

## REDISTRIBUCION DE PLANTA DE LAS AREAS DE TRABAJO DE UNA MARMOLERIA MEDIANTE SIMULACION, SOFTWARE FLEXSIM

### PLANT REDISTRIBUTION OF THE WORK AREAS OF A MARBLE WORKSHOP THROUGH SIMULATION, FLEXSIM SOFTWARE

García Castellanos Humberto<sup>1</sup>, Ruiz García Cindy Guadalupe<sup>2</sup>, Flores Enríquez Norma Yarisdi<sup>3</sup>, Loera Castro Adrián Francisco<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doctor en ciencias de la ingeniería industrial. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, División de estudios de posgrado e Investigación. [humber.gc@itcj.edu.mx](mailto:humber.gc@itcj.edu.mx), 6562000812, Paquistán 7026, col Oasis, cp. 32697 Cd. Juárez, Chih.

<sup>2</sup>Estudiante de la carrera Ingeniería en Logística. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, [cindyruaga96@gmail.com](mailto:cindyruaga96@gmail.com), 6566030670, C Adamo Boari 2003, Fracc. Horizontes del Sur CP.32575. Cd. Juárez, Chih. <sup>3</sup>Estudiante de la carrera Ingeniería en Logística. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, [Floresyarisdy@gmail.com](mailto:Floresyarisdy@gmail.com), 9156661044. C Quito 3334, Fracc. Parajes del Sur, CP.32575. Cd. Juárez, Chih. <sup>4</sup>Doctor en ciencias de la ingeniería. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Departamento de Ingeniería Industrial y Logística [aloera@itcj.edu.mx](mailto:aloera@itcj.edu.mx), 6566009059, C China 7203 Col. Infonavit Tecnológico, CP 32690, Cd. Juárez, Chih.

**Resumen** -- En esta propuesta se presentarán las técnicas para la distribución de áreas dentro de una marmolería. La empresa presenta un problema de distribución de planta ya que no se cuenta con un área asignada para cada máquina o proceso de trabajo.

Así mismo para que no se presente este tipo de problema, se propone asignarle un espacio determinado a cada máquina, representándolo por medio de un Layout hecho en el software AutoCAD, realizado con las medidas correspondientes de la empresa, una vez tomadas las medidas de cada espacio dentro de la marmolería, se realizará el Layout en AutoCAD, donde se representará con un color diferente cada área de trabajo.

Después de ello, una vez obtenidos los resultados del Layout en AutoCAD, se realizará una simulación en el software FlexSim, en el cual se volverán a representar las máquinas y los operadores propuestos, así como también el transporte desde la entrada de materia prima hasta convertirse en producto terminado.

El mármol es una piedra que se extrae de cerros, es utilizada para distintos fines, en este caso la empresa le da uso a las distintas placas para la elaboración de cubiertas en distintos sectores: industrial, hotelero y doméstico. Este tipo de trabajos da una vida más acogedora para el consumidor ya que son trabajos finos y brinda una estancia más cálida

**Palabras Clave:** FlexSim, Layout, marmolería, distribución de planta, AutoCAD, Simulación.

**Abstract** -- In this proposal, the techniques for the distribution of areas within a marble shop will be presented. The company offers a plant distribution problem since there is no assigned area for each machine or work process.

Likewise, so that this type of problem does not arise, it is proposed to assign a specific space to each machine,

representing it through a Layout made in the AutoCAD software, made with the corresponding measurements of the company. The sizes of space within the marble have been taken, and the Layout is made in AutoCAD. The work area will be represented in the drawing with a different color.

The results of the Layout in AutoCAD are obtained, and a simulation is carried out in the FlexSim software, in which the proposed machines and operators will be represented, the transport from the input of raw material to become finished product.

Marble is a stone that is extracted from hills, and it is used for different purposes. In this case, the company uses other plates to elaborate roofs in the industrial, hotel, and domestic sectors. This type of work gives a more welcoming life for the consumer since they are delicate jobs and provide a warmer stay.

**Key words** – FlexSim, layout, marble, plant distribution, AutoCAD, simulation.

#### INTRODUCCIÓN

[1] La logística es una de las actividades de mayor relevancia en el contexto de las empresas del siglo XXI, que buscan por todos los medios maximizar el nivel de satisfacción del cliente, dando un servicio esmerado y entregado en el tiempo oportuno.

