



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

PROPUESTA DE MODELO DE SIMULACION DE NEGOCIOS
PROMODEL PARA LA EMPRESA INCARPEL SECTOR
MANUFACTURERO DE LA PROVINCIA DE EL ORO.

CARCHIPULLA SISALIMA MARIELA KATHERINE
INGENIERA COMERCIAL MENCIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

PROPUESTA DE MODELO DE SIMULACION DE NEGOCIOS
PROMODEL PARA LA EMPRESA INCARPEL SECTOR
MANUFACTURERO DE LA PROVINCIA DE EL ORO.

CARCHIPULLA SISALIMA MARIELA KATHERINE
INGENIERA COMERCIAL MENCIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE
EMPRESAS

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

EXAMEN COMPLEXIVO

PROPUESTA DE MODELO DE SIMULACION DE NEGOCIOS PROMODEL PARA
LA EMPRESA INCARPEL SECTOR MANUFACTURERO DE LA PROVINCIA DE EL
ORO.

CARCHIPULLA SISALIMA MARIELA KATHERINE
INGENIERA COMERCIAL MENCIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

ROMERO HIDALGO OSCAR MAURICIO

MACHALA, 08 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
08 de diciembre de 2020

Trabajo de Titulación

por Mariela Katherine CARCHIPULLA SISALIMA

Fecha de entrega: 17-nov-2020 08:24p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1449524629

Nombre del archivo: CARCHIPULLA-MARIELA-PRESENTAR.pdf (425.54K)

Total de palabras: 5055

Total de caracteres: 29552

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, CARCHIPULLA SISALIMA MARIELA KATHERINE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado PROPUESTA DE MODELO DE SIMULACION DE NEGOCIOS PROMODEL PARA LA EMPRESA INCARPEL SECTOR MANUFACTURERO DE LA PROVINCIA DE EL ORO., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 08 de diciembre de 2020



CARCHIPULLA SISALIMA MARIELA KATHERINE
0706704020

RESUMEN

La industria manufacturera se ha visto beneficiada con el uso de la simulación de negocios. Softwares como ProModel, permiten visualizar el comportamiento de variables sometidas a escenarios posibles, que puedan afectar directa o indirectamente a determinada empresa, de modo que opten por los caminos que brinden mayor utilidad. En la cartonera INCARPEL de la provincia del Oro, se presentan pérdidas a causa de los elevados tiempos improductivos ocasionados por el alistamiento de impresoras. A razón de ello, en este caso práctico se planteó como objetivo diseñar una propuesta de un modelo de simulación de negocios para las empresas manufactureras de la provincia del El Oro.

Se aplicó una *metodología* de enfoque teórico de análisis explicativo y descriptivo, a través de las variables de estudio en el sector manufacturero. Se compiló, además, literatura pertinente desde revistas científicas, para fundamentar el desarrollo de este trabajo. En cuanto a los datos contextuales, se obtuvieron mediante la aplicación de una entrevista, en la que se esquematizó el funcionamiento del proceso de alistamiento de cuerpos de impresión de la cartonera.

Como *resultado* de esta simulación, se redujo tiempos improductivos en el proceso de alistamiento de 786 horas a tan solo 316 horas. Lo que le significaría a la cartonera \$ 490.680,00. más de utilidades.

Se determina que la implementación del modelo de simulación propuesto, afectaría positivamente la productividad de la cartonera INCARPEL, pues disminuirá el tiempo improductivo y elevará considerablemente la utilidad anual de la misma, generando a largo plazo una mejora en su productividad.

Palabras claves: Simulación, Manufactura, Procesos, alistamiento, tiempos improductivos.

ABSTRACT

The manufacturing industry has benefited from the use of business simulation. Software such as ProModel, allow you to visualize the behavior of variables subject to possible scenarios, which may directly or indirectly affect a certain company, so that they choose the paths that provide greater utility. In the INCARPEL cardboard factory in the province of Oro, there are losses due to the high unproductive times caused by the setting up of printers. For this reason, in this practical case the objective was to design a proposal for a business simulation model for manufacturing companies in the province of El Oro.

A methodology of theoretical approach of explanatory and descriptive analysis was applied, through the study variables in the manufacturing sector. In addition, pertinent literature from scientific journals was compiled to support the development of this work. Regarding the contextual data, they were obtained through the application of an interview, in which the operation of the process of enlisting the printing bodies of the cardboard box was outlined.

As a result of this simulation, downtime in the setup process was reduced from 786 hours to just 316 hours. Those that would mean \$ 490,680.00 to the cartonera. more profit.

It is determined that the implementation of the proposed simulation model would positively affect the productivity of the INCARPEL carton factory, since it will reduce unproductive time and considerably increase its annual utility, generating in the long term an improvement in its productivity.

