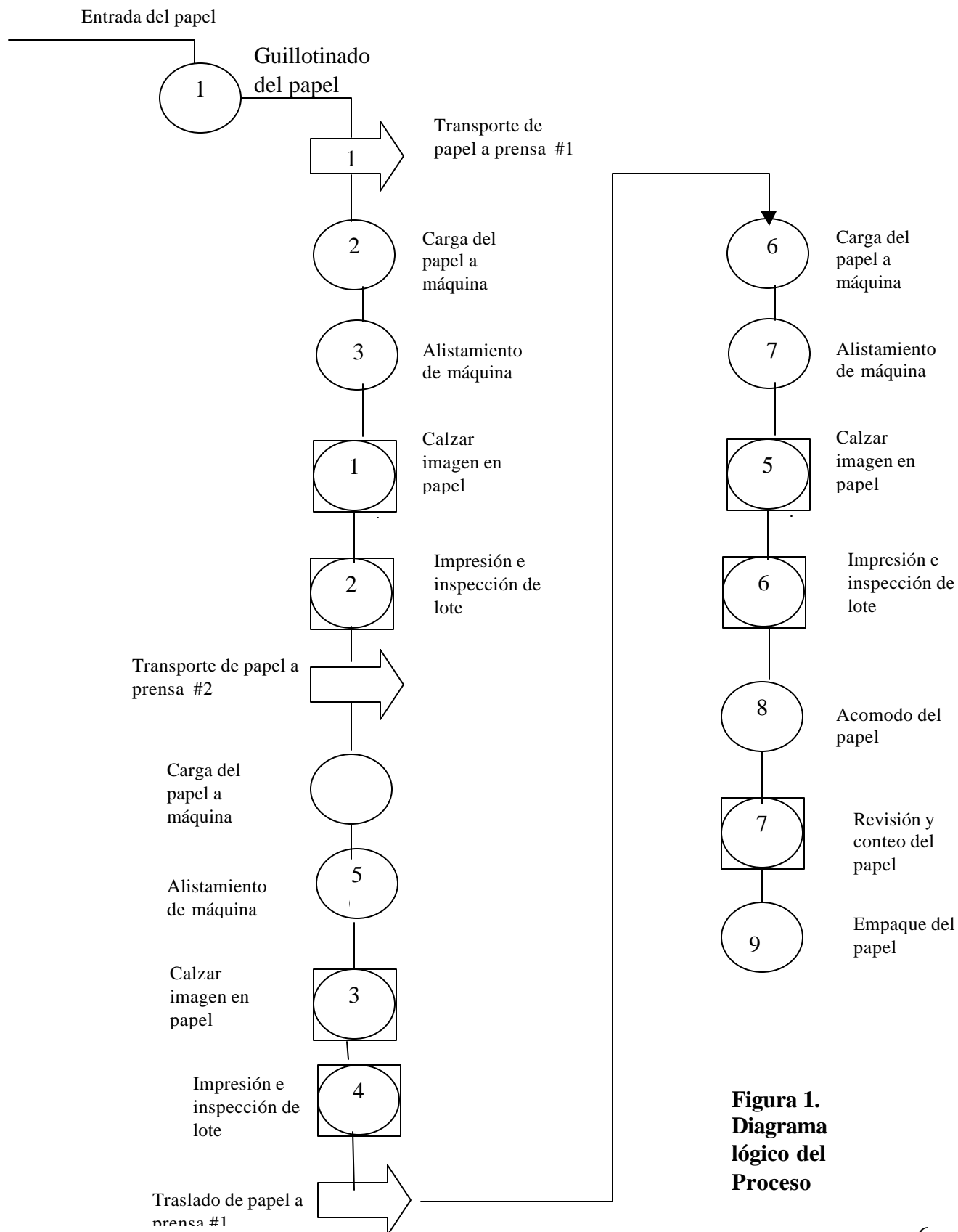
El proceso de impresión inicia con la entrada a la planta del papel, el cual debe ser cortado para ajustarse al tamaño necesario para el papel de regalo. Posteriormente, el papel ya cortado se coloca en el cuarto de deshumidificación con el fin de eliminar la humedad del papel y así evitar que el papel se arrugue cuando está siendo procesado. Esta área consiste en un ambiente cerrado donde las paredes tienen lámparas y bombillos que permiten calentar el papel y mantenerlo a una temperatura adecuada antes de ser procesado. El tiempo que pasa el papel en este cuarto debe ser de un mínimo de cuatro horas.

Luego, se procede a imprimir el papel en las prensas, para lo cual se tienen destinadas dos máquinas para este fin, una que imprime dos colores y otra que imprime un tercer color. Los diseños con los que cuenta la litografía se caracterizan por estar compuestos por tres colores : cyan (azul), magenta (rojo) y amarillo, la combinación de estos tres colores permite la creación de nuevos colores en el diseño.

El papel que proviene del cuarto de deshumidificación pasa primero a la primera prensa, donde el operario procede a imprimir los diseños establecidos por la gerencia y según la cantidad requerida de cada uno. A medida que el papel va saliendo impreso de la primera máquina, pasa a la segunda prensa donde se imprime el segundo color. Por último, el papel vuelve a la primera máquina donde se le imprime el tercer y último color.

La etapa final es la inspección y empaque, donde se procede a recibir el lote de cada diseño para ser acomodado e inspeccionado manualmente, para luego ser empacado en paquetes de 100 pliegos de cada motivo.

### 3.2 Diagrama lógico del Proceso



**Figura 1.**  
**Diagrama**  
**lógico del**  
**Proceso**

### **3.3 Medidas de Desempeño**

Para conocer la producción real actual de la litografía, la capacidad de utilización de cada máquina, el tiempo de entrega del papel de regalo y las posibilidades de crecimiento y de mejora, es necesario medir :

- Los tiempos de alistamiento y los tiempos de proceso de cada máquina.
- El porcentaje de utilización actual de cada máquina.
- El porcentaje de utilización del personal de empaque.
- El tiempo de proceso total para 40 lotes de 1000 pliegos de papel de regalo.

### **3.4 Información de entrada del modelo**

#### **3.4.1 Requerimientos de información**

Cada una de las máquinas de impresión con las que cuenta la litografía es diferente en características, fabricante, capacidad y velocidad, por lo tanto, es necesario conocer estas características para cada una de ellas con el fin de determinar las medidas de desempeño enlistadas anteriormente.

Además, se necesita realizar un estudio de tiempos en las áreas de impresión y empaque para medir el desempeño actual de cada una de las áreas, su porcentaje de utilización y las posibilidades de crecimiento en cada una de éstas áreas. En el área de impresión se deben tomar por separado los tiempos de alistamiento de la prensa y los tiempos de proceso, ya que ambos son independientes e influyen en el tiempo total de producción para cada máquina.

#### **3.4.2 Fuentes de información**

Para obtener la información necesaria se deberá consultar los manuales de operación de cada una de las máquinas de impresión, además de los datos que arrojen los estudios de tiempos de cada una de las áreas por estudiar.