Los modelos logísticos ofrecen una solución duradera para los problemas a los cuales se enfrentan las empresas que pertenecen al ámbito de la logística, por ello la presente investigación se involucra en estas actividades para maximizar el nivel de satisfacción de los clientes.

Reconociendo la importancia del área logística en la productividad empresarial, se ha llevado a cabo la presente investigación con el objetivo de planificar e

implementar un modelo logístico para la recepción de materia prima, flujo de materiales, producto terminado y almacenamiento de la marmolería. Esta investigación se estructura en tres capítulos, que responden concretamente a los objetivos específicos de la misma.

## DESARROLLO

[2] El enfoque de esta investigación será de forma empírica ya que utiliza evidencias reales. Así como también es una forma de obtener conocimiento mediante la observación o experiencia directa e indirecta.

Gracias al enfoque que se lleva en el presente proyecto de acuerdo a la investigación empírica se cuantifican las evidencias que se pueden analizar de forma cuantitativa o cualitativamente.

- Tiempo de maniobra: este depende de la magnitud del producto requerido por parte del cliente, es decir, si es algo pequeño el tiempo para realizar cada uno de los procesos es menos comparado con un trabajo grande, por ejemplo, para realizar el trabajo de una cocina se tomaron los siguientes tiempos por metro cuadrado:
  - Corte: 2 minutos 30 segundos 33 milisegundos por metro cuadrado.
  - Afinado: 1 minuto 34 segundos 72 milisegundos por metro cuadrado.
  - Pulido: 1 minuto 54 segundos 49 milisegundos por metro cuadrado.
  - Instalación: 1 día dependiendo del grado de dificultad y tamaño del trabajo.
- Punto de vista logístico de manejo de materiales dentro de una marmolería: delimitar las áreas de trabajo para cada proceso del producto tomando en cuenta el flujo de materiales y su almacenamiento mediante un modelo logístico eficiente, así mismo implementar la seguridad de los empleados dentro de cada área de trabajo.
- Distribución de planta: colocar la maquinaria de una manera organizada para el mejor aprovechamiento de cada espacio dentro del taller.
- Delimitación de áreas: la delimitación la aplicaremos para la distinción de cada área donde serán colocadas las diferentes maquinarias y herramientas para la realización del producto terminado, así mismo delimitar los pasillos donde es seguro que circule el personal.
- Requerimiento de instalación eléctrica: Instalar de manera correcta el cableado eléctrico.

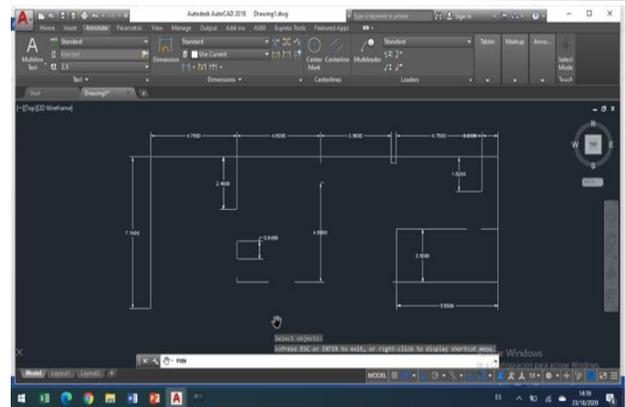


Figura 1. AutoCAD 2D,

En la figura 1 se representa un tipo 2D AutoCAD de cómo se encuentra actualmente la marmolería con sus respectivas medidas y dimensiones. Usando el comando línea para el trazo de cada una de las líneas. Una vez realizado el plano se utilizó el comando de dimensiones para obtener la dimensión de cada una de líneas y medidas del Layout.

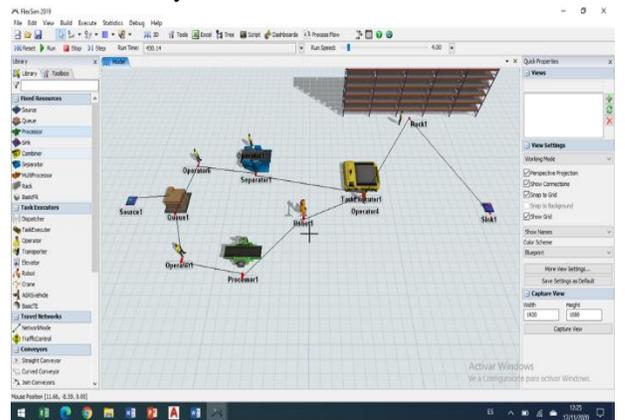


Figura 2. FlexSim actual de la marmolería.