Keywords: Simulation, Manufacturing, Processes, enlistment, unproductive times.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
ÍNDICE DE CONTENIDO	3
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS	5
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Contextualización.....	6
1.1.3 Objetivo general.....	7
1.1.4 Objetivo específico	7
1.1.5 Indicadores del Problema.....	7
1.1.6 Ventaja competitiva:	7
1.1.7 Alternativa de solución	8
2. DESARROLLO	9
2.1 Marco Teórico	9
2.1.3 Simulación	9
2.1.4 Ventajas de los modelos de simulación	9
2.1.5 Desventajas de los Modelos de Simulación.....	10
2.1.6 Clasificación de Simuladores de Negocio	10
2.1.7 Ejemplo de una empresa productora en una celda de manufactura simulada en ProModel	11
2.1.8 Fases de un proyecto de simulación	12
2.2 Metodología del Modelo de simulación ProModel.....	13
2.2.3 Simulador ProModel.....	13
2.2.4 Componentes de ProModel: dentro de este simulador encontramos los siguientes componentes:.....	13
2.2.5 Propuesta de aplicación del Simulador ProModel en la empresa cartonera INCARPEL.....	14
2.2.6 Procedimiento de Simulación ProModel	14
CONCLUSIONES	20
REFERENCIAS.....	21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tiempo improductivo.....	15
Tabla 2. Comparación Modo de producción actual y Modelo de producción actual.....	19
Tabla 3. Unidades y Utilidades adicionales con el modelo propuesto	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma proceso de alistamiento de impresoras en cartonera INCARPEL	15
Figura 2. Locaciones.....	16
Figura 3. Entidades.....	17
Figura 4. Procesos.....	17
Figura 5. Arribos.....	18
Figura 6. Proceso de alistamiento de cuerpos de impresión en cartonera INCARPEL...	18

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contextualización

Las industrias manufactureras en los países en vía de desarrollo han conducido a la generación de empleo y al crecimiento de la actividad económica, su desempeño está determinado por la productividad, que es la relación entre insumos y el producto (Molina y Castro, 2015). En Latinoamérica, el impulso a las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) es uno de los principales objetivos de las naciones. En estas condiciones, muchos estudios sobre las pequeñas empresas se han realizado en los países de la región y se ha generado una considerable atención a los aspectos que la caracterizan, con un especial interés en la innovación como un factor clave para la mejora de su competitividad (Astudillo y Briozzo, 2016).

La importancia de este tipo de empresas queda en evidencia a través de variables como contribución al Producto Interno Bruto (PIB), generación de empleo y valor agregado, fomento del empleo formal, movilidad entre los estratos sociales, calificación de la mano de obra y mejor distribución del ingreso. En Colombia, la Pequeña y Mediana Industria no encuentra una definición formal, el término queda implícito bajo la denominación Pequeña y Mediana empresa del sector Manufacturero. (Oliveros, 2015).

Esto nos indica que en países latinoamericanos el sector manufacturero como es en el caso de las micro, pequeñas y medianas empresas están expuestas a la competencia que existe al su alrededor, donde no son beneficiarios de aumentos de precios a nivel global donde no pueden alcanzar resultados favorables, de tal manera que pueden implementar un modelo de simulación que ayudara con un análisis estratégico proporcionado, teniendo en cuenta que la toma de decisiones sea basada a los resultados del análisis desarrollado. En el sector de la manufactura, los emprendimientos han sido fundamentales y su contribución a la economía, de acuerdo con la conferencia presentada en la Universidad de las Américas UDLA: “La industria manufacturera es uno de los sectores más relevantes en Ecuador, este fortalece al país ya que más allá de ser un área que desarrolla productos con valor agregado, genera fuentes de empleo, según datos del INEC en septiembre del año pasado esta actividad generó el 11% de fuentes de trabajo totales en el Ecuador (UDLA, 2018)

En la provincia de El Oro, el sector manufacturero, aún no ha aplicado la simulación de negocios, que ha ocasionado tiempos improductivos por la falta de alistamiento de las empresas, se han generado problemas en los modelos de operación de los procesos productivos, privando a dichas empresas de los beneficios que proporciona a su productividad, que por sí presenta gran escases de desarrollo económico, por tal razón se propone un modelo de simulación de negocios con el fin que sea óptimo para el mercado competitivo, está claro que aportaría en la correcta toma de decisiones, y a manejar planes para posibles escenarios a lo largo de la vida de las empresas manufactureras.

1.1.3 Objetivo general:

Diseñar una propuesta de un modelo de simulación de negocios para las empresas manufactureras de la provincia del El Oro.

1.1.4 Objetivo específico

1. Determinar la implementación de software de simulación para el mejoramiento de toma de decisiones en la organización.
2. Evaluar alternativas de optimización para los procesos de producción en el sector manufacturero.

1.1.5 Indicadores del Problema

1. Tiempos improductivos por alistamiento de impresoras
2. Problemas en los modelos de Operación en los procesos de producción

1.1.6 Ventaja competitiva:

La empresa al corregir los tiempos improductivos, minimizan los problemas en los modelos de operación de todos los procesos de la empresa, ya que su productividad se incrementará, y pondrá a disposición del mercado, sus productos con los más altos estándares de calidad, y por ende la empresa estará en un mayor nivel de competitividad.

Para este trabajo investigativo se utilizará una metodología de enfoque teórico y de análisis explicativo y descriptivo, a través de las variables de estudio del modelo de simulación de negocio del sector manufacturero.

Se desarrollará bases teóricas y se considerara la metodología de investigación bibliográfica de tipo de investigación es correlacional, se hará una entrevista.

1.1.7 Alternativa de solución

Se pretende obtener como resultado de la investigación, el mejoramiento de los procesos de alistamiento en las impresoras, disminuyendo los tiempos improductivos y potencializando la capacidad de producción de la cartonera. Para lo cual se propone una alternativa de operación paralela entre la producción general y el proceso de alistamiento.

