

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Simulación del proceso productivo de pegamentos gris en la empresa
corporación Arellano Perú SAC para aumentar su productividad**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Rosita de los Milagros Renteria Vasquez

ASESOR

Santos Confesor Gabriel Blas

<https://orcid.org/0000-0003-0306-108X>

Chiclayo, 2023

SIMULACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE PEGAMENTOS GRIS EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ARELLANO PERÚ SAC PARA AUMENTAR SU PRODUCTIVIDAD

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	etj.uotechnology.edu.iq Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Engineering Institute of Technology Trabajo del estudiante	1%
6	José Mourato, Luís Pinto Ferreira, José Carlos Sá, Francisco J.G. Silva, Teresa Dieguez, Benny Tjahjono. "Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques", International Journal of Productivity and Performance Management, 2020 Publicación	<1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Referencias	25

Resumen

El presente trabajo de investigación ha sido desarrollado en la empresa de Corporación Arellano Perú SAC la cual se dedica a la fabricación y distribución de pegamento para mayólica gris, dentro de su proceso tienen cuellos de botella de 2 y 5 min en las áreas de pesado y mezclado. Lo que no les permite satisfacer con la demanda establecida y a su vez generando pérdidas económicas a la empresa. Por ello se planteó como objetivo general simular el proceso de producción del pegamento gris de para aumentar la productividad, iniciando con un diagnóstico de la situación actual en que se encuentra el área de producción de la empresa Corporación Arellano Perú SAC, donde se propuso mejoras del proceso actual de producción a través del software ProModel y finalmente, se evaluó la productividad del antes y después de los cambios propuestos. La metodología de la presente investigación es de tipo aplicada, es decir, analiza cada etapa del proceso, tomando nota los tiempos de llegada de la materia prima hasta la finalización del producto. La simulación arrojó como resultado que aumento a 10 la cantidad de bolsas producidas por minuto, con una producción total de 82,73 bolsas gris al día y una reducción en los tiempos de 15,52%

Palabras Clave: Demanda, simulación, productividad, pérdidas económicas.

Abstract

The present research work has been developed in the company of Corporación Arellano Perú SAC which is dedicated to the manufacture and distribution of glue for gray majolica, within its process they have bottlenecks of 2 and 5 min in the areas of weighing and mixed. What does not allow them to meet the established demand and in turn generating economic losses to the company. For this reason, the general objective was to simulate the production process of gray glue to increase productivity, starting with a diagnosis of the current situation in which the production area of the company Corporación Arellano Perú SAC is found, where improvements to the process were proposed. current production process through the ProModel software and finally, the productivity of before and after the proposed changes was evaluated. The methodology of the present investigation is of an applied type, that is, it analyzes each stage of the process, taking note of the arrival times of the raw material until the end of the product. The simulation showed as a result that the number of bags produced per minute increased to 10, with a total production of 82.73 gray bags per day and a reduction in times of 15.52%.

Keywords: Demand, simulation, productivity, economic losses.

Introducción

Con los mercados vastos y competitivos del mundo actual, la cadena de suministro global debe mantener un equilibrio óptimo de inventario para compensar la demanda de los consumidores e invertir de manera eficiente. Esto se vuelve aún más difícil en casos de inestabilidad financiera. Como resultado, los empresarios pueden mantener su negocio llevando al mercado productos de alta calidad para establecer una posición de mercado con los clientes a costos más bajos y márgenes de ganancia más altos. Intentando crear el nivel óptimo.

Desde un punto de vista nacional el sector de construcción se encontró afectado por la pandemia. De La Vega, en su entrevista para el diario oficial El Peruano, nos dice que el sector ha disminuido 13,9 % en el año 2020 y en el 2022 se prevé que crezca un 3,8% aproximadamente. Con este crecimiento aumentará posteriormente la demanda de materiales para edificación como, pegamentos, ladrillos, cemento hierro, etc. [1]

Por otra parte, debido a que no se tienen registros porcentuales con respecto al pegamento para mayólica, se tomará el consumo interno de cemento, según MVCS en el 2020 este aumentó un 9,73% en su actividad comercial particularmente presentando un aumento de 1,6% de ventas en las tiendas del área de acabados del sector de la construcción. [2]

La empresa Corporación Arellano Perú SAC, está asignada a la venta y distribución de pegamentos para mayólica, la empresa cuenta con diversos productos, donde su producto más importante mediante la metodología ABC es el pegamento gris con un 73,61% en el mercado, es por ello que será tomado para poder realizar la investigación.

La empresa actualmente tiene la capacidad de producir 75 a 85 unidades/día, sin embargo, sólo llegan a originar 25 a 35 unidades/día, para ello necesita mejorar su producción ya que, está permaneciendo postergada en el mercado, a su vez tiene otros problemas como cuellos de botella de 5, 6 min los cuales causan demoras en la producción, generando costos elevados de alrededor S/. 1 811,4 soles.

Por lo cual, surge la siguiente interrogante ¿Cómo la simulación del proceso de productivo del pegamento gris de la empresa Corporación Arellano Perú SAC puede aumentar la productividad? Por consiguiente, se planteó el objetivo general simular el proceso de producción del pegamento gris de la empresa Corporación Arellano Perú SAC para aumentar la productividad, simultáneamente desarrollando objetivos más concretos como diagnosticar la situación en que se encuentra el área de producción de la empresa Corporación Arellano Perú SAC, proponer cambios en el proceso actual de producción a través del software

ProModel y finalmente, evaluar la productividad del antes y después de los cambios propuestos.

El artículo de investigación tiene como justificación acrecentar los indicadores de productividad de la empresa Corporación Arellano Perú SAC, como el cumplimiento de los pedidos, lograr que la empresa pueda alargar su ciclo de vida en el mercado y en la mente de los consumidores; haciendo uso del software ProModel en el proceso productivo del pegamento gris en el periodo de enero a diciembre del 2021.

I. Marco teórico

Antes de desarrollar su investigación, debe comenzar por aclarar los conceptos específicos del proceso y así comprender mejor los términos y referencias utilizados.