[3] La figura 2 muestra una representación por medio del software llamado FlexSim, del como esta acomodado actualmente, con las maquinarias más utilizadas para cada proceso de trabajo, así como también con los trabajadores que se encuentran en el taller actualmente y en donde se ubican cada uno para cada trabajar cada proceso ya que unos cuentan con más conocimiento sobre algunas máquinas que otros trabajadores.

En la figura 3 se representa un FlexSim de maquinarias, trabajadores, y un poco del proceso que se lleva a cabo para la realización de una placa de mármol, proponiendo las asignaciones para cada área de trabajo, dándole un espacio determinado a cada una de las maquinarias así como también a las mesas de trabajo seguido de los operadores que realizan su trabajo en cada una de las maquinas ya que cada uno cuenta con una tarea diferente

gracias a que algunos de ellos tienen experiencia en el uso de la maquinaria.

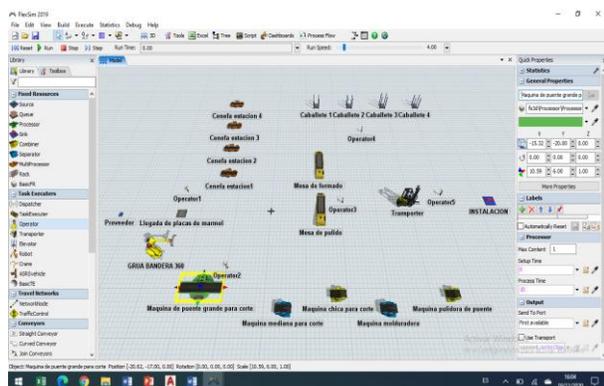


Figura 3. FlexSim propuesta de simulación.

### Teoría de equipo de seguridad

[4] El equipo de seguridad personal de los empleados de cualquier trabajo es importante para así combatir los riesgos de accidentes y perjuicios para la salud, es necesario la aplicación de medidas técnicas y organizativas destinadas a eliminar los riesgos en su origen o proteger a los empleados mediante las disposiciones de protección colectiva. Cuando las medidas son insuficientes, se impone la utilización de equipos de protección personal, con el fin de prevenir los riesgos residuales.

Los riesgos de accidentes y de perjuicios para la salud resultan prioritarios mediante medidas técnicas y organizativas destinadas a eliminar los riesgos en su origen o a proteger a los trabajadores mediante disposiciones de protección colectiva. En el caso de la higiene industrial los equipos suelen actuar minimizando la concentración del contaminante a la que se encuentra expuesto el trabajador.

Para llevar a cabo algunas actividades donde existe algún factor de riesgo, es importante que se utilice el equipo adecuado para evitar el contacto de algún agente de riesgo con el cuerpo.

### Overol

Este tipo de protección protege todo el cuerpo del empleado. Estos están fabricados de distintos tipos de materiales y son utilizados dependiendo del trabajo que se lleve a cabo.

### Bota industrial

También conocida como bota de seguridad, tiene como propósito proteger a los obreros de peligros como:

- Accidentes mecánicos: caídas de objetos, golpes sobre el pie, objetos punzocortantes.
- Percances eléctricos y térmicos: baja, media y alta tensión, además de frío y calor.

- Accidentes químicos: derrame de líquidos agresivos o metales derretidos
- Percances corporales: luxaciones, esguinces.

[5] Este tipo de calzado está regulado por las disposiciones normativas de cada país.

### Lentes de seguridad

Este es uno de los equipos de seguridad de mayor uso pues protegen los ojos al frente y los lados de una gran variedad de peligros y riesgos, como objetos o partículas sólidas voladoras, e incluso de sal picaduras químicas.

### Tapones auditivos

Son una prenda de protección que se inserta en el canal auditivo externo para evitar dañar la capacidad de audición de quien los lleva. Se usan en ambientes con ruidos muy fuertes, o para evitar que entre el agua, arena o viento.