La empresa no ha llevado un registro histórico de los tiempos de proceso de cada una de las áreas, por lo que aparte del estudio de tiempos será importante conocer los aportes que pueda hacer la gerencia y los operarios y empleados de cada parte del proceso.

#### **3.4.3 Análisis estadístico de los datos de entrada**

Se tomaron datos para las dos prensas de impresión y para el área de empaque. En impresión se midieron los tiempos de alistamiento y los tiempos de proceso de cada una.

En cuanto al alistamiento se mide la carga del papel a la máquina y el calze de la imagen como un solo tiempo. Para esto se tomaron 30 muestras de 3000 pliegos

cada una, ya que esta es la cantidad de papel que carga el operario en promedio cada vez que alista la máquina.

Los tiempos de proceso se tomaron para cada lote de 1000 pliegos ya que ambas máquinas cuentan con contadores que permiten la medición. Para estos tiempos se utilizaron 30 muestras de 1000 pliegos cada una.

En el área de empaque sucede similar al caso de carga y calze, ya que se cuentan un mínimo de 3000 pliegos para luego proceder a empacarlos, por lo que el tiempo total de empaque se toma desde que se acomodan hasta que se terminan de empacar los 3000 pliegos. Al igual que en los anteriores, se utilizaron 30 muestras.

Los resultados obtenidos en el Input Analyzer para cada una de los procesos medidos son :

---

<b>Actividad</b>	<b>tiempo(min) <sup>2</sup></b>
Carga y calze para máquina # 1	$(17+EXPO(.65))/3$
Carga y calze para máquina #2	$(16+23*BETA(1.2,1.61))/3$
Tiempo de impresión máquina # 1	$NORM(26.1,4.35)$
Tiempo de impresión máquina #2	$23+ERLA(4.29,2)$
Tiempo de empaque	$(61+GAMM(22.3,0.527))/3$

Los gráficos y los valores –p para cada una de ellas se pueden encontrar en el Anexo I.

---

<sup>2</sup> Los tiempos de carga para ambas máquinas y de empaque se dividen entre tres para promediar la duración por lote, ya que no se pueden medir directamente en lotes de 1000 mientras se están procesando. Para las máquinas de impresión sí se pueden medir porque cuentan con contadores.

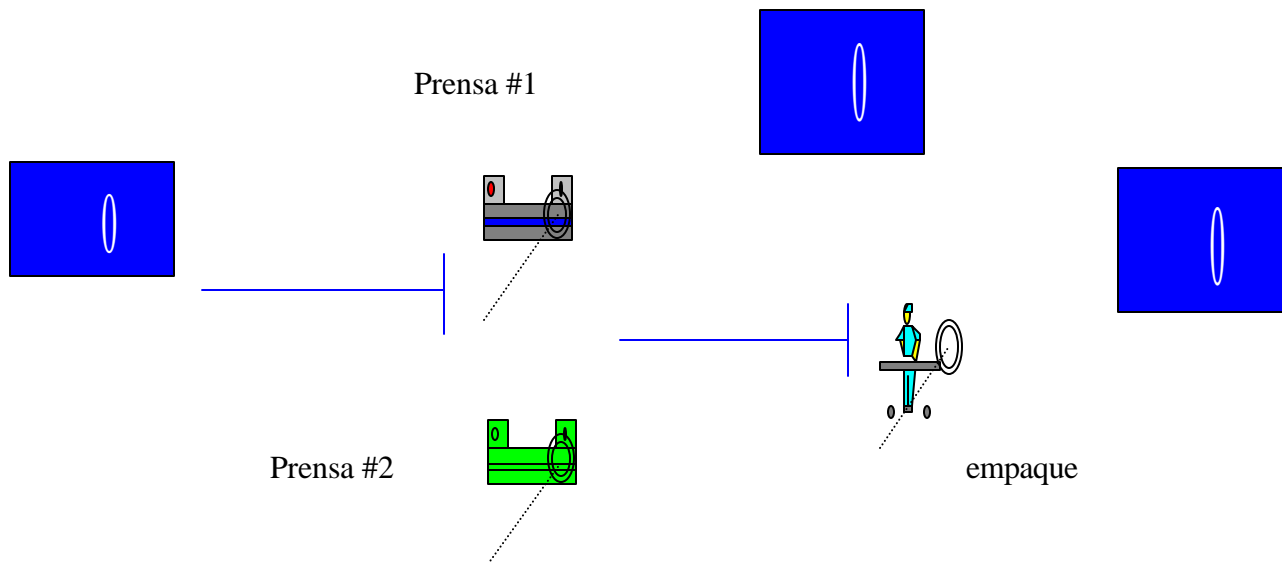
### 3.5 Modelo de Simulación en Arena

Para representar la situación actual en la litografía, se utilizó el programa Arena 3.0, mediante un modelo en el cual se cuenta con un bloque de arribo, tres servidores ( uno para cada máquina de impresión y otro para el área de empaque) y un bloque de salida para los lotes de 1000 unidades de papel de regalo listos para despachar.

Para obtener el dato de las llegadas de las entidades (papel), se utilizó la producción actual de papel de regalo, el cual consiste en 40 lotes de 1000 pliegos de papel de regalo por semana.

Se dejó correr el modelo durante el tiempo necesario para completar la producción de los 40 lotes, ya que la empresa debe cumplir con la producción de estos al final de cada semana. Se realizaron cuatro réplicas para obtener resultados más confiables.

En la siguiente figura se puede observar el diagrama del modelo.



**Fig. 2 Representación del modelo en Arena**

### 3.6 Análisis de Resultados

#### 3.6.1 Tabla Resumen de los Resultados

Luego de realizar cuatro corridas de 40 lotes de producción cada una, se obtuvieron los siguientes resultados promedio de acuerdo a las medidas de desempeño mencionadas anteriormente :

**Tabla #2 Resumen de resultados para el modelo actual**

<b>Medida de Desempeño</b>	<b>Promedio</b>
Tiempo total para 40 lotes	46.85 horas
Porcentaje de alistamiento máq.1	24.55%
Porcentaje de proceso máq. 1	74.89%
Porcentaje de utilización máq.1	99.44%
Porcentaje de alistamiento máq.2	12.14%
Porcentaje de utilización máq. 2	45.96%
Porcentaje de utilización máq.2	58.10%
Porcentaje de utilización empaque	26.13%
Largo de la corrida	40 lotes
Cantidad de corridas	4

### **3.6.2 Verificación de Resultados**

Al comparar los resultados obtenidos en el modelo de ARENA con la situación real de la planta, sí se puede concluir que el modelo es una representación confiable de lo que sucede en la empresa actualmente. Para concluir esto tenemos :