La simulación es un proceso aleatorio que se encuentra en los procesos de fabricación o servicio, por lo que se pueden formar en nuevos modos a través de la simulación discreta. Este tema es a menudo difícil de explicar y requiere un conocimiento considerable, ya que es una tarea compleja. El propósito del modelo de simulación es comprender, analizar y mejorar con precisión las condiciones de trabajo o los procesos correspondientes del sistema. El sistema debe ser visible, así tenga gran cantidad de variables, aún puede funcionar porque se puede obtener un valor numérico con una entrada particular. Esto significa que la entrada afecta el comportamiento del sistema. Pueden administrarse y no administrarse, pero la salida del sistema está determinada por el sistema. [3]

La producción es cualquier operación o proceso, que se encarga de convertir los recursos en servicios o bienes mediante la tecnología., por ello en este caso se utilizará el software ProModel. [4]

La productividad es la tasa de producción que tiene un sistema de servicio o producción y la utilización los recursos para producirlo. Así, la productividad se precisa como el uso eficaz de la tierra, mano de obra, materias primas, capital, recursos y la energía para producir diversos bienes y servicios.[5]

Tenemos la productividad parcial calculándola con la siguiente fórmula:

$$Productividad\ parcial = \frac{Salida\ total}{Una\ entrada}$$

Por otro lado, la productividad total, se orienta en los insumos que se usan para la productividad de un servicio u bien. Se muestra la consecutiva fórmula:

$$Productividad\ total = \frac{Bienes\ y\ servicios\ productivos}{Mano\ de\ obra + materia\ prima + otros}$$

En el 2019, Pinto *et al.* [6] en su investigación titulada o “*Improving the order fulfilment process at a metalwork company*”, en este artículo se su objetivo principal fue el de analizar diversas empresas metalúrgicas y así optimizar los métodos de desempeño para aumentar la producción. Para hacer esto, su investigación contiene revisiones de distintos documentos y luego uso un mapeo de valor de flujo de procesos para obtener descripciones detalladas de los procesos del negocio y comprender otros problemas que trae en conjunto. En uno de los problemas encontrados incluyeron largos tiempos de transporte y bajo rendimiento en la producción, lo que resultó en un rendimiento deficiente. En base a estas cuestiones, se propuso una medida innovadora para reducir el proceso interno del transporte de los productos mediante la creación de una celda compuesta por un conductor y dos automóviles, concluyendo que implementación redujo un número total de movimientos en un 20 % y aumentó su producción hasta un 65 %.

En el 2017, Suhardini *et al.* [7] en su estudio “*Design and simulation plant layout using Systematic Layout Planning*”, tuvo como principal objetivo desarrollar un modelo para la planta de materiales de construcción Gunaprima Budiwijaya con el fin de elevar su capacidad de producción. Ellos enfrentaron el problema de tener un diseño deficiente, el cual provocaba que se cortara el tráfico en el área de elaboración, rediseño y constó de tres pasos: Revisar el diseño existente, rediseñar un nuevo proceso de la planta basado en la metodología SLP y por último evaluar y seleccionar un diseño alternativo utilizando el software ProModel y así evaluar dos criterios importantes: como costos de dirección de materiales utilizando estimaciones de la administración de materiales (MHES) y tiempos de procesos simulados. Como conclusión, se tuvo la adición de máquinas y operadores ha aumentado la capacidad de producción hasta en un 37,5 % y el diseño mejorado reduce los costos de manejo. Mediante el uso de un enfoque de planificación de diseño sistemático, los costos de manejo de materiales se reducen en un 10,98 % en comparación con el diseño original.

En el 2020, Angarita *et al.* [8] nos dice en su investigación “*Analysis of the time variable in on-site concrete production*” donde se estudió el contexto de las actividades de construcción, permitiendo dimensionar su incidencia y la forma correcta que se debe de analizar. Tuvo como objetivo establecer cómo el tiempo determina la productividad en la producción de concreto. De esta forma, se pudo encontrar que esta variable, al ser analizada en las actividades de construcción, analizándola desde 3 puntos de vista, como tiempo productivo,

tiempo contributivo y tiempo no remunerado. Luego de los cálculos y el análisis de estos tiempos se tuvo como resultado final que la actividad de producción de hormigón en obra corresponde al tiempo productivo en un 46%, un tiempo contributivo de 30% y un tiempo no contributivo de 24%. Concluyendo que las acciones unidas con el sector de construcción, no puede concebirse el tiempo con una definición absoluta, sino que debe analizarse de forma discriminada, según el tiempo medido para una actividad, contribuyendo o no al ascenso de la creación en una obra de construcción. Se encontró que estos tiempos no se encuentran dentro de los tiempos óptimos propuestos en la literatura para disminuir las pérdidas en el trabajo realizado, que rondan el 60% para el tiempo contributivo, el 25% para el tiempo productivo y el 15% para el tiempo no contributivo. Lo anterior indica que la medición de la variable tiempo y su adecuado análisis es fundamental para implementar procesos de aumento y de la mejora de fabricación en el sector de la construcción, particularmente en la forma en que se distribuye el tiempo para la producción de concreto en obra.

En el 2019, Fernandes *et al.* [9] en su investigación “*Optimization of the production process of sealing bricks in a Ceramic Factory in Urucurituba City in Amazonas – Brazil*”, su objetivo principal fue analizar el proceso de producción de ladrillos en la empresa. Con base en el uso de herramientas como diagramas de espina de pescado o también conocido como efecto - causa, diagramas de los procesos y 5S, con una producción mensual de 320 000 ladrillos, solo el 87 % se pudo vender y el 13 % se descartó. Debido a 3 factores: el 16,92% es ladrillo cocido, el 38,6% es ladrillo verde y el 44,62% es ladrillo fisurado. Sin embargo, la causa fundamental de esta disminución está relacionada con la mezcla y cocción de ladrillos. Efectivamente, la mezcla se hizo por ensayo y error y uno de los hornos estaba en mal estado durante la fase de cocción. Considerando esto, además de adquirir un termómetro digital para el horno y una lona para protegerlo, se sugirió una mezcla de agua (32%), tierra (23%) y arcilla (5%), para calcular la temperatura adecuada. Gira la puerta del horno. Estas propuestas eliminaron el 10,8% de los desperdicios que la empresa tenía en ladrillos defectuosos y ahora tienen una eficiencia productiva del 97,8%.