### Faja de carga

Las fajas suministradas para la manipulación manual de cargas, también llamadas protector lumbar, son elementos que se están masificando en el ambiente laboral ya que sirven para evitar lesiones músculo esqueléticas.

### Guantes de trabajo

Los guantes de trabajo tienen como función principal la de proteger dedos, manos y antebrazos frente a posibles riesgos mecánicos, químicos, térmicos, por posible soldadura, por cortes, eléctricos, etc.

Tipo de equipo propuesto para los empleados

Tabla 1. Equipo de seguridad.

Zapato punta casquillo	
Lentes de seguridad	
Tapones auditivos	
Overol	
Faja carga	
Guantes de trabajo	

Mascarilla cubre polvo	
------------------------	---

Tabla que muestra el equipo de seguridad propuesto para cada uno de los empleados que operan en el taller, se propone que se les brinde este tipo de equipo ya que actualmente no se cuenta con el equipo necesario para poder proteger al empleado contra su seguridad, actualmente ellos portan su ropa casual y tenis.

Es por ello que se propone que se le proteja al empleado al momento que se encuentre en sus horas de trabajo tal como lo es contar con un overol que le cubra más que nada su cuerpo ya que las placas de mármol al momento de no estar bien pulidas o que están recién llegadas algunas se encuentran con picos en las esquinas y el trabajador puede sufrir algún daño físico, así como también hacer uso de los guantes, los cuales tienden a ser de mucha importancia ya que la mayor parte del trabajo realiza con las manos.

Seguido de una mascarilla de polvo que aunque parezca un poco molesta es importante para que no se tenga contacto físico con el polvo, ya que estas placas sueltan un polvo que viene bastante procesado y podría causar alguna alergia u otro tipo de daño relacionado con la piel o el olfato.

Sin dejar a un lado las botas de trabajo las cuales protegen los pies ya que se considera demasiado riesgoso que el trabajador este expuesto a que en cualquier momento se le pueda caer una pieza o pedazo de placa de mármol y sufra una fractura, así como el cuidar la postura del trabajador al momento de cargar las placas y no se lastimen la cintura pues actualmente no se cuenta con este tipo de equipo, aunado a ello también se propone la compra de lentes para evitar cualquier derrame al momento de realizar los cortes y que se expongan a que les entre polvo o que cause algún tipo de daño ocular.

Proponiendo también tapones auditivos ya que gran parte del día están expuestos a demasiado ruido por el contacto que tienen con la maquinaria.

### DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Son procesos fundamentales para adjuntar una serie de datos esenciales en el desarrollo de la presente investigación, para encontrar respuestas con respecto al tema trabajado, por ejemplo el investigar qué tiempo de piedras y colores se maneja en la marmolería, cuanto tiempo tardan en cada proceso de trabajo y cuánto tiempo tarda una placa en convertirse en producto terminado.

Es una técnica que consiste en la recolección de datos primarios los cuales son evaluados y ordenados, para obtener información útil, para luego ser analizados por el usuario final. Se utilizan diferentes medios para procesar los datos que pueden ser por medios manuales, electrónico, para recopilación y organización de la información.

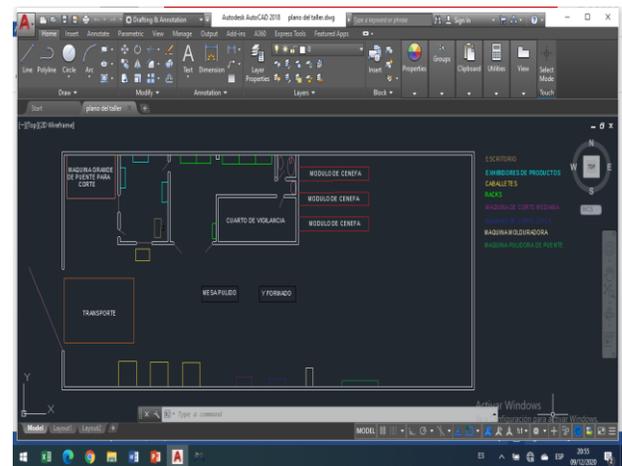


Figura 4. Distribución de planta.

En la figura 4 de AutoCAD se muestra el Layout del taller de marmolería, pues en este se encuentra la propuesta de distribución de planta para un mejor proceso de producción. La marmolería no contaba con un plano por lo que se elaboró tomando medidas exactas del terreno, ya teniendo el plano del taller se prosiguió a realizar la propuesta de la distribución de cada área para un mejor proceso productivo.

