

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico*

PROYECTO TÉCNICO:

**“DISEÑO DEL LABORATORIO DE SIMULACIÓN DINÁMICA DE
PROCESOS PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”**

AUTOR:

PEDRO DAVID RODAS MANTILLA

TUTOR:

ING. ADRIÁN EUGENIO ÑAUTA ÑAUTA, MSc

CUENCA - ECUADOR

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Pedro David Rodas Mantilla con documento de identificación N° 0302321948, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado intitulado: **“DISEÑO DEL LABORATORIO DE SIMULACIÓN DINÁMICA DE PROCESOS PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico* en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2019



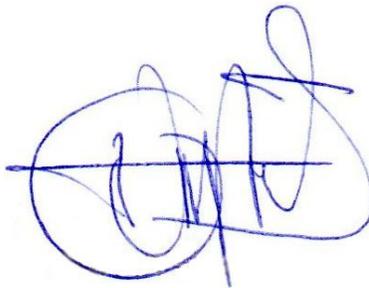
Pedro David Rodas Mantilla

C.I.: 0302321948

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO DEL LABORATORIO DE SIMULACIÓN DINÁMICA DE PROCESOS PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”**, realizado por Pedro David Rodas Mantilla, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a horizontal line, positioned above the name of the signatory.

Ing. Adrián Eugenio Ñauta Ñauta, MSc

C.I.: 0104234612

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Pedro David Rodas Mantilla con documento de identificación N° 0302321948, autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO DEL LABORATORIO DE SIMULACIÓN DINÁMICA DE PROCESOS PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”** certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico* es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre del 2019



Pedro David Rodas Mantilla

C.I.: 0302321948

Dedicatoria

Este trabajo de titulación se lo dedico a la memoria de mi gran hermano David Germán, que sepas que siempre te llevaré en mi corazón y en mi vida, siempre fuiste y serás una de las más grandes fuentes de mi fortaleza.

A mis padres Priscila y Oswaldo, por inculcarme desde niño los valores de respeto, responsabilidad y solidaridad.

A mis queridos abuelitos Hilda y Ramiro, pilares fundamentales en mi vida.

A mis hermanos por ser mis compañeros de vida.

A todos mis primos y tíos por siempre estar pendientes de mi bienestar.

Pedro David

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de crecer junto a una familia espectacular, por haberme bendecido con unos padres maravillosos que gracias a su apoyo incondicional siempre han estado a mi lado en los momentos más difíciles.

A mis abuelitos, por haberme enseñado a vivir plenamente y enseñarme a través de su experiencia.

A mis hermanos, por ser un motor que me ayuda a superarme cada día.

A mi tutor de este proyecto, el Ing. Adrián Ñauta, por brindarme su apoyo y compartirme sus conocimientos, por sus críticas constructivas y su ética tan profesional, gracias a él fue posible el desarrollo de este trabajo. Pero sobre todo por convertirse en un gran amigo mío, estoy seguro que siempre nos recordaremos el uno al otro.

Pedro David

Resumen

El propósito del presente proyecto técnico con enfoque investigativo es solventar la necesidad de reforzar los conocimientos y competencias de los aspirantes a Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica Salesiana mediante la incorporación de un laboratorio de simulación dinámica de procesos. Esto permitirá que los estudiantes se desenvuelvan en entornos más cercanos a la realidad, lo que impulsará sus habilidades significativamente para así poder desempeñarse correctamente cuando se enfrenten al mundo real.

Para lograr esto, se definió todos los elementos necesarios para la simulación dinámica de procesos que debería incorporar un laboratorio de este tipo. También se determinó todos los componentes necesarios como herramientas y mobiliario para cada una de las estaciones de trabajo, las cuales serán cuatro y podrán acomodar a siete estudiantes cada una, de este modo se obtuvo una capacidad de veintiocho estudiantes y un docente. Luego se propuso un espacio físico e infraestructura donde operará el laboratorio, continuando con el diseño del “*layout*” y su distribución. Al final se añade los costos unitarios de todos los elementos propuestos, tales como: mobiliario, materiales de oficina, equipos de oficina, herramientas, software y libros para biblioteca; con el fin de poder entrever el costo aproximado de implementación del laboratorio.