En el año 2018, Castro, *et al.* [10] en su artículo “Simulación de Modelos Discretos para el proceso de elaboración de bloques de arcilla de la empresa Tejar Arcillas Zuligres S.A.S” El objetivo fue evaluar la flexibilidad de los procesos de la producción de la empresa Tejar Arcillas SAS a través de el modelado de los procesos productivos. Para ello caracterizó el proceso de fabricación de bloques de arcilla, modeló la Proceso utilizando el software Flexsim y mejoras de proceso propuestas para mejorar la productividad. Luego de la

aplicación de la simulación del proceso empleada por los autores, la capacidad de producción de bloques de arcilla de la compañía aumento a 69 026 bloques producidos semanalmente sin problemas, sin embargo, la producción es de solo 60,000 tabletas, esto se debía a varios factores, como la mala calidad de la arcilla, como, falta de mantenimiento de algunas máquinas, rotura de bloques durante la etapa de secado, humedad ambiental y personal no calificado en el manejo de productos terminados y el cargue y descargue del producto terminado.

II. Metodología

La presente investigación, es de tipo aplicada pues se centra en plantear estrategias para corregir una problemática. De acuerdo con el nivel de estudio, es de tipo descriptiva, y por la naturaleza de los datos recolectados en la indagación es de tipo cuantitativa, pues estudia la realidad de la empresa a través de la medición de las variables en el artículo.

El diseño es cuantitativo, no experimental y transversal debido a que las variables independientes fueron puestas a disposición y no manipuladas, y la recolección de datos se realizó en un solo período de tiempo.

1.1.Métodos

Debido a la situación actual, no es posible acceder a las empresas para recolectar los datos, por lo que la información se recopila a través de fuentes secundarias. Por ello para el diagnóstico de la situación actual, se recogieron datos generales de la empresa, los tipos de productos que produce y suministra, así como las materias primas, aditivos y compuestos necesarios para su desarrollo. Luego se consiguió un análisis del diagrama de Ishikawa, un diagrama de análisis de proceso (DAP) para ver el tiempo de cada proceso reflejado en la hoja de resumen. Además, para su desarrollo fue necesario el uso del software ProModel para simular el cómo venía trabajando la empresa, de esta manera se organizaron que las estaciones vendrían a ser las locaciones del programa, mientras que la materia prima para la elaboración de pegamento para mayólica que vienen a ser las entidades. Gracias a esta información, pudimos identificar los principales problemas que encontró la empresa en el proceso de producción. Para el segundo objetivo se ha utilizado un programa para crear el proceso de simulación se llamó ProModel [software] con el cual se pudo construir el nuevo modelo.

Al desarrollar la segunda tarea ya estaba simulado el proceso de producción actual, por lo que, en base a lo anteriormente dicho, se sugirieron mejoras, en base al análisis de cada estación, la cantidad de equipos, se estudiaron los tiempos requeridos. Para la producción, y así se tomó la decisión de rediseño más adecuada para el sistema de producción. Para el

último propósito, se determinó el desempeño de la línea de producción tanto antes como después de la propuesta de mejora, de esa manera se pudo apreciar los cambios obtenidos del proceso de pegamento para mayólica el cual es beneficioso para la industria de construcción.

III. Resultados

Diagnosticar la situación en que se encuentra el área de producción de la empresa Corporación Arellano Perú SAC

Luego de conocer la situación actual de la empresa Corporación Arellano Perú SAC, se elaboró el siguiente diagrama Ishikawa:

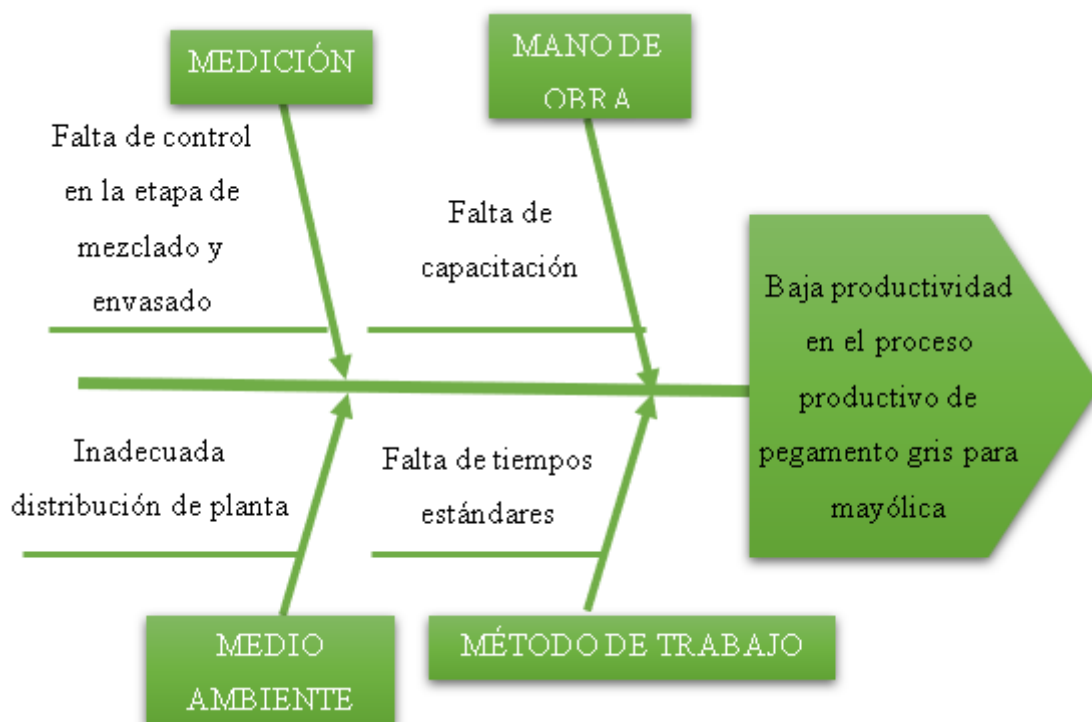


Ilustración 1: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia en base a Ishikawa [5]

- **Clasificación ABC**

La empresa cuenta con tres tipos de pegamentos, los cuales son clasificados para saber a qué categoría pertenecen, debido a que, el producto más vendido posee una mayor importancia, generando más ventas por sus unidades demandadas.