Como se muestra en el Layout. Cada figura contiene el nombre de la maquina asignada en cada área, del lado derecho se muestra un listado con colores distintos pues estos pertenecen a las figuras de distintos colores que se encuentran dentro del plano, ya que por su tamaño no sería visible el nombre de cada herramienta.

Cabe destacar que ahora tienen realizado el Layout, con esta herramienta podrán actualizar el plano cada y que se realice algún cambio en el taller ya sea agregando o quitando maquinas así mismo cada vez que quieran mover alguna herramienta de lugar, de esta manera tendrán un mayor control de donde se encuentra cada área del taller.

Teoría de solución de problemas mediante simulación.

La simulación es un método numérico de resolución de modelos lógico matemáticos, caracterizado por el hecho

de ensayar en repetidas oportunidades el sistema o proceso que se quiere estudiar a través del modelo que lo describe. Es decir, se experimenta sobre un modelo para poder inferir el comportamiento del "mundo real".

La práctica de la simulación de modelos provee un marco adecuado para la formulación y resolución de problemas en donde los métodos cuantitativos dejan de ser eficaces debido a su complejidad. En algunos casos, la formulación analítica del problema requiere una gran simplificación para poder adaptar el método a la teoría que sustenta la resolución del problema, de manera que el modelo no representaría adecuadamente la realidad que se pretende describir.

La simulación, en cambio, permite resolver problemas complicados con una mínima simplificación. Si el sistema en estudio está correctamente modelizado, los resultados de la simulación pueden ayudar a comprender su funcionamiento, permitiendo extraer conclusiones respecto de su comportamiento y/o tomar decisiones que afecten su operación

La ejecución de un proyecto de simulación requiere el seguimiento de un proceso secuencial en tres fases:

1. Evaluación y diseño. Esta primera fase supone actividades tales como:
2. Identificar dentro de la organización al responsable-promotor del proceso de simulación, lo que permite conseguir el compromiso de la gerencia.
3. Determinar las necesidades de simulación. Para ello habrá que determinar cuestiones tales como las características del proceso a modelizar (los procesos con altas tasas de transacciones pero de flujo directo tienen necesidades distintas que los procesos de baja tasa con flujos múltiples y complejos), si la modelización supondrá reingeniería de proceso, con qué frecuencia se realizarán las simulaciones, quienes serán los usuarios finales, etc. Estimar los recursos necesarios, mediante la elaboración de un plan financiero y un presupuesto en el que se estimen tanto los costes de puesta en marcha de la tecnología de simulación, como los de su aplicación.
4. Evaluar y seleccionar las tecnologías de simulación disponibles. Ello permite evaluar el coste y el tiempo necesario para realizar el proyecto.

### Ventajas de la simulación

Los procesos de simulación ayudan a las organizaciones a predecir, comparar y optimizar los resultados de un proceso sin el coste y los riesgos que suponen. Su importancia radica en su utilidad para plantear la estrategia de una empresa desde el punto de vista

experimental, para generar observaciones en las variables clave y el análisis estadístico de los datos resultantes.

Los 4 métodos de simulación más comunes son:

1. Métodos analíticos. La simulación analítica pone de manifiesto múltiples aspectos ligados a la complejidad dinámica de los procesos en los que varios agentes compiten por un mismo recurso, así como la variabilidad asociada a procesos de entrada-salida. Los modelos analíticos proporcionan estimaciones sobre hechos agregados estables con más precisión que el análisis proporcionado por series de datos.
2. Métodos continuos. En esta aproximación, el comportamiento de los procesos se simula utilizando ecuaciones diferenciales que reflejan la variación en el tiempo de cada variable de estado. Una variable de estado podría ser la tasa de llegada de órdenes o la tasa de procesamiento de un recurso. Estos modelos son apropiados para modelizar procesos de gran volumen o producciones continuas.
3. Métodos discretos. En este tipo de simulación, las variables de estado del modelo evolucionan sobre un conjunto discreto de puntos, quizás aleatorio, del eje de tiempos. En estos modelos, los flujos temporales entre los puntos del mencionado conjunto compiten unos con otros por el uso de los recursos escasos.
4. Todos orientados a objetos. Esta técnica de modernización contempla a procesos, productos, servicios y recursos como si de objetos se tratara

### FLEXSIM

En la figura 5 se muestra la simulación de acuerdo a la distribución de planta, fue posible realizarla gracias al software denominado FlexSim, en el cual se agregaron todas las máquinas que se muestran en el Layout. Así mismo se propone utilizar cinco operadores, los cuales estarán distribuidos en puntos específicos para realizar el proceso indicado en el tiempo establecido.