El presente proyecto evidenció lo importante del uso de un laboratorio para la preparación de los futuros profesionales de pregrado en al área de Ingeniera Industrial y carreras afines.

Abstract

The purpose of this technical project with a research approach is to solve the need to strengthen the knowledge and skills of the candidates for Industrial Engineers of the Salesian Polytechnic University by incorporating a dynamic process simulation laboratory. This will allow students to perform in environments closer to reality, which will significantly boost their skills so they can perform correctly when faced with the real world.

To achieve this, all the necessary elements for the dynamic process simulations that a laboratory of this type should incorporate, were defined. All necessary components such as tools and furniture for each of the work stations, were also determined, which will be four and these will accommodate seven students each, thus obtaining a capacity of twenty-eight students and one teacher. Then, a physical space and infrastructure was proposed, where the laboratory will operate, continuing with the design of the layout and its distribution. Ultimately, the unit costs of all the proposed elements are added, such as: furniture, office supplies, office equipment, tools, software and library books; in order to be able to see the approximate cost of laboratory implementation.

The present project evidenced the importance of the use of a laboratory for the preparation of future undergraduate professionals in the area of Industrial Engineering and related careers.

Índice de Contenidos

Resumen	vii
Abstract.....	viii
Índice de tablas	xiii
Índice de ilustraciones	xiii
Diseño del laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana	1
1. Introducción	1
1.1. Problema	2
1.1.1. Antecedentes.....	2
1.1.2. Importancia y Alcance.....	2
1.1.3. Delimitación	4
1.1.4. Problema General	4
1.1.5. Problemas Específicos	4
2. GRUPO OBJETIVO (BENEFICIARIOS)	5
2.1. OBJETIVOS	5
2.1.1. Objetivo general	5
2.1.2. Objetivos específicos.....	5
3. MATRIZ DE CONSISTENCIA	6
4. Marco Teórico Referencial.....	7
4.1. Modelos	7
4.1.1. Definición.....	7
4.2. Clasificación de modelos	8
4.2.1. Referencia a la Escala de Medición.....	8

4.2.2.	Referencia a la Generalidad.....	8
4.2.3.	Referencia a la Estructura.....	8
4.2.4.	Referencia al Tiempo.....	9
4.2.5.	Referencia a la Incertidumbre.....	10
4.3.	Neuroeducación	10
4.4.	Malla curricular.....	11
4.4.1.	Ingeniería de Métodos	11
4.4.2.	Organización de Sistemas Productivos	12
4.4.3.	Estadística.....	12
4.4.4.	Contabilidad Gerencial	13
4.4.5.	Ingeniería Económica.....	13
4.4.6.	Ingeniería de la Producción	14
4.4.7.	Investigación de Operaciones.....	14
4.4.8.	Gestión de Calidad	15
4.4.9.	Estrategia Empresarial.....	15
4.4.10.	Logística	15
4.4.11.	Diseño de Productos y Servicios	16
4.4.12.	Simulación de Procesos	16
4.5.	Lean Manufacturing.....	17
4.5.1.	Objetivos del Lean Manufacturing.....	17
4.5.2.	Herramientas del Lean Manufacturing.....	17
4.6.	5's.....	17
4.6.1.	Seiri: Separar	18
4.6.2.	Seiton: Ordenar.....	18
4.6.3.	Seiso: Limpiar	18
4.6.4.	Seiketsu: Estandarizar.....	18

4.6.5.	Shitsuke: Disciplina.....	18
4.6.6.	Objetivo de las 5'S	18
4.7.	Just-In-Time.....	19
4.8.	Kanban.....	19
4.8.1.	Típico ejemplo Kanban de la vida diaria.....	20
4.9.	Distribución en Planta.....	20
4.9.1.	Objetivos.....	21
4.9.2.	Tipos de distribución de planta.....	21
4.10.	Necesidades de prácticas en función de la malla curricular.....	22
4.10.1.	Ingeniería de Métodos	22
4.10.2.	Organización de Sistemas Productivos	23
4.10.3.	Estadística.....	25
4.10.4.	Contabilidad Gerencial.....	25
4.10.5.	Ingeniería Económica.....	26
4.10.6.	Ingeniería de la Producción	27
4.10.7.	Investigación de Operaciones.....	28
4.10.8.	Gestión de Calidad	29
4.10.9.	Estrategia Empresarial.....	30
4.10.10.	Logística.....	31
4.10.11.	Diseño de Productos y Servicios	32
4.10.12.	Simulación de Procesos	33
5.	Propuestas de Solución.....	34
6.	Metodología	34
6.1.	Metodología de la Investigación.....	34
6.2.	Metodología de Proceso.....	35