Tabla1: Análisis ABC de los productos por el volumen de ventas del periodo de enero - diciembre 2021

Productos	Volumen de ventas	Valor %	Acumulado	Zona
Gris	24205	73.61	73.61	A
Flexible	6633	20.17	93.78	B
Porcelanato	2045	6.22	100.00	C

Fuente: Elaboración propia

Pérdidas económicas

Las pérdidas económicas surgen debido a que los clientes requieren de más demanda de pegamento gris, sin embargo, la empresa presenta demoras en su proceso productivo causando roturas en su stock a su vez grandes pérdidas económicas entre 11 970 hasta 13 885.2 soles.

Tabla2: Pérdidas económicas del periodo de enero - diciembre 2021

Meses	Rotura de stock	Utilidad	Pérdidas económicas
Enero	2156	5.7	S/ 12,289.2
Febrero	2268	5.7	S/ 12,927.6
Marzo	2100	5.7	S/ 11,970.0
Abril	2212	5.7	S/ 12,608.4
Mayo	2044	5.7	S/ 11,650.8
Junio	2380	5.7	S/ 13,566.0
Julio	2296	5.7	S/ 13,087.2
Agosto	2184	5.7	S/ 12,448.8
Setiembre	2158	5.7	S/ 12,300.6
Octubre	2240	5.7	S/ 12,768.0
Noviembre	2436	5.7	S/ 13,885.2
Diciembre	2132	5.7	S/ 12,152.4

Fuente: Elaboración propia

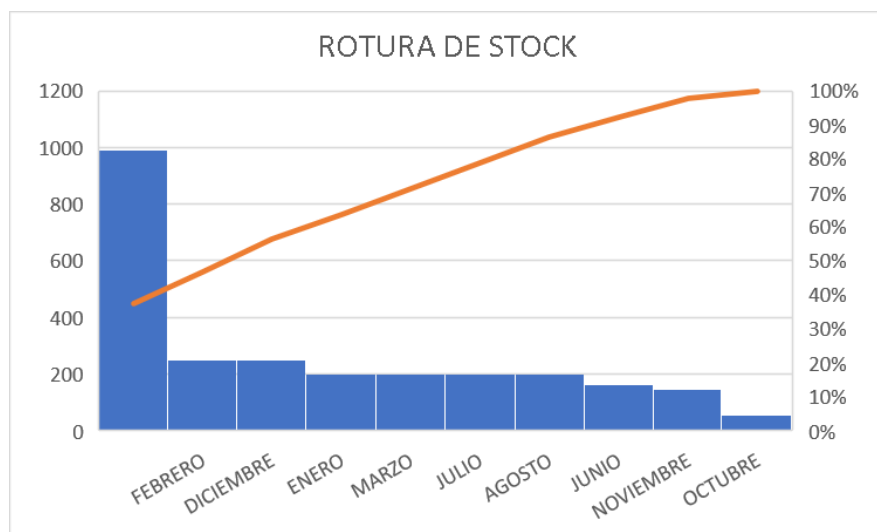


Ilustración 2: Rotura de stock de enero a diciembre 2021

Fuente: Elaboración propia

Recursos del proceso

Son aquellas materias primas que se emplean para la fabricación del pegamento gris para mayólica, dentro de estas se puede encontrar:

Cemento rojo: Se encuentra en un 20.4% en peso dentro de la mezcla.

Arena: Se encuentra en un 79.36% en peso dentro de la mezcla.

Aditivo: Se encuentra en un 0.192% en peso dentro de la mezcla.

Pero la empresa no siempre respeta estas proporciones específicas, porque a través de la revisión del proceso, las personas que realizan el proceso de mezclado de la materia lo harán acuerdo a su experiencia.

Diagrama de Análisis de Proceso.

La empresa cuenta con el siguiente DAP del proceso de fabricación de pegamento gris para mayólica:

Tabla 3: Histograma del diagrama de procesos

Diagrama N°2	Hoja N°1 de 1	Actividad	S	Cantidad		
Proceso	Elaboración de pegamento gris para mayólica	Operación	11,69 min	6		
Actividad	Proceso de producción	Transporte	3,87 min	3		
Método	Mejora	Espera	-	-		
Lugar	Área de producción	Inspección	0,9 min	1		
Rentería Vásquez Rosita		Almacenar	1,02 min	2		
		Total		16,06 min		
Descripción (Sistema actual de producción)	Tiempo	○	➡	D	□	▽
Recepción de materia prima	-					●
Selección de materia prima	0,9 min					●
Pesado de la materia prima	1,6 min	●				
Transporte al área de desglosado	0,87 min		●			
Desglosado de bolsas	0,79 min	●				
Vaciar materia prima	1 min		●			
Transporte al área de mezclado	2 min			●		
Mezclado	5,7 min	●				
Envasado	1,5 min		●			
Transporte a bodega de producto	1 min			●		
Pesaje	1,1 min	●				
Almacenamiento de producto final	1,02 min					●

Fuente: Elaboración propia

Proponer cambios en el proceso actual de producción a través del software ProModel

Como se puede apreciar en el siguiente gráfico la etapa que presenta cuellos de botella es el área de mezclado el cual causa demoras en el proceso productivo del proceso productivo del pegamento gris de la empresa Corporación Arellano Perú SAC de 25 kg, a su vez se puede distinguir que el transporte al área de mezclado, de bodega y de desglosado, presenta mucho

tiempo para trasladarse de un área a otra de 2 min, 1 min y de 0,87 min respectivamente, sabiendo que estas generan un gran valor.