2. DESARROLLO

2.1 *Marco Teórico*

La simulación de negocios en las empresas manufacturera se ha convertido en una herramienta de suma importancia para la optimización de recursos y anticipación a escenarios que podrían enfrentar dichas entidades, para el desarrollo de este estudio es menester entender a qué se refiere un simulador y los temas que conllevan su aplicación.

2.1.3 *Simulación*

La simulación es la representación gráfica de algún proceso, sistema de producción o sistema real a través del tiempo, ya sea diseñada manualmente o en una computadora, la simulación compromete la generación de un historial artificial de un sistema y su observación para obtener inferencias relacionadas con las características operativas del sistema real (Díaz, et al., 2018).

La necesidad producir eficientemente sin causar ningún tipo de retraso en la hora de la entrega de un producto es un factor de suma importancia para las empresas que desean permanecer activas en el mercado competitivo, cumpliendo con la calidad, cantidad y tiempos de entregas necesarios. Por lo tanto, es necesario implementar un sistema de producción que sea sumamente eficiente, siendo así una solución para las plantas de manufactura que busquen eficacia en cada uno de sus procesos (Arango, et al., 2015).

Una simulación es un mecanismo que sirve totalmente para el desarrollo de actividades que es de mucha ayuda para los sectores económicos, con el fin de lograr conocimientos competentes en la hora de tomar decisiones, donde a su vez es capaz de imitar procesos en horas e incluso meses o años.

2.1.4 *Ventajas de los modelos de simulación*

Principales ventajas que se deben tomar en cuenta al momento de elaborar un modelo de simulación:

- Permite evaluar todos los aspectos para la toma de decisiones necesarios para apreciar el impacto de los cambios o adiciones antes de implementar un sistema.

- Facilita el explorar nuevas políticas y procedimientos sin interrumpir la operación de los procesos del sistema real.
- Hace factible diagnosticar problemas presentes en los procesos de producción.
- Identifica restricciones o cuellos de botella en un proceso.
- La inversión resulta más baja con relación a los costos de implementación de los cambios (Elizondo y Arguedas, 2019).

2.1.5 *Desventajas de los Modelos de Simulación*

- En situaciones complejas requiere equipo costoso y la obtención de los resultados puede tomar un tiempo considerable.
- Por ser una aproximación del sistema real no genera necesariamente las soluciones óptimas para los problemas.
- El usuario debe generar las condiciones y restricciones.
- Se requiere de equipo informático, software especializado y del conocimiento y entrenamiento necesarios para poder aplicarlo.
- Por ser un enfoque iterativo de ensayo y error puede generar diferentes soluciones. (Elizondo y Arguedas, 2019).

Nos indica la factibilidad que tiene este modelo en muchas empresas ayudando a reducción de costos y a la mejora de sus procesos logrando un mejor rendimiento para las organizaciones, sin embargo la desventaja de los modelos de simulación puede verse afectado si no contiene de datos reales, lo que afecta tanto en sus desarrollo como en la tomas de decisiones del mismo, en caso de algún paso a seguir de los modelos sea minimizado es probable que los resultados sean poco favorables para la empresa.

2.1.6 *Clasificación de Simuladores de Negocio*

Los modelos de simulación es una representación estudiada para el desarrollo de sistemas por ello son clasificados de la siguiente manera:

- *Discretos o continuos:* Si es continua se refiere a que puede tomar como valor cualquier número real. Si es discreta, se limita a solo algunos valores específicos.

- *Determinísticos o estocásticos:* Los estocásticos introducen elementos de incertidumbre y aleatoriedad, por el contrario, los que no tienen entradas aleatorias son deterministas.
- *Estáticos o dinámicos:* Determinados por el tiempo: si las variables cambian con el tiempo, es dinámico; por el contrario, si los valores no cambian con el tiempo es estático.
- *Con o sin retroalimentación:* Con retroalimentación el modelo utiliza el valor de salida como nueva entrada, sin retroalimentación no deduce si el valor da salida y vuelve a usarse como valor de entrada (Cantú, et al., 2016).

Se puede decir que dentro de su clasificación el simulador propuesto es de evento discreto lo cual se lo caracteriza por ser un evento que inicia su simulación no se detiene hasta que sea culminado esta técnica en su totalidad, el modelo de evento discreto o continuo es utilizado por otros modelos como es Software Arena, FlexSim, y ProModel etc. Por ello cuenta con sus respectivas etapas para poder aplicar de la mejor manera en empresas que necesiten mejorar su productividad

2.1.7 Ejemplo de una empresa productora en una celda de manufactura simulada en ProModel

Una FMC (Flexible Manufacturing Cells) es un grupo de máquinas o estaciones de trabajo relacionadas que realizan una tarea específica donde puede medirse en cuanto al mejoramiento en calidad, la reducción en costos e inventario, y un mejor manejo de los productos.

La empresa tiene como objetivo realizar una simulación de la celda de manufactura flexible de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, utilizando el software ProModel, con el fin de predecir posibles mejoras para el aumento de la productividad. Este aumento de productividad está enmarcado en los esfuerzos que conlleva una toma de decisión para un mejoramiento de la calidad de los procesos.

Por otra parte, la simulación ha demostrado ser capaz de hacer frente a las tareas de mejora de la productividad y la eficiencia en las que estas dificultades se superponen e interactúan.

Históricamente, la mayor parte del éxito de la simulación que ha tenido en otros sectores de la economía (por ejemplo, el servicio, el transporte y el cuidado de la salud) se ha debido en gran medida a la reputación que se ganó en el sector manufacturero (Bernal, et al., 2015).