6.2.1. Definir los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos.....	35
6.2.2. Definir los componentes necesarios para las estaciones de trabajo.....	43
6.2.3. Diseñar el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio.	53
6.2.4. Establecer los costos unitarios de los elementos del laboratorio.....	58
7. Resultados	62
8. Conclusiones	65
9. Recomendaciones.....	67
10. Referencias Bibliográficas.....	69
11. Anexos.....	73
Anexo 1:	74
Asignaturas, resultados de aprendizaje y simulaciones correspondientes.....	74
Anexo 2:	76
Planos de Diseño	76
Anexo 3:	77
Proformas y/o Costos Unitarios.....	77

Índice de tablas

Tabla 3.1. Matriz de consistencia	6
Tabla 6. 1. Costos totales.....	59
Tabla 6. 2. Costo de mobiliario	60
Tabla 6. 3. Materiales de oficina consumibles	60
Tabla 6. 4. Equipos de Oficina	60
Tabla 6. 5. Herramientas.....	61
Tabla 6. 6. Software.....	61
Tabla 6. 7. Biblioteca.....	61

Índice de ilustraciones

Ilustración 6. 1. Vista en planta de "layout"	55
Ilustración 6. 2 Renderización vista frontal.....	56
Ilustración 6. 3. Renderización vista posterior.	56
Ilustración 6. 4. Renderización vista lateral izquierda.....	57
Ilustración 6. 5. Renderización vista lateral derecha.	57

Diseño del laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana

1. Introducción

Las sociedades actuales y el mundo tal como lo conocemos hoy en día, son fruto de un trabajo continuo y colaborativo de millones de personas alrededor del mundo. Este trabajo se ha basado en literatura científica, apoyado de una experimentación práctica; de este modo se la logrado sustentar cientos de miles de investigaciones realizadas. Pero, ¿qué sería de todo ese conocimiento generado si nunca fuese llevado a la práctica? ¡Quizás todo terminaría en centenares de libros y revistas que no serían necesarias! Este escenario revela claramente que el conocimiento científico está ligado necesariamente a la práctica. Entonces, si esto es así, para lograr habilidades competitivas en el mundo laboral, se ha de sustentar los conocimientos teóricos aprendidos en clase conjuntamente con prácticas que simulen los procesos de una forma más cercana a la realidad.

La carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana actualmente no cuenta con un laboratorio de prácticas de producción, logística, etc.; por lo que se ha sentido falta de prácticas y/o simulaciones, pese a que el nivel de enseñanza teórico es muy elevado. Por lo que la propia carrera ha visualizado la necesidad de un laboratorio que brinde un entorno controlado y diseñado específicamente para que sus estudiantes puedan simular procesos más cercanos a la realidad, y de esta forma generar competencias acordes al mundo laboral.

Para lograr esto, el trabajo de titulación se enfoca en las asignaturas que requieren prácticas o simulaciones, para luego determinar las necesidades y prerrequisitos en función de las asignaturas. Estos prerrequisitos ayudarán a definir los elementos necesarios que incorporará el laboratorio y llevarlo a cabo exitosamente en las diferentes prácticas o simulaciones, mediante componentes necesarios para cada estación de trabajo y acorde al diseño del laboratorio.

Con miras a que en un futuro cercano se materialice esta propuesta, se añade los costos unitarios de los elementos a formar parte del laboratorio.