Tabla 4: Tiempo promedio de cuellos de botella

Operaciones	Actividades con demora	Tiempo promedio (min)
Mezclado	Mezclado de los insumos	5,7 min
Pesado de la materia prima	Dosificación de cada insumo	1,6 min
Pesado	Pesado para bolsa de pegamento (25kg)	1,1 min
TOTAL		8,4 min

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de tiempos

Tiempos que no proporcionan valor a la empresa:

$$\% \text{tiempos} = \frac{8,4 \text{ min}}{16,07 \text{ min}} \times 100 = 52,27\%$$

En el proceso se pudo diagnosticar que el 47,73% son las actividades que brindan valor, sin embargo, casi la mitad, el 52.27% no lo hacen, causando pérdidas económicas, las cuales ya no pueden ser recuperadas por la empresa.

Simulación actual de la empresa

Se llegó a simular el actual proceso productivo de bolsas de pegamento gris para mayólica de 25 kg de la empresa Corporación Arellano SAC, desde el mes de enero a diciembre del año 2021, generando 163 bolsas en 8 horas diarias aproximadamente. Para la elaboración de este producto se tomó en cuenta las tres entidades, que son las siguientes:

- Materia prima
- Materia prima mezclada
- Producto terminado (bolsas de pegamento de 25 kg)

Las cuales tuvieron como áreas o locaciones a recepción de la materia prima, selección de la materia prima, pesado de la materia prima, desglosado de bolsas, vaciado de materia prima, mezclado, envasado, pesado, almacenado de producto final, con una capacidad de uno.

Tabla 5: Procesos actuales de la empresa

Entidad	Locación	Operación	Salida	Destino	Regla	Movimiento
Materia prima	Recepción de MP	Wait 0	Materia prima	Selección de MP	First 1	
Materia prima	Selección de la MP	Wait 0,9	Materia prima	Pesado de MP	First 1	
Materia prima	Pesado de MP	Wait 1,6	Materia prima	Desglosado de bolsas	First 1	Move for 0,87
Materia prima	Desglosado de bolsas	Wait 0,79	Materia prima	Vaciado de MP	First 1	
Materia prima	Vaciado de MP	Wait 1	Materia prima	Mezclado	First 1	Move for 2
Materia prima	Mezclado	Wait 5,7	Materia prima mezclada	Envasado	First 1	
Materia prima mezclada	Envasado	Wait 1,5	Bolsa de pegamento	Pesaje	First 1	Move for 1
Bolsa de pegamento	Pesaje	Wait 1,1	Bolsa de pegamento	Almacenado de pegamento	First 1	
Bolsa de pegamento	Almacenado de pegamento	Wait 0,94	Bolsa de pegamento	Exit	First 1	

Leyenda: MP = Materia prima

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se puede apreciar tiempo de los procesos, operaciones y movimientos utilizados en la simulación del modelo actual de la empresa Corporación Arellano Perú SAC.

Tabla 6: Arribos de la materia prima del pegamento gris

Entidad	Locación	Oty Each	First time	Ocurrencias	Frecuencia
Materia prima	Recepción de materia prima	1	0	INF	16.06

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la siguiente tabla que la entidad de materia prima del pegamento gris, ingresará a la recepción de materia prima teniendo una frecuencia de 16.06 minutos debido a que se considera el tiempo de todas las etapas del proceso. Por ello, el proceso a simular es el

siguiente:

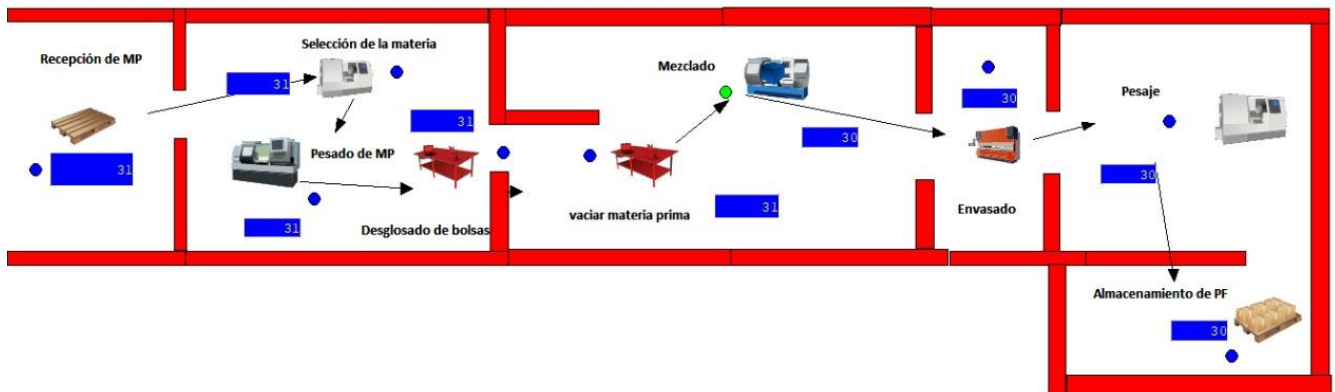


Ilustración 2: Proceso productivo del pegamento gris

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso productivo se examinó una variable que es el número de pegamentos de gris de 25 kg. Posteriormente después de simular se recolectaron los siguientes resultados:

Locación Resumen									
Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización	
Pesado de MP	8.00	1.00	31.00	2.08	0.13	1.00	0.00	13.41	
Mezclado	8.00	1.00	31.00	7.10	0.46	1.00	1.00	45.89	
Pesaje	8.00	1.00	30.00	0.51	0.03	1.00	0.00	3.17	
Almacenamiento de PF	8.00	1.00	30.00	0.92	0.06	1.00	0.00	5.75	
Recepción de MP	8.00	1.00	31.00	0.12	0.01	1.00	0.00	0.81	
Desglosado de bolsas	8.00	1.00	31.00	3.04	0.20	1.00	0.00	19.66	
vaciar materia prima	8.00	1.00	31.00	4.35	0.28	1.00	0.00	28.06	
Selección de la materia	8.00	1.00	31.00	1.14	0.07	1.00	0.00	7.34	

Ilustración 3: Utilización de cada operación del proceso productivo

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente ilustración se puede ver las entradas de cada locación de pesado de MP, mezclado, recepción de MP, desglosado, vaciado de materia prima y selección de materia prima, fue de 31 y para la locación de pesaje y almacenamiento de producto final, es de 30, esto es debido a que, en el área de mezclado quedo material sin procesar. También, se puede evaluar que en tiene una duración de 7.10 minutos, el cual esto representa la locación con mayor tiempo generando un porcentaje de utilización de 45.89%.