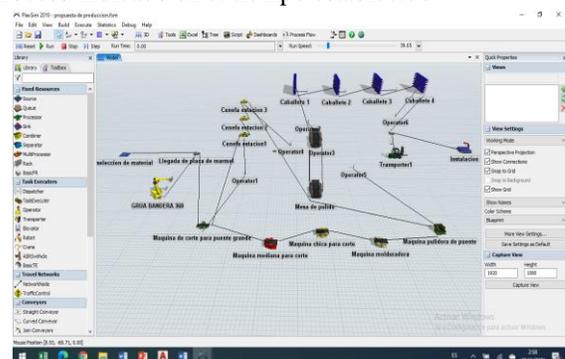


Figura 5. Simulación del proceso de una placa de mármol.

Por medio de esta simulación se propone al propietario del taller que se realice la correcta ubicación de las maquinarias para que también los trabajadores propuestos estén ubicados en un proceso diferente, que se les capacite a cada uno de ellos en el proceso que se les asignara con el fin de lograr mejores resultados, representando la llegada del material desde que viene del proveedor hasta que entra al taller para que la placa sea trabajada hasta convertirse en producto terminado, simulando como empieza el recorrido de una placa de mármol su proceso desde que llega a la mesa de corte hasta que pasa al caballete que es donde se almacenan estas placas.

Una vez colocadas las placas de mármol en los caballetes de almacenamiento quiere decir que están listas para su instalación.

### Resultados de AutoCAD

Para realizar el plano del lugar se utilizó el software denominado AutoCAD con el cual se realizó el plano y la distribución de la planta como se muestra en las figuras 4 y 5, en cada figura se describe el proceso que se realizó para tener la propuesta de dicha empresa.

Así mismo se puede observar los cambios en cada figura y como es que se hizo la distribución de cada una de las áreas de trabajo para un mejor flujo de los materiales en la producción.

En la figura 6 se muestra el plano de la planta con sus dimensiones exactas de cada una de las áreas que conforma dicha planta, esto fue realizado con el comando de líneas y para hacer visibles las medidas se utilizó el comando de dimensión lineal representadas en metros, de Esta manera se fue creando la estructura del plano de la marmolería.

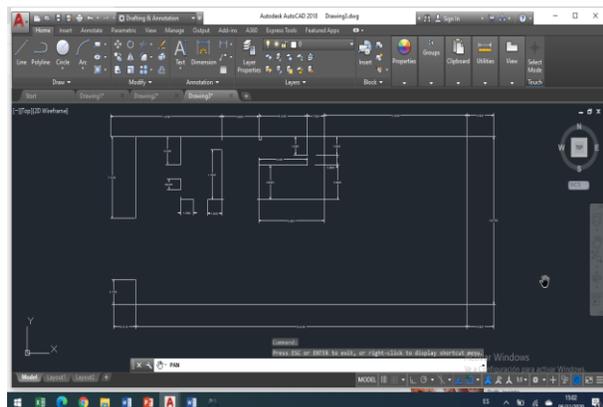


Figura 6. Plano con dimensiones de la marmolería.

La figura 7 muestra de una manera completa la propuesta de distribución de planta, donde se le da una asignación a cada una de las máquinas que se utilizan en la marmolería, para plasmar cada representación de maquina se sacaron las medidas de cada una de ellas para que fuera más exacta la propuesta y de esta manera saber qué espacio se le daría a cada una de las máquinas.