1.1. Problema

1.1.1. Antecedentes

La carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana “Sede Matriz Cuenca”, siempre ha estado a la vanguardia de las necesidades locales y nacionales de talento humano que enriquezca la competitividad de las empresas del país. Muchas de las asignaturas impartidas en la malla actual requieren una formación teórica práctica que van de la mano. Con el fin de fortalecer la aplicación teórica práctica, la carrera de Ingeniería Industrial visualiza la necesidad de un laboratorio de simulación dinámica de procesos, lo que al momento conlleva una brecha entre la universidad y la industria. La mejor forma de solventar esta situación es la construcción de un laboratorio que brinde a los estudiantes la oportunidad de simular procesos de manufactura y producción en un entorno controlado, permitiendo generar competencias en los estudiantes y que éstos puedan desenvolverse de mejor forma en el campo laboral.

Actualmente en el aprendizaje de la carrera de Ingeniera Industrial se utiliza mayormente los modelos analógicos, los simbólicos o matemáticos, y de menor forma los icónicos, ya que esos últimos requieren de una representación física de algunos objetos. También se ha venido utilizando mayormente modelos analógicos para simular los sistemas dinámicos, lo cual es acertado, pero contando con un laboratorio de simulación dinámica de procesos, se podrá simular también con modelos icónicos los sistemas dinámicos.

1.1.2. Importancia y Alcance

En la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana “Sede Matriz Cuenca”, las asignaturas impartidas requieren una capacitación teórica práctica, que permita a los estudiantes un aprendizaje vivencial en un ambiente controlado de simulación dinámica de procesos y consecuentemente adquirir un perfil más competitivo para el mundo laboral.

Cada producto o servicio a nuestro alrededor es fruto de incontables horas de trabajo directo e indirecto de muchas personas. Se ha invertido mucho trabajo y esfuerzo en hacer llegar a nuestras manos dichos bienes y servicios que disfrutamos, y uno de los aspectos más importantes aquí es la necesidad de aumentar la eficiencia de cada proceso, para así conseguir mejores beneficios para clientes y para la propia empresa. En este punto será clave el talento humano que se tenga a

disposición, lo que amerita que el mismo esté bien capacitado y sea muy competitivo para afrontar dichos retos.

El Ingeniero Industrial debe ser un profesional que este en capacidad de asumir cargos en empresas industriales, liderando la administración de recursos tecnológicos, equipos, maquinarias; dirigiendo y liderando equipos de trabajo. También debe ser capaz de programar la producción y supervisar cada proceso productivo dentro de la industria, de responder a las exigencias científicas que día a día se presentan, y garantizar su respectivo cumplimiento [1].

La falta de un laboratorio que permita realizar prácticas incide fuertemente en la calidad de la educación y en la competitividad de los alumnos. Bien es sabido que la práctica es una parte fundamental del aprendizaje en todos los campos de la ciencia, y más aún en un campo tan grande e importante como el industrial [1].

Por estas razones se establece realizar el diseño de laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, esto fortalecerá los procesos de aprendizaje y permitirá que los estudiantes ganen competencias muy valiosas para la industria y la sociedad en general. Esta propuesta incluirá definir los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos, definir los componentes necesarios para las estaciones de trabajo y diseñar el espacio físico en el cual el laboratorio entrará en operación.

Con la implementación de este laboratorio, se busca poder ejecutar simulaciones dinámicas de procesos, tales como: manufactura, producción, transporte, etc.; sobre las cuales se pueda experimentar de forma más realista comparado con otros tipos de modelos, como los analógicos, simbólicos, estáticos, etc.

Asimismo se desea aumentar la utilización de modelos dinámicos, los cuales están implícitos en muchos procesos utilizados actualmente en la industria, como por ejemplo la evolución de material en un stock, que depende de los flujos de entrada y salida del mismo [2].

Esto se logrará mediante métodos de investigación, revisión de literatura, investigación de estado del arte, revisión del estado actual mediante técnicas de recolección de datos, tales como la observación, y por último la realización de la propuesta en sí.

Por lo antes expuesto, este trabajo de titulación beneficiará directamente a la Universidad Politécnica Salesiana “Sede Matriz Cuenca”, y a sus estudiantes, al poder contar con una herramienta que mejore su calidad de aprendizaje. También beneficiara indirectamente a la industria local y nacional, al poder contar con un talento humano más competitivo a su disposición.

1.1.3. Delimitación

El presente proyecto de titulación se desarrollará para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana “Sede Cuenca”.