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	% Operación	% Configuración	% Inactivo	% Esperando	% Bloqueado	% Down
Pesado de MP	8.00	4.42	0.00	86.59	0.00	8.99	0.00
Mezclado	8.00	43.71	0.00	54.11	0.00	2.18	0.00
Envasado	8.00	2.46	0.00	97.32	0.00	0.22	0.00
Pesaje	8.00	3.17	0.00	96.83	0.00	0.00	0.00
Almacenamiento de PF	8.00	5.75	0.00	94.25	0.00	0.00	0.00
Recepción de MP	8.00	0.00	0.00	99.19	0.00	0.81	0.00
Desglosado de bolsas	8.00	4.45	0.00	80.34	0.00	15.21	0.00
vaciar materia prima	8.00	4.24	0.00	71.94	0.00	23.83	0.00
Selección de la materia	8.00	5.30	0.00	92.66	0.00	2.04	0.00

Ilustración 4: Tiempos inactivos de cada proceso

Fuente: Elaboración propia

Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
Materia prima	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Materia prima mezclada	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bolsa de pegamento	87.00	0.00	19.39	3.98	0.00	13.32	2.09

Ilustración 5: Total de salidas de cada entidad

Fuente: Elaboración propia

Interpretando los resultados de la ilustración se puede observar que el total de las bolsas de pegamento gris de 25 kg fue de 30 unidades, es decir no se llega a cumplir la meta impuesta por la empresa ya que se necesitan de 75 a 80 unidades de pegamento gris diarias. El tiempo medio por cada producto elaborado en el sistema es de 19.39 minutos; con un movimiento promedio de 3.98 minutos. El pegamento gris tiene un tiempo de manipulación es de 13.32 minutos

Almacenamiento de PF	8.00	1.00	30.00	0.92	0.06	1.00	0.00	5.75
----------------------	------	------	-------	------	------	------	------	------

Se considera que los cambios para el pegamento gris de 25 kg fueron de 30 unidades. Los resultados del proceso y su comportamiento nos permiten calcular los siguientes indicadores de la empresa Corporación Arellano Perú SAC

Indicadores

Tasa de producción

$$\begin{aligned}
 \text{Tasa de producción} &= \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de simulación}} \\
 \text{Tasa de producción} &= \frac{30 \text{ bolsas de pegamento de 25 kg}}{8 \text{ horas}} \\
 &= 4 \text{ bolsas de pegamento gris de 25 kg}
 \end{aligned}$$

Producción total

% de actividades que no aportan valor

$$\frac{4.97 \text{ min}}{16.06 \text{ min}} \times 100 = 30.94 \%$$

En este indicador se puede ver que existe un gran porcentaje de actividades que no agregan valor, y es un total de 30,94 %, esto se debe al mal Layout que tiene la empresa, donde sus tiempos de transporte son altos y también a las distancias entre cada proceso.

A causa de ellos se rediseño el proceso, con la metodología SLP (Sistematic Layout Planing) para acortar los tiempos sin valor, .es decir, los tiempos de transporte, a través de la relación de las áreas que tienen más relevancia.

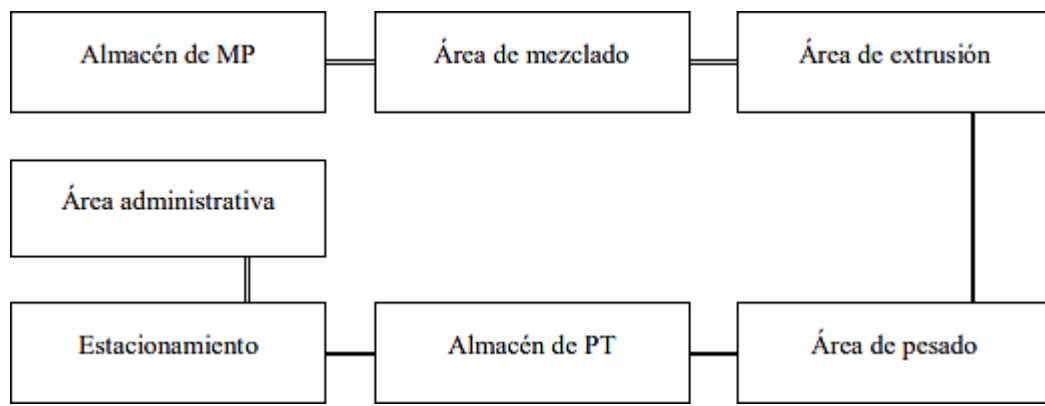


Ilustración 6. Diagrama de recorrido

Fuente: Elaborado por Romero, *et al.*, 2018 [1]

Gracias al diagrama de estaciones de la empresa, se realizará una mejor distribución más constituida con las actividades que agregan más valor, y así tendrán menos distancia con respecto al transporte de la materia prima y el almacenamiento del producto terminado.

Tabla 7: Nuevo tiempo de transporte

Transporte en áreas	Tiempo (min)
Transporte al área de mezclado	0,16
Transporte al área de envasado	0,2
Transporte al área de pesado	0,2
Total, de transporte	0,9 min

Fuente: Elaboración propia

El nuevo tiempo de producción del producto de pegamento gris para mayólica gris de 25 kg como a continuación:

Tabla 8: Operación de materia prima

Operaciones en áreas	Tiempo (min)
Selección de materia prima	0,2
Pesado de MP	1,01
	0,5
Mezclado	1,2
	0,2
Envasado	0,95
	0,2
Pesaje	0,5
Almacenamiento de PF	0,7
TOTAL	5,76 min

Fuente: Elaboración propia

Ahora se calculará el nuevo proceso, es decir una nueva simulación, nuevos tiempos que favorecerán en la propuesta de mejora. Para ello, se consideró los nuevos tiempos de la tabla anterior.