1. Para la producción de 40 lotes el modelo indica que se necesitan 46.85 horas de proceso, mientras que por la experiencia del Jefe de Planta se tiene que cada semana se trabaja un máximo de 42.5 horas efectivas de jornada normal, de las cuales dedican al menos 10 horas a trabajos de impresión comercial y se trabaja un promedio de 12 horas extras a la semana. Lo anterior nos da un total de 44.5 horas a la semana para la producción de papel de regalo, lo cual significa un porcentaje de variación del 5.28% con respecto al resultado obtenido del modelo.
2. En cuanto a la máquina 1, el modelo en ARENA indica que esta pasa ocupada el 99% del tiempo, tomando en cuenta el alistamiento, el calze y el proceso del producto. Es importante aclarar que quien se encuentra ocupado todo este tiempo es el operario, ya que mientras se encuentra cargando el papel la máquina se encuentra detenida. A partir de la observación, es cierto que el operario de esta máquina no cuenta con tiempo libre ni puede dedicarse a otras tareas.
3. Para la máquina 2, el porcentaje de utilización obtenido en ARENA nos indica que ésta se encuentra ocupada el 58% del tiempo. Este dato coincide con la realidad, ya que el operario de esta máquina además de imprimir se dedica a otras tareas como el pegado de libros o el doblar pliegos de libros.
4. En el área de empaque, el modelo nos indica que se encuentra ocupada el 26% del tiempo, mientras que en la realidad se observa que este departamento se encuentra ocupado empackando el papel de regalo aproximadamente durante 1.5 días a la semana, lo cual corresponde al 30% del tiempo disponible. Lo anterior permite concluir que el resultado del modelo se encuentra bastante cercano a la realidad observada.

### **3.6.3 Análisis de Resultados**

Las cuatro corridas realizadas permiten observar el comportamiento de la litografía para la producción de 40 lotes de 1000 pliegos de papel de regalo. Se puede observar como se requieren de algunas horas extra para completar los 40 lotes.

Según los resultados obtenidos mediante la simulación, se puede observar como la máquina #1 es la que tiene mayor utilización. Esto es lógico ya que es la

primera máquina por donde pasa el papel y es donde se imprimen dos colores, lo cual implica un mayor tiempo de alistamiento. Se puede observar como el porcentaje de utilización para la máquina 1 es muy alto (99%).

Lo anterior hace ver que si en esta máquina se produce algún trabajo de impresión comercial, la cantidad de horas extras necesarias para completar los 40 lotes será mayor.

Los resultados para la máquina 2 demuestran como este operario dispone de tiempo para imprimir trabajos de impresión comercial o para realizar otras tareas como el pegado de libros.

En el área de empaque no hay problemas de espera y el porcentaje de utilización, con las dos personas que se cuenta actualmente, es de aproximadamente el 26% en el empaque de papel de regalo. Esto permite que el resto del tiempo el personal de esta área se dedique a los acabados finales de otros trabajos en proceso.

### **3.7 Conclusiones del Diagnóstico**

Luego de analizar los resultados obtenidos, se puede observar como las posibilidades de crecimiento actuales, según las condiciones de trabajo de hoy en día (tipo de papel, tintas y horas laborales, entre otras), son nulas, ya que para producir los 40 lotes que se compran en la actualidad de papel se necesitan 46.85 horas a la semana, mientras que la empresa en su jornada normal cuenta con 42.5 horas efectivas de trabajo, lo que indica que se requieren horas extras para completar la producción.

En cuanto a los tiempos de alistamiento, es evidente que son una parte significativa dentro del tiempo total para cada máquina. En el caso de la prensa 1, los tiempos de alistamiento significan casi un 25% del tiempo total, debido a que se alista la máquina para imprimir el primer color y luego se debe volver a alistar para imprimir el tercer color. Por lo tanto, cualquier oportunidad de mejora en los alistamientos redundarán en una disminución del porcentaje de utilización de la máquina, el cual se encuentra muy alto (99%) y ante cualquier eventualidad se retrasaría mucho la producción.

Para la máquina 2 el alistamiento también es un porcentaje importante (12.14%) dentro de la utilización total de la prensa (58.1%), no tan crítico como el caso anterior pero siempre significativo.

## **IV DISEÑO**

### **4.1 Justificación de escenarios a evaluar**

La expectativa de la empresa es lograr producir un máximo de 72 lotes de 1000 pliegos de papel de regalo utilizando únicamente las máquinas en estudio. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos en el Diagnóstico, se puede observar como las condiciones actuales no lo permitirían ya que, se requieren horas extras para poder cumplir con los 40 lotes de demanda semanal actual.

En la actualidad se dan casos de demanda insatisfecha y la misma Gerencia no ha deseado buscar ningún otro cliente mayorista importante debido a que los 40 lotes que se producen no dan abasto en la mayoría de las semanas. Por lo tanto, es importante para la empresa lograr incrementar su producción semanal y debido a los costos del papel, la Gerencia estima que se podrían producir un máximo de 72 lotes.

Para lograr posibles mejoras en los métodos actuales de trabajo se proponen dos medidas a tomar :

1. La utilización de la segunda unidad de impresión en la prensa 1, de manera tal que se impriman dos colores a la vez y haya un solo alistamiento en esta máquina.
2. Aumentar la cantidad de pliegos que se cargan en las máquinas 1 y 2 en cada alistamiento. Actualmente se cargan aproximadamente 3000 pliegos y la propuesta es cargar 4000 pliegos. Esto provocaría en el total de la semana un ahorro de tiempo en los alistamientos.

### **4.2 Modelo de los escenarios**

En un primer escenario se utilizó la misma cantidad de 40 lotes para comparar las medidas de desempeño de ambos modelos, mientras que en un segundo escenario se sustituyó la cantidad de lotes de 40 por 72. El modelo propuesto contiene las siguientes modificaciones con respecto a la situación actual :

1. Los tiempos de alistamiento de las máquinas 1 y 2 se dividieron ahora entre cuatro, simulando el hecho de que ahora cada operario cargue 4000 pliegos en lugar de 3000 durante cada alistamiento.
2. Se modificó la secuencia que sigue el papel de regalo, ya que actualmente necesita regresar de la prensa 2 a la prensa 1 para que esta imprima el tercer color, mientras que en el modelo propuesto la máquina 1 imprime dos colores simultáneamente y la segunda máquina imprime el tercer color.

Como la máquina 1 imprimiría dos colores simultáneamente, el tiempo de proceso aumenta, para lo cual se supuso que aumentaba, según los operarios y el Jefe de Planta, en un 40%.

En el Anexo III se puede encontrar el detalle del modelo propuesto.

### 4.3 Análisis de Resultados

#### 4.3.1 Tabla Resumen de Resultados

**Tabla #3 Resumen de resultados para el modelo propuesto**

<b>Medida de Desempeño</b>	<b>Promedio</b>
Tiempo total para 40 lotes	29.86 horas
Porcentaje de alistamiento máq.1	15.43%
Porcentaje de proceso máq. 1	81.48%
Porcentaje de utilización máq.1	96.91%
Porcentaje de alistamiento máq.2	14.89%
Porcentaje de utilización máq. 2	70.34%
Porcentaje de utilización máq.2	85.23%
Porcentaje de utilización empaque	40.56%
Largo de la corrida	40 lotes
Cantidad de corridas	4

Con los resultados obtenidos en el modelo propuesto, se puede observar como el tiempo total de proceso de los 40 lotes disminuye en 17 horas, lo cual redundaría en beneficios importantes para la empresa ya que no se deberían laborar horas extras y se podría dedicar tiempo a imprimir más papel de regalo u otros trabajos.