En la primera fase, que tendrá una duración de aproximadamente 3 semanas, se llevará a cabo una revisión bibliográfica sobre la importancia del desarrollo de este proyecto, su alcance, problemas y objetivos asociados. En la segunda fase, que durará aproximadamente 3 semanas, se realizará la determinación de necesidades en función de la malla curricular, la cual brindará una idea más detallada de las simulaciones y/o prácticas aplicables a las diferentes asignaturas. En la tercera fase, que durará aproximadamente 2 meses, se llevará a cabo la definición y requerimiento de elementos para el laboratorio, que permitirá equiparlo de manera eficaz y óptima. En la cuarta fase, que durará aproximadamente 3 semanas, se realizará el diseño del “*layout*” del laboratorio y las estaciones de trabajo. En la quinta fase, que durará aproximadamente 2 semanas, se determinará los costos unitarios de cada elemento dentro del laboratorio.

1.1.4. Problema General

¿Es posible diseñar un laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana?

1.1.5. Problemas Específicos

- ¿Cómo definir los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos?
- ¿Cómo definir los componentes necesarios para las estaciones de trabajo?
- ¿Cómo diseñar el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio?
- ¿Cuáles son los costos unitarios de los elementos del laboratorio?

2. GRUPO OBJETIVO (BENEFICIARIOS)

Este trabajo de titulación beneficiará directamente a la Universidad Politécnica Salesiana “Sede Matriz Cuenca”, y a sus estudiantes, al poder contar con una herramienta que mejore su calidad de aprendizaje. También beneficiará indirectamente a la industria local y nacional, al poder contar con un talento humano más competitivo a su disposición.

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general

Diseñar un laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.

2.1.2. Objetivos específicos

- Definir los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos.
- Definir los componentes necesarios para las estaciones de trabajo.
- Diseñar el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio.
- Establecer los costos unitarios de los elementos del laboratorio.

3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 3.1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Marco teórico
<p>General:</p> <p>¿Es posible diseñar un laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana?</p>	<p>General:</p> <p>Diseñar un laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.</p>	<p>General:</p> <p>Se diseñará un laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.</p>	<p>Conceptos:</p> <p>Simulación dinámica de procesos.</p> <p>Ingeniería Industrial</p>
<p>Específicos:</p> <p>¿Cómo definir los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos?</p>	<p>Específicos:</p> <p>Definir los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos.</p>	<p>Específicos:</p> <p>Se definirá los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos.</p>	<p>Modelos de simulación.</p> <p>Clasificación de modelos.</p>
<p>¿Cómo definir los componentes necesarios para las estaciones de trabajo?</p>	<p>Definir los componentes necesarios para las estaciones de trabajo.</p>	<p>Se definirá los componentes necesarios para las estaciones de trabajo.</p>	<p>Metodologías modernas de producción.</p>
<p>¿Cómo diseñar el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio?</p>	<p>Diseñar el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio.</p>	<p>Se diseñará el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio.</p>	<p>Distribución en planta.</p>
<p>¿Cuáles son los costos unitarios de los elementos del laboratorio?</p>	<p>Establecer los costos unitarios de los elementos del laboratorio.</p>	<p>Se establecerá los costos unitarios de los elementos del laboratorio.</p>	<p>Costos</p>

Fuente: Autor

4. Marco Teórico Referencial

4.1. Modelos

El universo físico y objetivo tal como lo conocemos, está conformado por infinitos sistemas. Dichos sistemas se consideran fenómenos que deben ser estudiados, para poder definir leyes que los conformen. Con la finalidad de llegar al conocimiento científico de estos fenómenos, se hace uso de la investigación científica. La cual consta de tres etapas esenciales [2]:

- a) Determinación del problema
- b) Elaboración del modelo adecuado
- c) Solución del problema

Hasta hace pocos años la creación de modelos no era de mayor importancia para los investigadores, aunque sin ser conscientes o siéndolos los realizaban. Pero recientemente desde 1940 es cuando se le empieza a dar la importancia que se merecen [2].