Tabla 9: Nuevos tiempos para el proceso

Entidad	Locación	Operación	Salida	Destino	Regla	Movimiento
Materia prima	Recepción de MP	Wait 0	Materia prima	Selección de MP	First 1	
Materia prima	Selección de la MP	Wait 0,2	Materia prima	Pesado de MP	First 1	
Materia prima	Pesado de MP	Wait 1,01	Materia prima	Desglosado de bolsas	First 1	Move for 0,5
Materia prima	Mezclado	Wait 1,2	Materia prima mezclada	Envasado	First 1	Move for 0,2
Materia prima mezclada	Envasado	Wait 0,95	Bolsa de pegamento	Pesaje	First 1	Move for 0,2
Bolsa de pegamento	Pesaje	Wait 0,5	Bolsa de pegamento	Almacenado de pegamento	First 1	
Bolsa de pegamento	Almacenado de pegamento	Wait 0,7	Bolsa de pegamento	Exit	First 1	

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones del proceso contienen nuevos tiempos encontrados, con respecto a la capacidad el mezclado cuenta con una capacidad de producir 200 bolsas, el pesado de materia prima con capacidad de 3 y por último el envase y pesado con capacidad de dos.

Tabla 9: Nueva simulación para la empresa Corporación Arellano Perú SAC

Entidad	Locación	Oty Each	First time	Ocurrencias	Frecuencia
Materia prima	Recepción de materia prima	1	0	INF	5,76

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el cuadro que la entidad que va a tiene una nueva frecuencia de llegada de 5,76 minutos ya que se considera el tiempo que ocupa las etapas y los transportes del proceso.

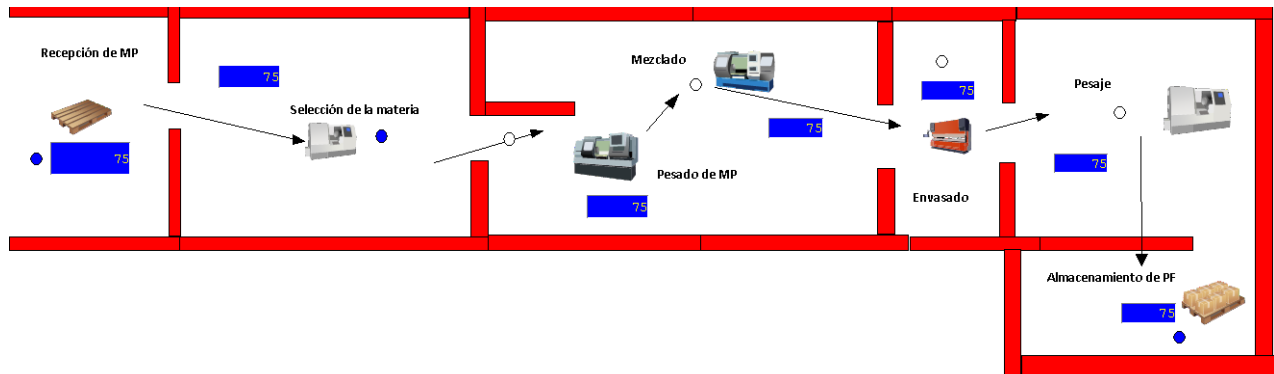


Ilustración 7: Nuevo proceso de simulación

Fuente: Elaboración propia

El nuevo proceso productivo se consideró las variables de las salidas de las bolsas de pegamento gris de 25kg.

Nombre	Tiempo Programado (Hr)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
Pesado de MP	8.00	3.00	75.00	0.76	0.12	2.00	0.00	3.96
Mezclado	8.00	200.00	75.00	1.10	0.17	2.00	0.00	0.09
Envasado	8.00	2.00	75.00	0.97	0.15	2.00	0.00	7.58
Pesaje	8.00	2.00	75.00	0.62	0.10	2.00	0.00	4.84
Almacenamiento de PF	8.00	1.00	75.00	0.73	0.11	1.00	0.00	11.45
Recepción de MP	8.00	1.00	75.00	0.01	0.00	1.00	0.00	0.09
Selección de la materia	8.00	1.00	75.00	0.18	0.03	1.00	0.00	2.85

Ilustración 8: Nuevos tiempos de las entradas del nuevo proceso

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 8, se puede ver apreciar que los ingresos de almacenamiento de PF y de envasado y mezclado tienen mayor porcentaje de utilidad, debido al tiempo por entrada de 0,73 y de 0,97 respectivamente.

Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
Materia prima	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Materia prima mezclada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bolsa de pegamento	75.00	0.00	5.27	0.90	0.00	4.29	0.08

Ilustración 9: Nuevos tiempos en las salidas del proceso

Fuente: Elaboración propia

Se observan las salidas de las bolsas de pegamento gris de 25 kg fue de 75 unidades. Con los cuales se pueden calcular los nuevos indicadores de la empresa. Se pueden mostrar los siguientes los resultados y el comportamiento de cada uno de estos.

Nuevos indicadores

Tasa de producción

$$\text{Tasa de producción} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de simulación}}$$

$$\begin{aligned} \text{Tasa de producción} &= \frac{77 \text{ bolsas de pegamento de 25 kg}}{8 \text{ horas}} \\ &= 10 \text{ bolsas de pegamento gris de 25 kg} \end{aligned}$$

Producción total

$$\text{Producción total} = \frac{\text{tiempo base}}{\text{tiempo ciclo}}$$

$$\text{Producción total} = \frac{480 \text{ min/día}}{5,8 \text{ min/bolsa}}$$

$$\text{Producción total} = 82,73 \text{ min}$$

Porcentaje de tiempos

Tiempo de las actividades que no aportan ningún valor al proceso.

$$\% \text{tiempos} = \frac{0,9 \text{ min}}{5,8 \text{ min}} \times 100 = 15,52\%$$

En los nuevos indicadores, se pudo encontrar el promedio de la producción total que es 82,73 bolsas/días, la tasa de producción aumento a 10 bolsas/min y finalmente, el % de tiempos que disminuyo un 15,52%, debido a que, se realizó un cambio en la distribución de sus procesos han llegado a que disminuya los tiempos de traslado.