Se puede observar como los porcentajes de utilización de la máquina 2 y del empaque aumentan con respecto a la situación actual, sin embargo, esto se da debido a que el tiempo total disminuye, por lo que la eficiencia es mayor. Un

ejemplo de esto se da al correr el modelo durante las 46.85 horas que se tardaba en el modelo actual y se obtuvo que el porcentaje de alistamiento de la máquina 2 disminuyó del 12.14% al 9.49%, en forma similar ocurre con el proceso y con el área de empaque.

En cuanto a la máquina 1, el porcentaje de utilización se mantiene muy alto (96%), sin embargo, al igual que lo mencionado anteriormente, el tiempo total es menor. Si se corre el modelo durante las 46.85 horas el porcentaje de utilización caería de un 99% a un 61.78%, lo cual es una disminución muy significativa.

Si se produjeran los 72 lotes de papel de regalo se obtendrían los siguientes resultados :

**Tabla #4 Resumen de resultados para el modelo propuesto  
Producción de 72 lotes**

<b>Medida de Desempeño</b>	<b>Promedio</b>
Tiempo total para 72 lotes	52.74 horas
Porcentaje de alistamiento máq.1	15.5%
Porcentaje de proceso máq. 1	82.57 %
Porcentaje de utilización máq.1	98.07%
Porcentaje de alistamiento máq.2	14.98%
Porcentaje de utilización máq. 2	72.16%
Porcentaje de utilización máq.2	87.14%
Porcentaje de utilización empaque	41.92%
Largo de la corrida	72 lotes
Cantidad de corridas	4

De acuerdo a los resultados obtenidos para la producción de 72 lotes, se puede observar como se requerirían en promedio 10.24 horas extras.

### **4.3.2 Verificación de resultados**

Los resultados obtenidos en el modelo propuesto son muy lógicos ya que al lograr eliminar toda una serie de alistamientos para una máquina y poder imprimir dos colores simultáneamente, el tiempo total del proceso disminuye significativamente, ya que el trabajo realizado por la máquina 1 influye directamente no solo en su desempeño sino en los resultados globales del proceso.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo esperado ya que por ejemplo, los tiempos de alistamiento disminuyen para cada máquina, especialmente para la primera máquina que pasó a realizar la mitad de alistamientos y el tiempo para producir los 40 lotes era de esperarse que disminuyera.

### **4.3.2 Análisis de Resultados**

Al realizar las cuatro corridas del modelo propuesto para la producción de 40 lotes, se puede observar como los tiempos totales de proceso disminuyen significativamente, al necesitar actualmente 46.85 horas, mientras que en el nuevo modelo necesitaría únicamente 29.86 horas para producir la misma cantidad de papel. Esto sin aumentar la cantidad de personal y con la utilización de la maquinaria actual, eso sí, habiendo puesto en funcionamiento la segunda unidad de impresión de la prensa 1.

Si la prensa 1 imprime dos colores simultáneamente, su tiempo de proceso aumenta en un 40%, sin embargo, la cantidad de alistamientos se disminuye a la mitad y por lo tanto hay un ahorro de tiempo significativo al pasar de un porcentaje de alistamiento del 24.55% a un 9.84%.

Por otro lado, actualmente se cargan 3000 pliegos de papel cada vez que se alista la máquina, sin embargo, según los operarios y el Jefe de Planta, por el tipo de papel utilizado y con la programación de producción ajustada de tal manera que se produzcan al menos 4000 pliegos de cada diseño, la máquina estaría en capacidad de recibir 4000 pliegos de carga por alistamiento, lo cual también disminuye la cantidad de estos.

Según la inquietud de la Gerencia de imprimir 72 lotes a la semana de papel de regalo, se puede observar como siempre se requerirían 10.24 horas extras para producirlos y la utilización de la máquina 1 sería bastante elevada con un 98.07%, mientras que la máquina 2 y el empaque siguen sin representar factores críticos dentro del proceso productivo.

### 4.3.3 Evaluación económica

Las modificaciones sugeridas en los escenarios simulados, conllevan una inversión económica bastante cómoda para la empresa, ya que la nueva práctica sugerida para los operarios de que carguen 4000 pliegos en lugar de 3000 por cada alistamiento, no representan ninguna erogación económica adicional.

Por otro lado, el poner a trabajar la segunda unidad de la prensa de impresión #1 significan una inversión económica en partes y en mano de obra de aproximadamente ¢ 400 000.

En la actualidad la empresa requiere de aproximadamente 12 horas extras a la semana para producir los 40 lotes de papel de regalo, mientras que si se ajusta la prensa 1 para producir con las dos unidades simultáneamente, la misma producción de 40 lotes se alcanza dentro de la jornada normal. Esto significaría un ahorro semanal aproximado de :

Hora normal : ¢ 800

Hora extra : ¢ 1200

#horas extras : 12

# operarios : 2

$12 \text{ horas} \times \text{¢ } 1200 \times 2 \text{ operarios} = \text{¢ } 28\,800 \text{ semanales}$

Si se toma en cuenta que la planilla semanal es de aproximadamente ¢ 550 000 , el ahorro semanal representa más de un 5 % del total.

Si la empresa decide producir los 72 lotes de papel de regalo a la semana, requeriría pagar aproximadamente 10 horas extras a los mismos dos operarios, por lo que el monto de planilla se mantendría igual en la actualidad. Sin embargo, el incremento en los ingresos que se produciría al pasar de vender 40 000 a 72 000 pliegos sería bastante significativo, ya que se obtendría un margen de utilidad adicional de ¢ 224 000 a la semana, producto de la venta de 32 000 pliegos adicionales con una utilidad de ¢ 7 por pliego.

#### **4.4 Conclusiones del Diseño**

Al realizar las modificaciones en el modelo, se puede concluir como a través de cambios no muy complejos en el proceso se obtienen mejoras significativas en el incremento de la producción utilizando los mismos recursos. Dichas mejoras se observan en la disminución del tiempo total de proceso para 40 lotes de papel de regalo, el cual bajó de 46.85 horas a 29.86 horas, lo que significa 17 horas menos de proceso y , lo más importante, la no utilización de horas extras para completar la producción.

Además, mediante el modelo propuesto se concluyó que la producción de los 72 lotes de papel de regalo es posible realizarlos con la utilización de aproximadamente 10 horas extras a la semana, lo cual es bastante razonable ya que se compensan con creces al haber la posibilidad de aumentar los ingresos en ¢ 224 000 colones semanales.