Esta importancia radica en que los fenómenos son empíricos, y para poder estudiarlos a detalle, se necesita elaborar una abstracción a partir del mundo físico. Solo después de elaborado el modelo, con un grado de abstracción elevado, es posible aplicar métodos matemáticos y llevarlo a conclusiones matemáticas que luego se interpretan como conclusiones físicas. Dichas conclusiones pueden ser testeadas mediante la experimentación, o comparación [3].

Los modelos obtenidos cobran gran importancia porque permiten definir el sistema con sus respectivas variables y sus relaciones, pudiendo estudiar su comportamiento bajo diversas condiciones, sin necesidad de un funcionamiento real. La disminución de costos que permite la experimentación con modelos y no con sistemas reales es uno de los beneficios más grandes que brinda esta metodología. Además, el aumento de seguridad que se puede llevar a cabo al someter al modelo a situaciones extremas, es también de mucha ayuda [2].

4.1.1. Definición

Un modelo es una representación de un sistema real. Dicha representación se enfoca en las cualidades más relevantes que son de interés en el estudio que se desea realizar.

Los modelos son muy útiles cuando se pretende tomar decisiones frente a un problema en la vida cotidiana y en la ciencia. Dentro del campo de la investigación científica el uso de modelos es prácticamente obligado, debido a que se busca encontrar la verdad a través del uso de los

mismos. A pesar de que los modelos han sido utilizados consciente o inconscientemente durante más de mil años, nunca se les dio la importancia que éstos merecían. Los investigadores han generalizado, y tanto un sistema de ecuaciones como una estatua son modelos, con diferentes jerarquías en cuanto a niveles de abstracción [3].

4.2. Clasificación de modelos

La siguiente clasificación es respecto a distintas referencias [2]:

- a) Referencia a la escala de medición
- b) Referencia a la generalidad
- c) Referencia a la estructura
- d) Referencia al tiempo
- e) Referencia a la incertidumbre

4.2.1. Referencia a la Escala de Medición

Al elaborar un modelo, se debe determinar si este es cualitativo o cuantitativo, de acuerdo a la medición que se puede hacer de sus variables [2].

4.2.2. Referencia a la Generalidad

Existen dos tipos: los modelos generales y los modelos específicos. Los modelos generales se pueden aplicar a muchas situaciones y no están privados a valores específicos, por ejemplo, un modelo puede ser $Y=b \times X + a$, este modelo es general ya que sus coeficientes pueden adoptar cualquier valor real.

Por el contrario, los modelos específicos se utilizan para resolver un problema en particular. Trabajan en condiciones especiales, en un tiempo y espacio determinado, y en personas determinadas. Por ejemplo, un modelo $Y=2 \times X + 3$ es un modelo específico porque los coeficientes ya tienen valores predeterminados [2].

4.2.3. Referencia a la Estructura

Sin duda es la clasificación más conocida de los modelos, ya que muchos autores se refieren solamente a esta clasificación, dada su importancia. Los modelos según su estructura se clasifican en: icónicos, analógicos, y simbólicos [3].

4.2.3.1. Modelos Icónicos

El modelo icónico representa al mundo físico mediante una imagen o una reproducción verdadera, pero a escala diferente o construida con material diferente. Un juguete de un auto o un avión en miniatura son claros ejemplos de este tipo de modelo. Es importante resaltar que en este tipo de modelo solo se resaltan las cualidades que interesan al estudio. También pueden ser representaciones en donde se pierden una o más dimensiones del prototipo real, a modo de ejemplo un árbol tiene 3 dimensiones, pero su fotografía (modelo icónico) es únicamente bidimensional. Generalmente estos modelos son fáciles de comprender, debido a que su nivel de abstracción es mínimo [3].

4.2.3.2. Modelos Analógicos

Los modelos analógicos tienen un nivel mayor de abstracción que los modelos icónicos. Estos modelos representan físicamente los objetos originales, pero no tiene un parecido directo con el objeto original, no obstante, se puede establecer una relación entre las variables principales del modelo y del objeto original. Hay analogías y semejanzas entre modelo y objeto original, sin embargo, no es una reproducción fiel de esta última. Estos modelos son de mucha ayuda para representar sistemas dinámicos, lo cual es la principal ventaja sobre los icónicos [4].

4.2.3.3. Modelos Simbólicos

Estos modelos representan la máxima abstracción de los sistemas reales, llegando a ser universales. Representan las propiedades más relevantes de un sistema, mediante cantidades, y relaciones matemáticas o lógicas.