Como se pudo notar la metodología aplicada en esta empresa de manufactura dio resultados positivos en cuanto a la productividad y al mejoramiento de toma de decisiones para una mejor calidad en sus procesos, para ello cada empresa debe comprender de la mejor manera la utilización de estos simuladores y el gran beneficio que se tiene de esta tecnología que se puede evaluar sistema de manejo de materiales, prestación de servicio entre otros sistemas más.

2.1.8 Fases de un proyecto de simulación

A continuación, se presentan las fases de un proyecto de simulación que se componen de la siguiente manera:

- 1) *Formulación del problema:* Se estructura el problema de acuerdo al que se enfrente la empresa.
- 2) *Recolección de datos:* Se utilizará la información recabada del área donde se realizará el proceso de simulación.
- 3) *Diseño de un modelo conceptual:* se realiza un diagrama de proceso a simular.
- 4) *Construcción del modelo:* Se construye el modelo de simulación con el fin del resolver el problema analizado por la empresa.
- 5) *Verificación:* los datos utilizados deben ser reales para que los resultados sean satisfactorios.
- 6) *Experimentación:* Observa el comportamiento del modelo ante las variaciones.
- 7) *Análisis de Resultados:* Se determina los mejores resultados y se evalúa todas las alternativas posibles del sistema que se puedan resolver del problema planteado con anterioridad.
- 8) *Documentación:* Se pone en práctica las mejores propuestas, para tomar la mejor decisión de acuerdo al estudio realizado con el simulador que se aplicara (López, et al, 2018).

De acuerdo con las fases mencionadas se establece la forma de cómo llevarlas a cabo definiendo desde el problema hasta la implementación de sus propuestas, sin minimizar ninguna etapa a seguir para que los resultados sean satisfactorios. También se hace énfasis en la parte de la recopilación de datos donde la información debe ser concisa para saber qué modelo correcto se debe utilizar, teniendo en cuenta que los modelos esta diseñados para todo tipo de empresa, el propósito de esto es difundir o enriquecer el conocimiento y de su importancia de los modelos que son útiles para el desarrollo económico de muchos sectores industriales.

2.2 Metodología del Modelo de simulación ProModel

2.2.3 Simulador ProModel

El presente trabajo investigativo se utilizará el simulador ProModel, de evento discretos es utilizado en diversas empresas para la planificación, diseño y optimización de procesos industriales la mejora de su fabricación. Este permite realizar con claridad los procesos reales que se presenten, con el fin de analizar el rendimiento y los cuellos de botella.

ProModel es un programa de simulación de procesos industriales, permite simular cualquier tipo de proceso de manufactura, además de procesos logísticos, procesos de manejos de materiales y contiene excelentes simulaciones de talleres, grúas viajeras, bandas de transporte y mucho más. ProModel es un paquete de simulación que no realiza solamente el simulado, sino también optimiza los modelos ingresados (Pérez y Hernández, 2018).

2.2.4 Componentes de ProModel

- *ProModel*: Es el área de trabajo donde se define el modelo y todos sus componentes. En este módulo se programa todo lo que tiene que ver con las relaciones entre las variables del modelo, tanto contadores como relaciones lógicas, flujos, actividades y ciclos.
- *Entities*: Se refiere a los insumos que serán procesados y transformados en un producto o servicio.
- *Locations*: Son las locaciones que transforman a los insumos en producto o servicio, es decir máquinas y/o personas.

- *Arrivals*: Estas son las especificaciones en cuanto a cantidad, clase, periodicidad y estación de arribo de las entradas o insumos.
- *Processing*: tal como indica el nombre este elemento refiere al orden, el tiempo y la forma estructurada en que se moverán los insumos de locación a locación (Zuluaga y Gómez, 2018).

2.2.5 *Propuesta de aplicación del Simulador ProModel en la empresa cartonera INCARPEL*

Se aplicaron los pasos que corresponden simulador ProModel, en la empresa ecuatoriana cartonera INCARPEL manufacturera industrial que se dedica a la producción de empaques de papel y de cartón corrugado, cuenta con 4 plantas dentro del Ecuador, distribuidas en 4 provincias incluido en la provincia de El Oro.

De acuerdo a lo planteado por Bernal et al. (2015) la simulación permite mejorar los procesos dentro de las empresas, por lo cual, para efecto del estudio presente, se aplicará la simulación en la empresa cartonera INCARPEL específicamente el proceso de mantenimiento de maquinaria, se han detectado un sin números de irregularidades que afecta la desorganización operacional dentro de los grupos de trabajo , lo cual causa mala calidad en su producción, depende de ellos que el tiempo de cambio sea mínimo para que no se siga generando grandes pérdidas.

2.2.6 *Procedimiento de Simulación ProModel*

A continuación, se desagregan los pasos que implicó aplicar la simulación ProModel en cartonera INCARPEL y su proceso de preparación de maquina:

- 1) *Formulación de Problema*: Diseñar una propuesta de alistamiento para las impresoras, con el fin de reducir los tiempos improductivos, considerando que las operaciones de cartonera INCARPEL se realizan durante todo el año, 24 horas al día.
- 2) *Recolección de datos*: Los datos acerca del proceso de impresión, fueron recopilados mediante la aplicación de una entrevista, en la cual se llegó a determinar que el proceso de impresión está integrado al proceso de producción de cartones de manera que, al momento de empezar a producir una orden o pedido, las impresoras están encendidas y en funcionamiento desde el primer instante junto a la demás maquinaria.