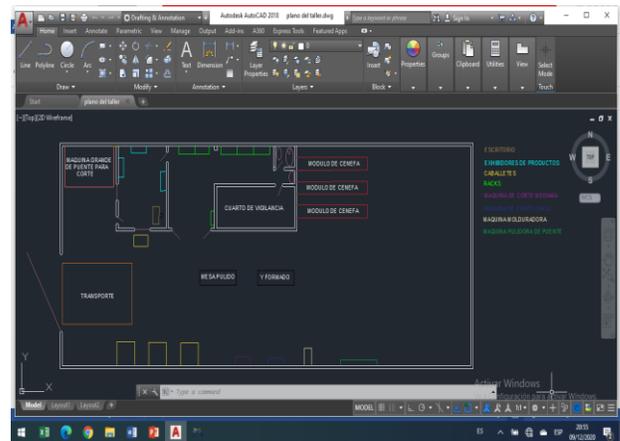


Figura 7. Propuesta de la distribución de planta

Como se muestra en la figura se le asignó un color distinto para distinguir una máquina de otra, de igual manera se le asignó el nombre a cada una de ellas y a un costado se realizó un listado del nombre de las maquinas que no se tuvo el espacio adecuado para insertar el nombre dentro de la figura correspondiente.

De esta manera es como se le dio fin al plano y a la distribución, cabe destacar que la empresa no contaba con un plano, gracias a la propuesta realizada ya se cuenta con dicho plano al cual se le podrán hacer cambios cada que se desee.

### Resultados de FlexSim

La simulación propuesta se llevó a cabo mediante el software denominado FlexSim, en este se plasmó el acomodo de las maquinas como en la propuesta que se realizó en AutoCAD, con la finalidad de saber si los resultados obtenidos en dicha propuesta eran factibles al momento de llevar la producción a cabo, gracias a este software se pudo realizar con éxito la simulación y así obtener los resultados deseados.

Como se muestra en la figura 8 se realizó el acomodo de cada una de las máquinas mediante la propuesta realizada en AutoCAD.

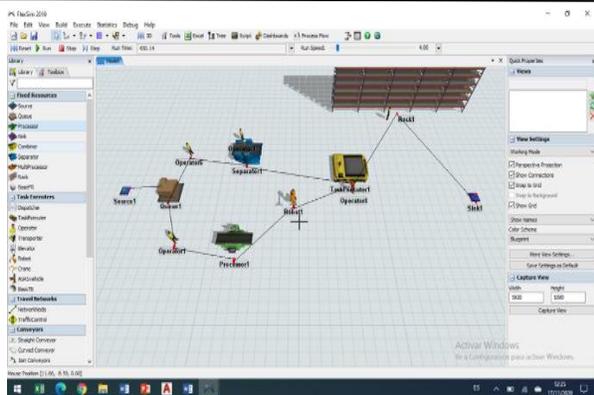


Figura 8. Distribución actual de la marmolería.

En esta parte de la estructura se fue seleccionando cada una de las máquinas acomodándolas en el lugar indicado para posteriormente asignarles el nombre correspondiente de cada una de ellas, así mismo se asignaron operadores para la realización del proceso de trabajo.

En esta figura 9 se muestra como corre el proceso de producción de la placa de mármol y es aquí donde se muestra que la propuesta de distribución es factible y se cumplen los objetivos.

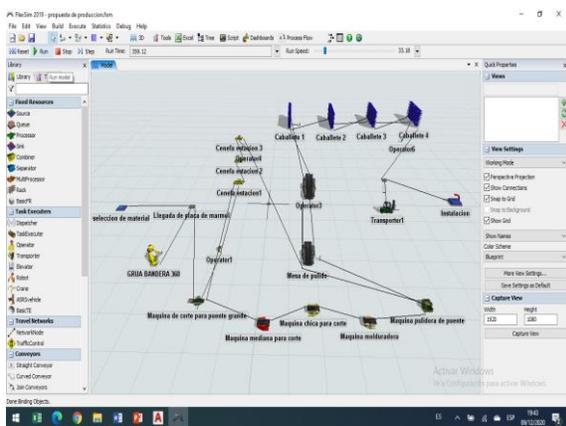


Figura 9. Proceso de simulación corriendo.

## CONCLUSIONES

Con esta propuesta de distribución de planta nos damos cuenta la importancia de la logística de cualquier empresa no importa el tamaño, pues esta siempre es importante para una buena organización interna y así poder mantener la satisfacción del cliente.

Y es que la logística nos ayuda a tener un panorama más amplio para la realización de cualquier negocio, hoy en día tenemos una tecnología tan maravillosa que nos da la oportunidad de explorar nuevos software para una mejor

experiencia al momento de añadir una propuesta más profesional de acuerdo al trabajo a realizar.