Las principales ventajas de estos modelos son: fáciles de manipular, mejoran la comunicación del problema, pueden integrarse en otros trabajos [5].

4.2.4. Referencia al Tiempo

Existen dos en esta clasificación: los estáticos y los dinámicos. Un modelo es estático cuando sus atributos no cambian en el tiempo, y es dinámico cuando al transcurrir el tiempo todos o algunos de sus atributos varían. A modo de ejemplo, una fotografía es un modelo icónico estático, y una película es un modelo icónico dinámico [4].

4.2.5. Referencia a la Incertidumbre

En referencia a la existencia o no de incertidumbre en los modelos, estos se clasifican en: deterministas y probabilísticos.

Cuando existe certidumbre en los modelos, éstos utilizan ecuaciones, es decir para determinada causa existe un efecto determinado, por lo tanto, el modelo es determinista y se pueden establecer variables dependientes e independientes.

Pero muchas veces en el universo los fenómenos son aleatorios y producidos por un sinnúmero de causas, lo que lleva a utilizar modelos estadísticos o probabilísticos. En donde se determinará las variables controlables y las incontrolables.

Las clasificaciones enunciadas anteriormente, son dentro de su misma clase mutuamente excluyente; sin embargo, no son mutuamente excluyentes entre clases, por ejemplo, un modelo puede ser generalista, icónico, estático y probabilístico a la vez [2].

4.3. Neuroeducación

La neuroeducación es una disciplina que se basa en colaborar con estrategias y tecnologías educativas para un mejor funcionamiento del cerebro, permitiendo optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje. En esta disciplina trabajan conjuntamente las ciencias neurológicas y educativas aplicándolas en ámbitos escolares y académicos. El propósito de la neuroeducación es aplicar actividades que estimulen el cerebro y todo acerca de cómo éste aprende [6].

Factores que intervienen en la neuroeducación [7]:

- Plasticidad cerebral y neurogénesis: se basa en que el cerebro es de plástico y que éste tiene una capacidad de adaptación durante toda la vida. También, está creando constantemente nuevas neuronas y conexiones que permiten una conexión adecuada.
- Neuronas espejo: aduce que son un grupo de células cerebrales que se activan cuando realizamos una acción y como observamos cuando alguien las realiza; también se basan en las expresiones emocionales.
- Emociones y aprendizaje: pretende enseñar a los alumnos a ser conscientes y a tomar control sobre sus sentimientos, ya que, las emociones interactúan en los procesos cognitivos.
- Dislexia y trastornos del aprendizaje: se trata en ofrecer herramientas para que el alumno supere las dificultades generadas por la dislexia.

- Al parecer a través de estas estrategias se puede entrever que el uso de modelos semejantes o muy aproximados a contextos reales, mismos que podrían simularse en laboratorios, podrían generar emociones que favorezcan el proceso cognitivo del alumnado en cuestión.

4.4. Malla curricular

La Universidad Politécnica Salesiana, con el afán de estar siempre a la vanguardia en el nivel de enseñanza, ha reformado recientemente su malla curricular, de la cual se ha escogido las siguientes asignaturas, las cuales son mayormente prácticas, por lo que serán las que primero se tendrá en cuenta para los procesos a simular en el laboratorio objeto de este proyecto. Es necesario señalar que no todas las asignaturas son factibles de realizar prácticas, ya que muchas son puramente teóricas.

- Ingeniería de Métodos
- Organización de Sistemas Productivos
- Estadística
- Contabilidad Gerencial
- Ingeniería Económica
- Ingeniería de la Producción
- Investigación de Operaciones
- Gestión de Calidad
- Estrategia Empresarial
- Logística
- Diseño de Productos y Servicios
- Simulación de Procesos

A continuación, se detallará los programas microcurriculares de estas asignaturas:

4.4.1. Ingeniería de Métodos

4.4.1.1. Resultados de aprendizaje:

- Conoce la evolución, la interacción con otras ciencias, los campos de aplicación y las perspectivas de la ingeniería industrial.