Es importante que la empresa tome en cuenta que la utilización de la prensa 1 se encuentra muy cercana al 100 %, está en un 96.91%, lo cual es bastante riesgoso ya que no deja margen para imprevistos o fallas que puedan presentarse. Alguno de estos eventos provocaría un retraso en los tiempos de entrega y de cumplimiento que la empresa pueda tener con clientes.

## **V RECOMENDACIONES**

Luego de analizar los resultados obtenidos mediante la simulación del comportamiento de la producción en la Litografía EUROPA, se puede recomendar la producción de los 72 000 pliegos de papel de regalo a la semana. Esto debido a que si se compara los resultados obtenidos mediante la simulación para la producción de dicha cantidad de papel, se puede observar como el tiempo total de proceso no varía significativamente con respecto a la situación actual de la planta, ya que en este momento se utilizan 4.35 horas extras, mientras que se utilizarían 10 horas extras para producir los 72 lotes, lo cual es una variación aceptable para la empresa.

Para lograr producir la cantidad de pliegos mencionados anteriormente, la empresa debe poner en práctica tres mejoras en el proceso :

1. Que los dos operarios de las máquinas de impresión donde se produciría el papel de regalo carguen en cada alistamiento 4000 pliegos en lugar de los 3000 pliegos que cargan actualmente.

Esto les permitiría disminuir el número de alistamientos diariamente, lo cual redundaría en un ahorro en el tiempo total de proceso a la semana.

2. Sincronizar la producción de cada diseño de papel de regalo, de manera tal que se impriman en lotes de 4000 pliegos o en múltiplos de 4000 y así, hacer posible que cada alistamiento de la máquina corresponda al tiraje de un diseño o de una fracción conocida de ese diseño.
3. Poner en funcionamiento la segunda unidad de impresión de la prensa 1, ya que esta es la máquina que tiene la mayor utilización en la actualidad y la que también tendría la mayor utilización en el diseño propuesto. Al lograr imprimir los dos colores simultáneamente la cantidad de alistamientos caerían a la mitad y el ahorro de tiempo sería considerable.

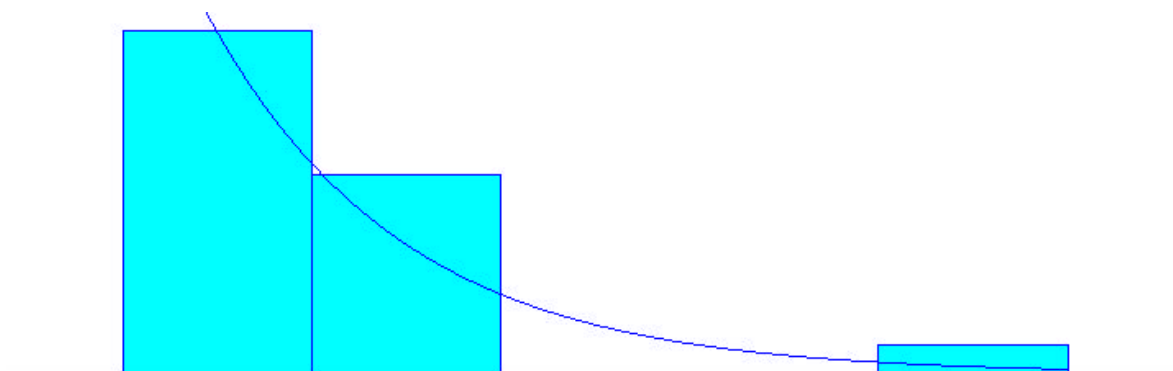
Otra recomendación importante para la empresa es la de controlar muy de cerca el desempeño de la prensa 1, ya que su utilización para alcanzar la meta de producción semanal se encuentra muy cercana al 100%, por lo que cualquier imprevisto en su trabajo normal provocaría un atraso no solo en sus tareas, sino en todo el proceso.

# ***ANEXOS***

## ANEXO I      Bondades de ajuste para datos de entrada

### A.I.I    Distribución para Carga y Calze de Máquina # 1

Esta operación consiste en cargar el papel en la máquina, colocar las planchas en la máquina y calzar la imagen en el papel. De acuerdo al Input Analyzer la distribución a la que mejor se ajustan los datos es la siguiente :

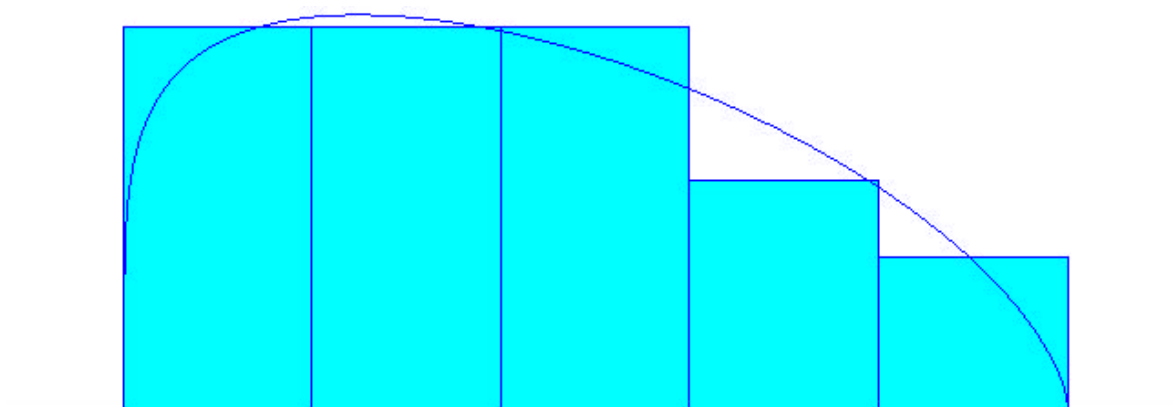


Distribution: Exponential  
Expression:  $17 + \text{EXPO}(9.65)$   
Square Error: 0.024117

Kolmogorov-Smirnov Test  
Test Statistic = 0.163  
Corresponding p-value > 0.15

## A.I.2 Distribución para Carga y Calze de Máquina # 2

Esta operación consiste en cargar el papel en la máquina, colocar las planchas en la máquina y calzar la imagen en el papel. De acuerdo al Input Analyzer la distribución a la que mejor se ajustan los datos es la siguiente :