Además, que se evidenció el hecho de que el actual modelo de funcionamiento de la maquinaria que rige en la empresa se registra en el alistamiento de las impresoras una demora total en el año de 786 horas. Y como indicaron los miembros de la empresa, es el proceso que más demora causa a la productividad de la cartonera.

Tabla 1. Tiempo improductivo

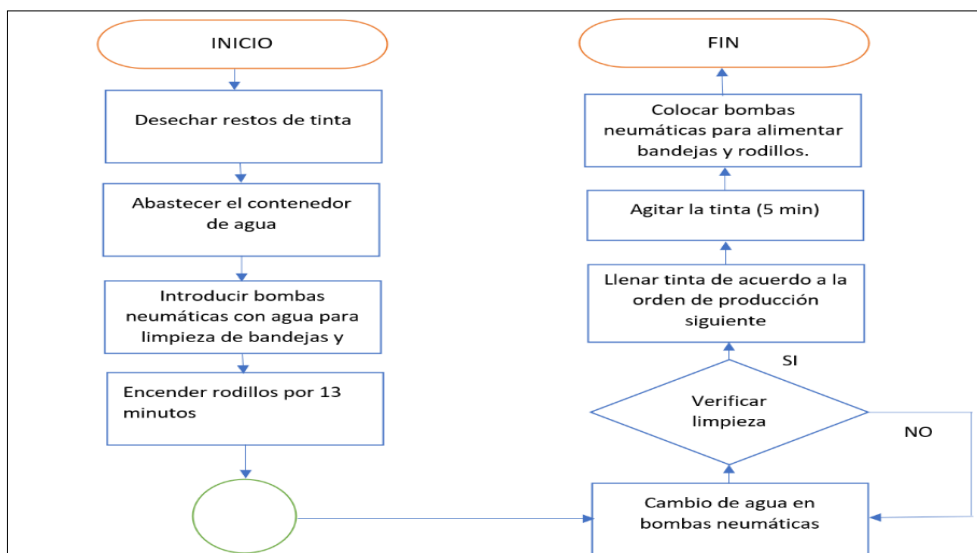
Descripción	Valoración
Unidades por hora cada impresora	3.500
Utilidad aprox. Por cada unidad	\$ 0,29
Tiempo improductivo (horas)	786
Cajas que se producirían	2.751.000
Pérdida	\$ 797.790,00

Fuente: Entrevista aplicada en la cartonera INCARPEL.

Tal como se detalla en la tabla 1. con 786 horas de tiempo improductivo se deja de producir un total de 2`751.000 millones de cajas, este valor llevado a términos monetarios, y tomando en cuenta que la utilidad que genera cada caja es de 0.29 ctvs. aproximadamente, se registra en pérdidas a esta causa un considerable valor de \$ 797.790,00

3) *Diseño del Modelo:* Mediante un flujograma se extrae y representa el proceso de alistamiento que reciben las impresoras:

Figura 1. Flujograma proceso de alistamiento de impresoras en cartonera INCARPEL



Fuente: Desarrollado según datos de la cartonera INCARPEL

4) *Construcción del Modelo*: La máquina que hace la impresión contiene cuatro cuerpos de impresión, en las cuales se puede imprimir de 4 colores diferentes, está conectada al proceso general de elaboración de cartón.

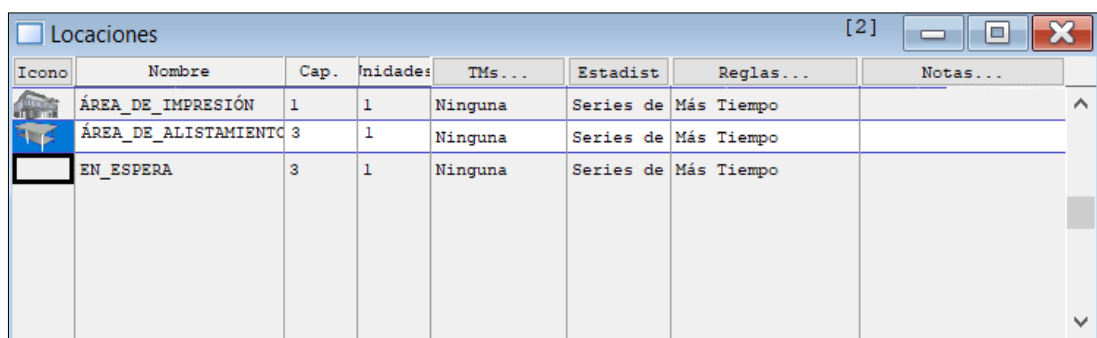
La máquina impresora debe ser alistada (cambio de agua y llenado de tinta) cada 281 minutos para que tenga un funcionamiento óptimo, y para este alistamiento se debe parar la maquina durante 24 minutos y luego empezar con el nuevo proceso. Existe un método que se puede aplicar en esta cartonera, que, si bien significaría una inversión fuerte a corto plazo, generaría utilidades mayores al largo plazo.




Este método consiste en separar los cuerpos impresores, de modo que se ponga en el proceso de producción uno o dos cuerpos, ya que la mayoría de pedidos solo contiene impresiones de uno y dos colores, de esta forma quedarían dos cuerpos impresores libres a los cuales se alistarían para producir inmediatamente después de que se termine un proceso de producción.