Evaluar la productividad del antes y después de los cambios propuestos.

A continuación, se elaboró una tabla donde se comparan los indicadores antes y después de la propuesta.

Tabla 10: Tabla de comparación antes y después de la propuesta

Indicador	Antes de la propuesta	Después de la propuesta
Tasa de producción	4 bolsas/min	10 bolsas/min
Producción total	47,8 bolsas/día	82,73 bolsas/día
Porcentaje de tiempos	30,94%	15,52%

Fuente: Elaboración propia

Se puede interpretar de la tabla 8 la diferencia y notar la mejora en los indicadores. Para la tasa de fabricación se observa el aumento de bolsas de pegamento gris de 25kg por min en un 42,86%, para el total de la producción acrecentó un 26,76% de bolsas al día, para finalizar el porcentaje de tiempos disminuyó en un 49,84%.

IV. Discusión

Para el diagnóstico de la simulación del pegamento gris se utilizaron herramientas como diagramas de Pareto y diagrama de Ishikawa, como es el caso de Fernández [9], para identificar las causas de las demoras en su proceso de mezclado y cocción.

Por otro lado, para mejorar el proceso productivo se tomó referencia de Suhardini [7], de la metodología SLP, llegando a aumentar la capacidad de la planta en un 37,5 % a través de la reducción de tiempos, la agrupación de diversas áreas y la disminución de distancias.

Por último para la comparación de los indicadores pasados y nuevos el proceso productivo de la empresa Corporación Arellano Perú SAC, se analizó y comparó con diversos estudios como los de Castro [10] que con la aplicación del ProModel llegó a aumentar su capacidad de 60 000 a 69 026 bloques de arcilla producidos semanalmente, a su vez Angarita [8], llegó a aumentar su tiempo productivo de un 46% a un 60% aproximadamente, a compararlo con la presente investigación se puede observar que el total de producción aumentó un 26,76% con la aplicación del respectivo software.

V. Conclusiones

Al diagnosticar la producción actual de la empresa encargada de realizar pegamento para mayólica gris, se analizó que con su proceso productivo existente fabricaban 4 bolsas por minuto, a su vez un promedio de su producción total era de 47,8 bolsas al día, lo cual le traía gastos y no cumplían con los objetivos demandados, a causa de esta problemática se propuso un nuevo modelo de proceso y así lograr aumentar la productividad y posteriormente disminuir las pérdidas económicas.

Para la nueva simulación se implementó el método SLP, el cual permitió realizar una redistribución de la planta agrupando procesos, y así se llegó a disminuir tiempos en diferentes áreas y las

distancias en los transportes de materia prima y almacenamiento, los cuales no generan ningún valor a la producción del pegamento gris.

Finalmente, se logró la disminución de los indicadores, como es la tasa de producción aumentando a 10 bolsas por minuto, es decir un incremento de 42,86%, para el total de la producción se logró llegar a la demanda con 82.73 de bolsas al día, llegando disminuir el porcentaje de tiempos en un 49,84%.

VI. Recomendaciones

Se recomienda la realización de un análisis exegético para analizar con mayor detalle el proceso productivo dentro de la empresa Corporación Arellano Perú SAC, consecutivamente continuar produciendo las otras líneas de producción y profundizar conocimientos con respecto reducción de tiempos y conceptos de productividad.

Referencias

- [1] J. Cabrera and M. De la Vega Polanco, "Perú puede tener un boom en la construcción," *El Peruano*, pp. 3-4, 26 abril 2021.
- [2] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, "PANORAMA ECONÓMICO NACIONAL Y EL SECTOR CONSTRUCCIÓN," MVCS, Lima, 2022.
- [3] E. García Dunna , H. García Reyes and L. E. Cárdenas Barrón, Simulación y análisis de sistemas con ProModel. Segunda edición, México: PEARSON, 2013.
- [4] J. J. Anaya Tejero, Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica., Madrid: ESIC EDITORIAL, 2016.
- [5] J. Prokopenko, Gestión de la productividad Manual Práctico, Suiza: Ginebra, 1989.
- [6] L. Pinto Ferreira, J. A. Dias, J. C. Sá, M. T. Ribeiro and F. J. Silva, "Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company," *ISEP – School of Engineering Polytechnic of Porto*, vol. 072, no. 431, p. 4200, 2019.
- [7] D. Suhardini, W. Septiani and S. Fauziah, "Design and Simulation Plant Layout Using Systematic Layout Planning," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 277, no. 1, pp. 2-9, 2017.
- [8] P. Angarita Uscategui, R. Gallardo Amaya and N. Afanador García, "Analysis of the time variable in on-site concrete production," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1708, no. 7, pp. 6-9, 2020.
- [9] D. Fernandes Vital, D. Barbosa de Alencar, M. C. Aparicio de Souza, A. P. Tregue Costa, F. C. Tvares Amorim, A. J. Travessa Amorin and C. E. De Oliveira, "Optimization of the Production Process of SealingBricks in a Ceramic Factory in Urucurituba City in Amazonas – Brazil," *International Journal for Innovation Education and Research*, vol. 7, no. 10, pp. 28-55, 2019.
- [10] K. J. Castro Rodríguez and C. A. Gónzales Mora, "SIMULACIÓN DE MODELOS DISCRETOS PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BLOQUES DE ARCILLA DE LA EMPRESA TEJAR ARCILLAS ZULIGRES S.A. S," Universidad Libre Seccional Cúcuta, Cúcuta, 2018.