Distribution: Beta

Expression:  $16 + 23 * \text{BETA}(1.2, 1.61)$

Square Error: 0.001874

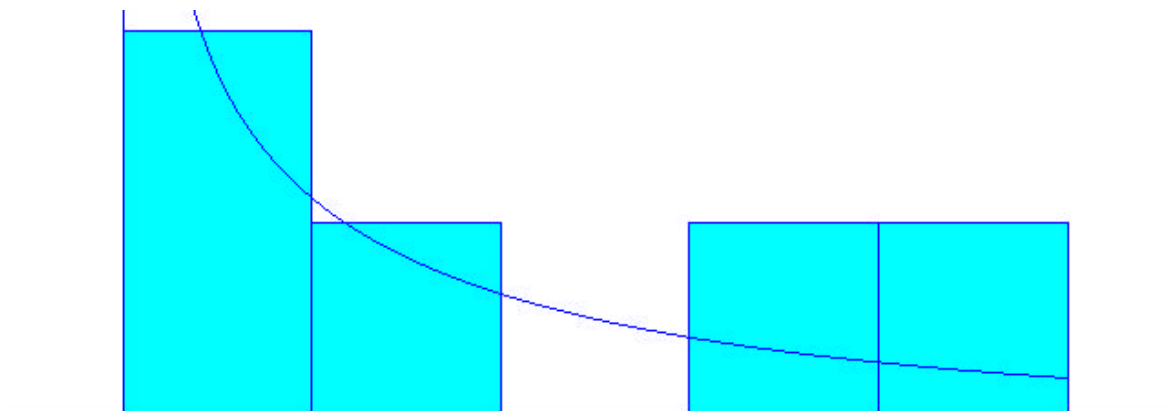
Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.102

Corresponding p-value > 0.15

### A.I.3 Distribución para el área de Empaque

En esta operación se da el acomodo, inspección, conteo y empaque del papel de regalo. De acuerdo al Input Analyzer la distribución a la que mejor se ajustan los datos es la siguiente :

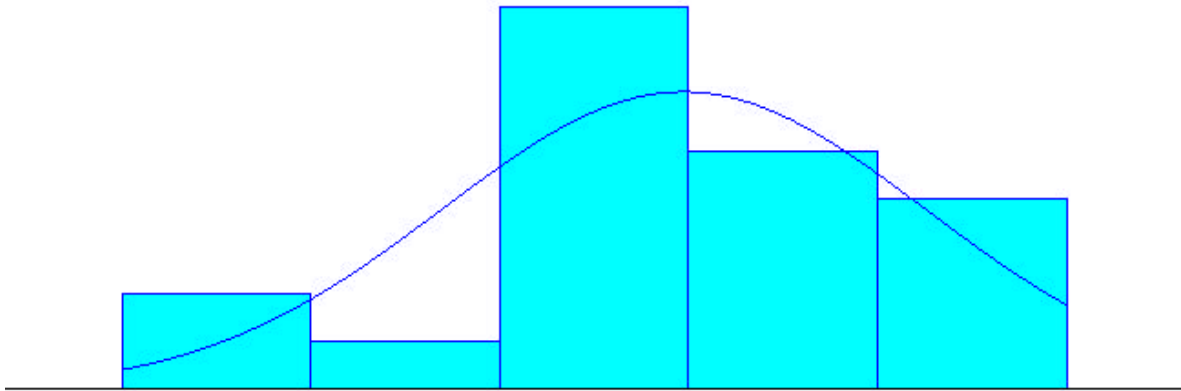


Distribution: Gamma  
Expression:  $61 + \text{GAMM}(22.3, 0.527)$   
Square Error: 0.054693

Kolmogorov-Smirnov Test  
Test Statistic = 0.356  
Corresponding p-value = 0.125

#### A.I.4 Distribución para la impresión de Máquina # 1

Esta operación se da a partir del momento que el papel se encuentra cargado y la imagen se encuentra calzada. De acuerdo al Input Analyzer la distribución a la que mejor se ajustan los datos es la siguiente :



##### Distribution Summary

Distribution: Normal

Expression: NORM(26.1, 4.35)

Square Error: 0.031137

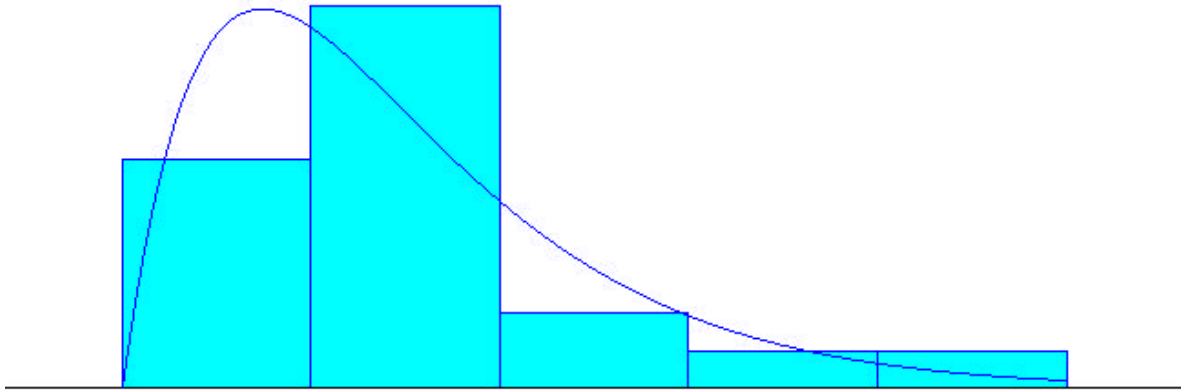
##### Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.125

Corresponding p-value > 0.15

### A.I.5 Distribución para la impresión de Máquina # 2

Esta operación se da a partir del momento que el papel se encuentra cargado y la imagen se encuentra calzada. De acuerdo al Input Analyzer la distribución a la que mejor se ajustan los datos es la siguiente :



Distribution: Erlang  
Expression:  $23 + \text{ERLA}(4.29, 2)$   
Square Error: 0.032405

Kolmogorov-Smirnov Test  
Test Statistic = 0.125  
Corresponding p-value > 0.15

## ANEXO II Archivos SIMAN/View

### Situación actual .

Litografia.exp

PROJECT, Litografia Las Americas,Erika Knohr y Francisco Maroto;

ATTRIBUTES: prioridad:  
QueueTime:  
horaingreso;

STORAGES: Proceso:  
Proceso2:  
Alistamiento2:  
Enter Maq2\_S1:  
Enter Maq1\_S1:  
Alistamiento;

QUEUES: Resource 1\_Q,LVF(prioridad):  
Resource 2\_Q,FIFO:  
empaque\_R\_Q,FIFO;

PICTURES: papelregalomaq1:  
papelregalomaq2:  
papellisto;

RESOURCES: empaque\_R,Capacity(2),-,Stationary:  
Resource 1,Capacity(1),-,Stationary:  
Resource 2,Capacity(1),-,Stationary;

STATIONS: empaque:  
Salida:  
lotes:  
Enter Maq1:  
Enter Maq2;

SEQUENCES: SeqPapelRegalo,Enter Maq1&Enter Maq2&Enter Maq1&empaque&Salida;

COUNTERS: Salida\_C:  
lotes empacados;

TALLIES: empaque\_R\_Q Queue Time:  
Resource 1\_Q Queue Time:  
Salida\_Ta;