Este modelo fue implementado en el simulador ProModel, con los siguientes componentes:

- *Locaciones*: para efecto de esta simulación se colocaron como locaciones dos áreas, el área de alistamiento con una capacidad de una impresora, y un área de impresión con una capacidad también de una impresora, pues en el proceso de producción al iniciar ya se conecta la impresora que esta alistada. En el área de impresión las impresoras pasan 281 minutos de producción luego de los cuales son transferidas a el área de alistamiento, en donde se alistarán por 24 minutos. Figura 2.

Figura 2. Locaciones

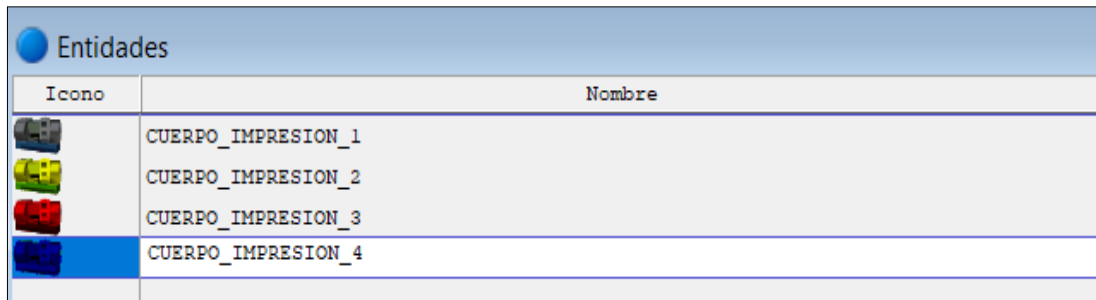






Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...	Notas...
	ÁREA_DE_IMPRESIÓN	1	1	Ninguna	Series de	Más Tiempo	
	ÁREA_DE_ALISTAMIENTO	3	1	Ninguna	Series de	Más Tiempo	
	EN_ESPERA	3	1	Ninguna	Series de	Más Tiempo	

Fuente: Simulación en ProModel realizada para efecto de este caso práctico.

- *Entidades:* como entidades se determinó los cuatro cuerpos de impresión que se obtendrán. Figura 3.

Figura 3. Entidades

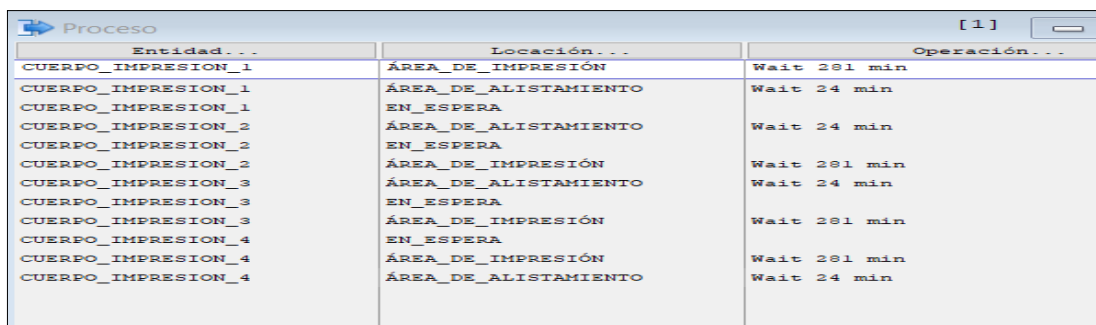


Icono	Nombre
	CUERPO_IMPRESION_1
	CUERPO_IMPRESION_2
	CUERPO_IMPRESION_3
	CUERPO_IMPRESION_4

Fuente: Simulación en ProModel realizada para efecto de este caso práctico.

- *Proceso:* los procesos a las que se someterán las entidades son el proceso de impresión con una duración de 281 minutos luego del cual pasan al proceso de alistamiento con una duración de 24 minutos, para luego retornar al área de impresión y continuar el ciclo. Figura 4.

Figura 4. Procesos



Entidad...	Locación...	Operación...
CUERPO_IMPRESION_1	ÁREA_DE_IMPRESIÓN	Wait 281 min
CUERPO_IMPRESION_1	ÁREA_DE_ALISTAMIENTO	Wait 24 min
CUERPO_IMPRESION_1	EN_ESPERA	
CUERPO_IMPRESION_2	ÁREA_DE_ALISTAMIENTO	Wait 24 min
CUERPO_IMPRESION_2	EN_ESPERA	
CUERPO_IMPRESION_2	ÁREA_DE_IMPRESIÓN	Wait 281 min
CUERPO_IMPRESION_3	ÁREA_DE_ALISTAMIENTO	Wait 24 min
CUERPO_IMPRESION_3	EN_ESPERA	
CUERPO_IMPRESION_3	ÁREA_DE_IMPRESIÓN	Wait 281 min
CUERPO_IMPRESION_4	EN_ESPERA	
CUERPO_IMPRESION_4	ÁREA_DE_IMPRESIÓN	Wait 281 min
CUERPO_IMPRESION_4	ÁREA_DE_ALISTAMIENTO	Wait 24 min

Fuente: Simulación en ProModel realizada para efecto de este caso práctico.