Gracias a ello con la distribución de áreas asignadas se espera que se cuente con un mejor flujo de material ya que actualmente no existen una asignación para las diferentes áreas, así como también se espera que con la actual propuesta no se deba limitar la gestión del almacenaje del producto ya que esta propuesta es darle un espacio a cada área del taller para pueda ser comprendida y utilizada como arma estratégica para desarrollar ventajas competitivas, no solo a la hora de realizar los procesos de trabajo, si no que destaque como empresa.

Se logró llegar a la conclusión que la logística determina y coordina en forma óptima el producto correcto, todo esto gracias a que se puede observar y analizar la llegada del material desde que entra al taller para que empiece su proceso hasta el momento de su instalación al cliente en el lugar y tiempo correcto.

Tomando en cuenta los tiempos que se llevan a cabo para cada proceso, y así poder determinar los tiempos del siguiente proceso, hasta convertirlo en producto terminado. A la presente propuesta también se le asignó un área determinada para obtener un resultado final de la actividad logística, que se propone implementar en el taller atendiendo la necesidad que se detectó desde un principio de cambiar el taller dirección y no tener un área específica. Representándolo por medio de un lay-out hecho en AutoCAD y en FlexSim, en el primero se realizó la asignación de áreas y en el segundo se simulo el proceso del taller.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Tecnológico De Ciudad Juárez, principalmente por la oportunidad de admitirnos como estudiantes de la carrera de ingeniería logística y ofrecernos el aprendizaje hoy obtenido para poder culminar una carrera profesional y ser parte de la realización de un artículo como este.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Diseño de sistemas productivos y logísticos . (s.f.). Obtenido de <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/7%20Almacenes.pdf>
- [2] Anónimo. (29 de Enero de 2019). Logística Universal. Obtenido de <http://www.adatun.com>
- [3] Arias. (02 de 2013). *Tutorial de FlexSim* . Obtenido de Tutorial de FlexSim : [https://profearias.files.wordpress.com/2013/02/tutorial\\_flexsimsp.pdf](https://profearias.files.wordpress.com/2013/02/tutorial_flexsimsp.pdf)

[4] Abrego, M. (s.f.). Lifeder. Obtenido de <https://www.lifeder.com/elementos-seguridad-industrial/>

[5] NORMA OFICIAL MEXICANA. (2004). Obtenido de NOM-004-SEDG-2004.

[6] Arias. (02 de 2013). Tutorial de FlexSim . Obtenido de Tutorial de FlexSim : [https://profearias.files.wordpress.com/2013/02/tutorial\\_flexsimsp.pdf](https://profearias.files.wordpress.com/2013/02/tutorial_flexsimsp.pdf)

[7] Minero, D. G. (08 de 2015). Documento de análisis . Obtenido de [www.gob.mx](http://www.gob.mx): [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51926/cp\\_marmol.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51926/cp_marmol.pdf)

[8] NOM-003-SEDG-2004. (2004).

[9] PC-20150201-UsogasLP. (2015).

[10] PC-20150201-UsogasLP. (2019).

[11] f.). Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/94616/gasLP.pdf>

[12] (17 de Febrero de 2019). Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SENER/Normas/Oficiales/NOM-003-SEDG-2004.pdf>

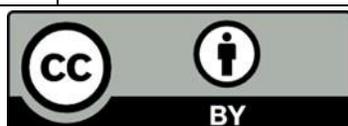
[13] Arboleda, S. (01 de 2016). Guía Anteproyecto . Obtenido de [Usergioarboleda.edu](http://Usergioarboleda.edu): <https://www.usergioarboleda.edu.co/wp-content/uploads/2016/01/guia-el-anteproyecto.pdf>

[14] AutoCAD. (s.f.). Autodesk. Obtenido de Autodesk:<https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>

[15] Bernal, A. (1995). Metodología de la investigación. Mexico: Trillas.

### ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Asesoría del proyecto en empresa y edición.	Humberto García Castellanos
Desarrollo y trabajo de campo.	Cindy Guadalupe Ruiz García
Trabajo de campo y redacción	Norma Yarisdy Flores Enríquez
Apoyo en redacción y soporte de software AutoCAD y Flexim.	Adrian Francisco Loera Castro



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.