DSTATS: NSTO(Alistamiento2)\*100,%Alistamiento2:  
MR(Resource 2),Resource 2 Available:  
NSTO(Alistamiento)\*100,% Alistamiento:  
NR(Resource 2),Resource 2 Busy:  
MR(Resource 1),Resource 1 Available:  
MR(empaque\_R),empaque\_R Available:  
NR(Resource 1),Resource 1 Busy:  
NR(empaque\_R),empaque\_R Busy:  
NQ(empaque\_R\_Q),# in empaque\_R\_Q:

NSTO(Proceso)\*100,% Tiempo Proceso:  
NSTO(Proceso2)\*100,%Proceso2:  
NQ(Resource 2\_Q),# in Resource 2\_Q:  
NQ(Resource 1\_Q),# in Resource 1\_Q;

OUTPUTS: DAVG(% Tiempo Proceso),,%proceso1promedio:  
DAVG(% Alistamiento),,%alistamientopromedio:  
DAVG(%Alistamiento2),,%alistamiento2promedio:  
DAVG(%Proceso2),,%proceso2promedio:  
TNOW/60,,HORA DE FINALIZACION;

REPLICATE, 1,0.0,,Yes,Yes;

SETS: dibujos,papelregalomaq1,papelregalomaq2,papellisto;

## Litografia.mod

Model statements for module: Arrive 1

;

```
57$    CREATE,    40::MARK(horaingreso);
58$    ASSIGN:    prioridad=1:
          NS=SeqPapelRegalo;

18$    STATION,    lotes;
66$    TRACE,     -1,"-Arrived to system at station lotes\n";
21$    ASSIGN:    Picture=papelregalomaq1;
42$    DELAY:     0.;
72$    TRACE,     -1,"-Transferred to next station in sequence\n";
50$    ROUTE:     0.,SEQ;
```

; Model statements for module: Server 3

;

```
1$     STATION,    empaque;
173$   TRACE,     -1,"-Arrived to station empaque\n";
136$   DELAY:     0.;
105$   ASSIGN:    Picture=papellisto;
180$   TRACE,     -1,"-Waiting for resource empaque_R\n";
97$    QUEUE,     empaque_R_Q:MARK(QueueTime);
98$    SEIZE,      1:
          empaque_R,1;
207$   BRANCH,    1:
          If,RTYP(empaque_R).eq.2,208$,Yes:
          If,RTYP(empaque_R).eq.1,110$,Yes;
208$   MOVE:      empaque_R,empaque;
110$   TALLY:     empaque_R_Q Queue Time,INT(QueueTime),1;
217$   DELAY:     0.0;
          TRACE,   -1,"-Delay for processing time (61+Gamm(22.3,0.527))/4\n";
99$   DELAY:     (61+Gamm(22.3,0.527))/4;
181$   TRACE,     -1,"-Releasing resource\n";
100$   RELEASE:   empaque_R,1;
164$   DELAY:     0.;
202$   COUNT:     lotes empacados,1;
187$   TRACE,     -1,"-Transferred to next module\n":NEXT(0$);
```

; Model statements for module: Depart 1

;

```
0$     STATION,    Salida;
248$   TRACE,     -1,"-Arrived to station Salida\n";
218$   DELAY:     0.;
240$   COUNT:     Salida_C,1;
245$   TALLY:     Salida_Ta,Interval(horaingreso),1;
255$   TRACE,     -1,"-Disposing entity\n";
247$   DISPOSE;
```

; Model statements for module: Resource 1

;

; Model statements for module: Enter 1

;

```
8$     STATION,    Enter Maq1;
```

```

285$    TRACE,      -1,"-Arrived to station Enter Maq1\n";
265$    STORE:      Enter Maq1_S1;
264$    DELAY:      0.;
279$    UNSTORE;
284$    DELAY:      0.000:NEXT(3$);

;    Model statements for module: Seize 1
;
3$      QUEUE,      Resource 1_Q:MARK(QueueTime);
293$    SEIZE,:     Resource 1,1;
298$    ASSIGN:     j=j;
294$    TALLY:      Resource 1_Q Queue Time,INT( QueueTime),1:NEXT(5$);

;    Model statements for module: Delay 1
;
5$      TRACE,      -1,"-Delaying for time (17+EXPO(9.65))/3\n";
299$    DELAY:      (17+EXPO(9.65))/3,Alistamiento:NEXT(10$);

;    Model statements for module: Assign 1
;
10$     TRACE,      -1,"-Making assignments\n";
300$    ASSIGN:     prioridad=2:NEXT(6$);

;    Model statements for module: Delay 2
;
6$      TRACE,      -1,"-Delaying for time NORM(26.1,4.35)\n";
301$    DELAY:      NORM(26.1,4.35),Proceso:NEXT(7$);

;    Model statements for module: Release 1
;
7$      TRACE,      -1,"-Releasing resources\n";
302$    RELEASE:    Resource 1,1:NEXT(9$);

;    Model statements for module: Leave 1
;
9$      DELAY:      0.00;
314$    DELAY:      0.;
339$    TRACE,      -1,"-Transferred to next station in sequence\n";
323$    ROUTE:      0.,SEQ;

;    Model statements for module: Enter 2
;

11$     STATION,    Enter Maq2;
375$    TRACE,      -1,"-Arrived to station Enter Maq2\n";
355$    STORE:      Enter Maq2_S1;
354$    DELAY:      0.;
369$    UNSTORE;
374$    DELAY:      0.000:NEXT(13$);

;    Model statements for module: Seize 2
;
13$     TRACE,      -1,"-Waiting for resources\n";
383$    SEIZE,:     Resource 2,1;
388$    ASSIGN:     j=j;
385$    DELAY:      0.000:NEXT(14$);

```

```
; Model statements for module: Delay 3
;
14$      TRACE,      -1,"-Delaying for time (16+23*Beta(1.2,1.61))/3\n";
389$     DELAY:      (16+23*Beta(1.2,1.61))/3,Alistamiento2:NEXT(15$);
```

```
; Model statements for module: Delay 4
;
15$      TRACE,      -1,"-Delaying for time 23+ERLA(4.29,2)\n";
390$     DELAY:      23+ERLA(4.29,2),Proceso2:NEXT(16$);
```

```
; Model statements for module: Release 2
;
16$      TRACE,      -1,"-Releasing resources\n";
391$     RELEASE:     Resource 2,1:NEXT(17$);
```

```
; Model statements for module: Leave 2
;
17$      DELAY:      0.00;
403$     DELAY:      0.;
393$     ASSIGN:     Picture=papelregalomaq2;
428$     TRACE,      -1,"-Transferred to next station in sequence\n";
412$     ROUTE:      0.,SEQ;
```

```
; Model statements for module: Resource 2
```

## Modelo Propuesto

Litografiaprop.exp

PROJECT, Litografia Las Americas,Erika Knohr y Francisco Maroto;

ATTRIBUTES: QueueTime:  
horaingreso;

STORAGES: Proceso:  
Proceso2:  
Alistamiento2:  
Enter Maq2\_S1:  
Enter Maq1\_S1:  
Alistamiento;

QUEUES: Resource 1\_Q,FIFO(prioridad):  
Resource 2\_Q,FIFO:  
empaque\_R\_Q,FIFO;