- *Arribos:* el área de impresión tiene capacidad de un cuerpo de impresión en cada producción, mientras que en el área de alistamiento puede dar tratamiento a dos cuerpos por arribo con una duración promedio de 24 minutos en dicho proceso, iniciaran la jornada con un cuerpo impresor en área de impresión, una en el área de alistamiento y dos en área de espera. Figura 5.

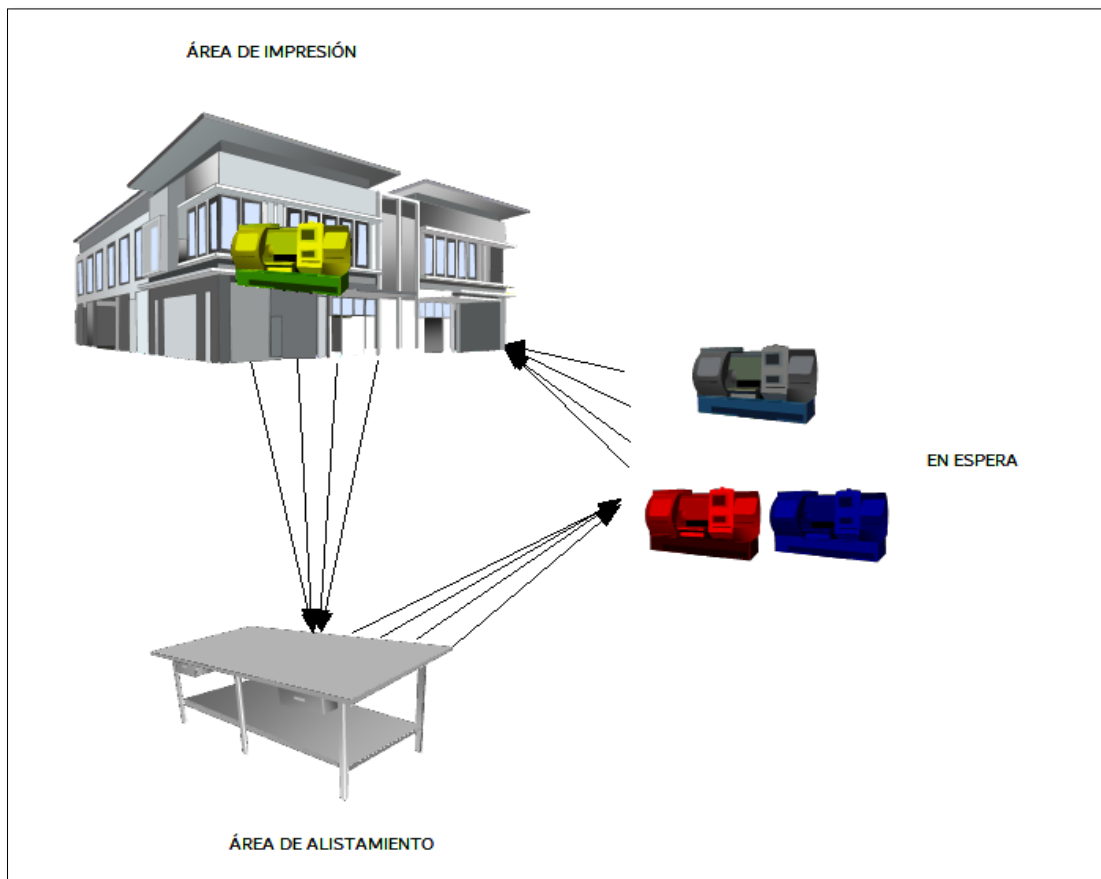
Figura 5. Arribos

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia
CUERPO_IMPRESION_1	ÁREA_DE_IMPRESIÓN	1	0	5.45	24 HR
CUERPO_IMPRESION_2	ÁREA_DE_ALISTAMIENTO	1	0	5.45	24 HR
CUERPO_IMPRESION_3	EN_ESPERA	1	0	5.45	24 HR
CUERPO_IMPRESION_4	EN_ESPERA	1	0	5.45	24 HR

Fuente: Simulación en ProModel realizada para efecto de este caso práctico.

Con cada uno de los componentes listos se procede a ejecutar el modelo de simulación, diseñado en el programa ProModel versión estudiante, visualizando el proceso de alistamiento como muestra la figura 6.

Figura 6. Proceso de alistamiento de cuerpos de impresión en cartonera INCARPEL



Fuente: Simulación en ProModel realizada para efecto de este caso práctico.

- **Verificación Análisis y Experimentación**

La simulación del proceso de alistamiento de impresoras de cartonera INCARPEL realizado en el simulado ProModel, arroja los siguientes resultados:

Tabla 2. Comparación Modo de producción actual y Modelo de producción actual

Tiempo	Modelo actual	Modelo propuesto
Alistamiento	786 horas	316 horas

Fuente: Entrevista aplicada en la cartonera INCARPEL.

- **Documentación:** Los tiempos improductivos se reducen de 786 horas a 316 horas, es decir que los cuerpos impresores, por separado, producirán 470 horas más con el nuevo modo de operación, lo cual, expresado en unidades producidas y utilidades generadas adicionales, se resumen en la tabla3:

Tabla 3. Unidades y Utilidades adicionales con el modelo propuesto

Descripción	Valores
Horas de producción adicional	470
Utilidad por cada unidad producida	\$ 0.29
Total, de unidades adicionales	1`692.000
Total, de utilidad	\$ 490.680,00

Fuente: Entrevista aplicada en la cartonera INCARPEL.