PICTURES: papelmaq1:  
papelmaq2:  
papellisto;

RESOURCES: empaque\_R,Capacity(2),-,Stationary:  
Resource 1,Capacity(1),-,Stationary:  
Resource 2,Capacity(1),-,Stationary;

STATIONS: empaque:  
lotes:  
Salida:  
Enter Maq1:  
Enter Maq2;

SEQUENCES: SeqPapelRegalo,Enter Maq1&Enter Maq2&empaque&Salida;

COUNTERS: lotes empacados:  
Salida\_C;

TALLIES: empaque\_R\_Q Queue Time:  
Resource 1\_Q Queue Time:  
Salida\_Ta;

DSTATS: NSTO(Alistamiento)\*100,% Alistamiento:  
MR(Resource 2),Resource 2 Available:  
NSTO(Alistamiento2)\*100,%Alistamiento2:  
MR(empaque\_R),empaque\_R Available:  
MR(Resource 1),Resource 1 Available:  
NR(Resource 2),Resource 2 Busy:  
NR(Resource 1),Resource 1 Busy:  
NQ(empaque\_R\_Q),# in empaque\_R\_Q:  
NR(empaque\_R),empaque\_R Busy:  
NSTO(Proceso)\*100,% Tiempo Proceso:  
NSTO(Proceso2)\*100,%Proceso2:  
NQ(Resource 2\_Q),# in Resource 2\_Q:

NQ(Resource 1\_Q),# in Resource 1\_Q;

OUTPUTS: TNOW/60,,HORA DE FINALIZACION;

REPLICATE, 4,0.0,,Yes,Yes;

SETS: dibujos,papelmaq1,papelmaq2,papellisto;

## Litografiaprop.mod

Model statements for module: Arrive 1

;

```
56$    CREATE,    40::MARK(horaingreso);
57$    ASSIGN:    NS=SeqPapelRegalo;

17$    STATION,    lotes;
65$    TRACE,     -1,"-Arrived to system at station lotes\n";
20$    ASSIGN:    Picture=papelmaq1;
41$    DELAY:     0.;
54$    ASSIGN:    Picture=0;
71$    TRACE,     -1,"-Transferred to next station in sequence\n";
49$    ROUTE:     0.,SEQ;
```

; Model statements for module: Server 3

;

```
1$     STATION,    empaque;
172$   TRACE,     -1,"-Arrived to station empaque\n";
135$   DELAY:     0.;
121$   ASSIGN:    Picture=0;
179$   TRACE,     -1,"-Waiting for resource empaque_R\n";
96$   QUEUE,      empaque_R_Q:MARK(QueueTime);
97$   SEIZE,      1:
        empaque_R,1;
206$   BRANCH,    1:
        If,RTYP(empaque_R).eq.2,207$,Yes:
        If,RTYP(empaque_R).eq.1,109$,Yes;
207$   MOVE:      empaque_R,empaque;
109$   TALLY:     empaque_R_Q Queue Time,INT(QueueTime),1;
216$   DELAY:     0.0;
        TRACE,    -1,"-Delay for processing time (61+ GAMM(22.3,0.527))/4\n";
98$   DELAY:     (61+GAMM(22.3,0.527))/4;
180$   TRACE,     -1,"-Releasing resource\n";
99$   RELEASE:    empaque_R,1;
163$   DELAY:     0.;
201$   COUNT:     lotes empacados,1;
186$   TRACE,     -1,"-Transferred to next module\n":NEXT(0$);
```

; Model statements for module: Depart 1

;

```
0$     STATION,    Salida;
247$   TRACE,     -1,"-Arrived to station Salida\n";
217$   DELAY:     0.;
239$   COUNT:     Salida_C,1;
244$   TALLY:     Salida_Ta,Interval(horaingreso),1;
254$   TRACE,     -1,"-Disposing entity\n";
246$   DISPOSE;
```

;

```

;
; Model statements for module: Resource 1
;

; Model statements for module: Enter 1
;

8$      STATION,    Enter Maq1;
284$    TRACE,      -1,"-Arrived to station Enter Maq1\n";
264$    STORE:      Enter Maq1_S1;
263$    DELAY:      0.;
278$    UNSTORE;
283$    DELAY:      0.000:NEXT(3$);

; Model statements for module: Seize 1
;
3$      QUEUE,      Resource 1_Q:MARK(QueueTime);
292$    SEIZE,:      Resource 1,1;
297$    ASSIGN:      j=j;
293$    TALLY:      Resource 1_Q Queue Time,INT( QueueTime),1:NEXT(5$);

; Model statements for module: Delay 1
;
5$      TRACE,      -1,"-Delaying for time (17+EXPO(9.65))/4\n";
298$    DELAY:      (17+EXPO(9.65))/4,Alistamiento:NEXT(6$);

; Model statements for module: Delay 2
;
6$      TRACE,      -1,"-Delaying for time (NORM(26.1,4.35))*1.4\n";
299$    DELAY:      (NORM(26.1,4.35))*1.4,Proceso:NEXT(7$);

; Model statements for module: Release 1
;
7$      TRACE,      -1,"-Releasing resources\n";
300$    RELEASE:      Resource 1,1:NEXT(9$);

; Model statements for module: Leave 1
;
9$      DELAY:      0.00;
312$    DELAY:      0.;
337$    TRACE,      -1,"-Transferred to next station in sequence\n";
321$    ROUTE:      0.,SEQ;

; Model statements for module: Enter 2
;

10$     STATION,    Enter Maq2;
373$    TRACE,      -1,"-Arrived to station Enter Maq2\n";
353$    STORE:      Enter Maq2_S1;
352$    DELAY:      0.;
367$    UNSTORE;
372$    DELAY:      0.000:NEXT(12$);

```

```

;   Model statements for module: Seize 2
;
12$   TRACE,      -1,"-Waiting for resources\n";
381$   SEIZE,;     Resource 2,1;
386$   ASSIGN:     j=j;
383$   DELAY:      0.000:NEXT(13$);

;   Model statements for module: Delay 3
;
13$   TRACE,      -1,"-Delaying for time (16+23*BETA(1.2,1.61))/4\n";
387$   DELAY:      (16+23*BETA(1.2,1.61))/4,Alistamiento2:NEXT(14$);

;   Model statements for module: Delay 4
;
14$   TRACE,      -1,"-Delaying for time 23+ERLA(4.29,2)\n";
388$   DELAY:      23+ERLA(4.29,2),Proceso2:NEXT(15$);

;   Model statements for module: Release 2
;
15$   TRACE,      -1,"-Releasing resources\n";
389$   RELEASE:    Resource 2,1:NEXT(16$);

;   Model statements for module: Leave 2
;
16$   DELAY:      0.00;
401$   DELAY:      0.;
426$   TRACE,      -1,"-Transferred to next station in sequence\n";
410$   ROUTE:      0.,SEQ;

;   Model statements for module: Resource 2

```