El desarrollo de la metodología implementada en este caso práctico en la empresa cartonera INCARPEL se obtuvo una disminución del tiempo improductivo de las impresoras instaladas en el proceso de producción de 786 horas a 316 horas. Lo cual nos indica que la cartonera estará en la capacidad de producir 1`692.000 unidades más con este nuevo modelo de operación en el proceso de alistamiento de las impresoras. Además, cabe mencionar que registrarían \$ 490.680,00 adicionales, con lo cual se califica como positiva el resultado de esta propuesta para su implementación en la empresa cartonera INCARPEL.

CONCLUSIONES

En relación con el objetivo general y objetivos específicos planteados a este caso práctico se concluye:

- El modelo de simulación ProModel es una herramienta eficiente y efectiva que permite llevar a cabo simulaciones de diferentes escenarios, y jugar con posibles combinaciones de variables dependientes como recursos, procesos, tiempo y cantidades, convirtiendo dichos escenarios, de cierta manera en una realidad controlada, brindando datos vitales para la posterior toma de decisiones en la empresa , y en lo posterior la elaboración de planes de prevención, salvaguardando los intereses de la empresa y sus propietarios.
- Que la implementación del modelo de simulación propuesto, para el proceso de alistamiento en la empresa cartonera INCARPEL, nos permitió disminuir el tiempo improductivo convirtiendo las impresoras en dos cuerpos separados del proceso de producción total, utilizando solo un cuerpo de impresión en cada orden de producción y brindar alistamiento a la que este desconectada.
- El modelo ProModel en sus procesos de aplicación facilito la toma decisiones con menor posibilidad de fracaso, pues con ella se crean escenarios que al ejecutarse arrojan resultados en poco tiempo y sin más uso de recursos que un sistema tecnológico de simulación. Con esta herramienta se podrán hacer estudios, implementación de nuevas tecnologías y sistemas, cambio de recursos, cambio de maquinarias, productividad de las empresas actuales sobre todo en la creación de nuevas empresas que contribuyan al desarrollo económico y social de los países que las acogerán.

REFERENCIAS

- Arango, M., Campuzano, L., & Zapata, J. (julio-diciembre de 2015). Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 221-234. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a14.pdf>
- Astudillo, S., & Briozzo, A. (Julio-septiembre de 2016). Innovación en las PYMES manufactureras de Ecuador y Argentina. *Semestre Económico*, 19(40), 117-144. doi:DOI: 10.22395/seec.v19n40a5
- Bernal, M., Sarmiento, G., & Restrepo, J. (abril-Junio de 2015). Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane. *Revista Tecnura*, 19(44), 133-144. doi:doi:http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a10
- Cantú, J., Guardado, M., & Balderas, J. (Enero-Junio de 2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5), 21. Obtenido de <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/567/604>
- Díaz, M., Zárate, R., & Román, R. (11 de Abril de 2018). Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba. *Redalyc*, 22(2), 97-104. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458109002/html/index.html>
- Echeverría Yáñez, M. E., & Villacís Buenaño, L. F. (2015). *Diseño, simulación y optimización de un proceso industrial, discreto e híbrido en el área de fabricación y ensamblaje*. Tesis Magister en Diseño, Producción y Automatización Industrial, Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11857>
- López, A., Aída, G., & Alcaraz, S. (20 de Octubre de 2018). Simulación para la optimización de la producción de ejes en la línea de ensamblaje de una empresa de manufactura. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XX(1), 1-9. doi:https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2019.20n1.005
- Molina, A., & Castro, G. (Diciembre de 2015). Análisis de eficiencia del sector industrial manufacturero en cinco países suramericanos, 1995-20081. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas*, 15(29), 93-112. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1002/100243953005.pdf>
- Oliveros, J. (Julio-Septiembre de 2015). Estructura económico-financiera de pequeñas y medianas empresas manufactureras colombo-venezolanas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 20(71), 397-418. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/290/29042408002.pdf>
- Pérez, R., & Hernández, A. (2018). *Simulación de Procesos de Producción en Configuración Jobshop*. Comunicaciones del CIMAT, Ciencias de la Computación. Obtenido de <https://www.cimat.mx/reportes/enlinea/I-18-02.pdf>

- Ramón, A., & Barboza, R. (Octubre-Diciembre de 2019). Uso de la simulación en procesos de construcción. *Tecnología en Marcha*, 32(4), 145-157. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v32i4.4799>
- UDLA. (NOVIEMBRE de 2018). En la UDLA se analizó el presente del sector manufacturero en el Ecuador. *Universidad de las Américas*. Recuperado el OCTUBRE de 2020, de <https://www.udla.edu.ec/2018/11/30/en-la-udla-se-analiza-el-presente-del-sector-manufacturero-en-el-ecuador/>
- Valencia, S. (2016). *Simulación de un proceso metalmecánico para identificar acciones de mejora utilizando la metodología TPM (mantenimiento productivo total)*. Título de Ingeniero Industrial, Universidad San Buenaventura Medellín. Obtenido de http://www.bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4328/3/Simulacion_Proceso_Metalmecanico_Valencia_2016.pdf
- Zuluaga , C., & Gómez, M. (6 de Junio de 2018). Propuesta de escenario lúdico para facilitar el proceso de enseñanza – aprendizaje en temáticas de Simulación Discreta. *Scientia et Technica*, 23(2), 187-194. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/849/84958001008/html/index.html>