- Aplica la ingeniería de métodos mediante técnicas asociadas a él, estudios de tiempo y movimientos en el sector industrial y de servicios determinando estándares de producción.
- Aplica e interpreta los resultados de distintas herramientas de la ingeniería de métodos en la producción de bienes y servicios.

4.4.1.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Fundamentos de Ingeniería Industrial.
- Métodos, movimientos y medición del trabajo.
- Herramientas para Ingeniería de métodos.
- Aplicaciones.

4.4.2. Organización de Sistemas Productivos

4.4.2.1. Resultados de aprendizaje:

- Analiza, diseña y rediseña procesos productivos con enfoque de mejora continua.
- Determina la mejor ubicación y distribución espacial de una empresa de bienes o servicios.
- Planifica la capacidad de producción de la planta o instalación de servicios.

4.4.2.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Análisis y diseño de proceso.
- Estrategias de localización y distribución de planta.
- Planificación de la capacidad.
- Productividad.

4.4.3. Estadística

4.4.3.1. Resultados de aprendizaje:

- Resume, organiza, procesa y presenta adecuadamente los datos para obtener información.
- Aplica las distribuciones de probabilidad para caracterizar el comportamiento de datos.
- Estima la variabilidad de un conjunto de datos resultado de un experimento.

4.4.3.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Estadística Descriptiva.
- Probabilidad y Distribuciones de Probabilidad.
- Estadística inferencial.

4.4.4. Contabilidad Gerencial

4.4.4.1. Resultados de aprendizaje:

- Identifica y clasifica las cuentas y el desarrollo del proceso contable.
- Aplica los métodos relativos a costos de producción en base a su clasificación e identifica los costos por órdenes de trabajo.
- Reconoce y examina instrumentos financieros básicos.

4.4.4.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Cuentas contables.
- El proceso contable.
- Costos de producción.
- Estados financieros y de flujo de efectivo.

4.4.5. Ingeniería Económica

4.4.5.1. Resultados de aprendizaje:

- Calcula e interpreta el interés simple y compuesto.
- Calcula e interpreta anualidades.
- Elabora tablas de amortización y de fondos de amortización.
- Calcula e interpreta indicadores financieros para la toma de decisiones de inversión.

4.4.5.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Valor del dinero en el tiempo.
- Interés simple e interés compuesto.
- Tasas de interés nominal y efectivo.
- Anualidades y amortizaciones.

- Indicadores financieros y decisiones de inversión.

4.4.6. Ingeniería de la Producción

4.4.6.1. Resultados de aprendizaje:

- Desarrolla el proceso de planeación de la producción en base a las necesidades productivas.
- Determina el requerimiento de materiales y manejo de inventarios con demanda dependiente.
- Programa y controla la producción mediante la asignación, secuenciación y temporización de las actividades productivas de acuerdo a la capacidad real de la planta.
- Propone formas de aplicación de las teorías y filosofías en la producción industrial en el contexto ecuatoriano actual.

4.4.6.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Pronósticos.
- Planificación de la producción e inventarios.
- Programación y control de la producción.
- Teorías y filosofías de la producción Industrial.

4.4.7. Investigación de Operaciones

4.4.7.1. Resultados de aprendizaje:

- Aplica modelos matemáticos de programación lineal: transporte, asignación y redes como herramienta de toma de decisiones en problemas de distribución de recursos.
- Aplica modelos heurísticos y dinámicos para la optimización de recursos en la toma de decisiones.
- Aplica modelos de inventario en el proceso de toma de decisiones para la optimización de recursos.
- Aplica teoría de colas para la optimización en procesos de producción y de servicios.

4.4.7.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Programación lineal.
- Programación heurística y dinámica.

- Teoría de inventarios.
- Teoría de colas.

4.4.8. Gestión de Calidad

4.4.8.1. Resultados de aprendizaje:

- Conoce y entiende los principios y definiciones de calidad.
- Maneja herramientas estadísticas y evalúa resultados para el control de los procesos.
- Conoce, diferencia y aplica modelos de gestión de calidad.
- Conoce las diferentes normativas relacionadas a la gestión de calidad.

4.4.8.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Ingeniería de la calidad.
- Control estadístico de procesos.
- Gestión de la calidad.
- Normativa.

4.4.9. Estrategia Empresarial

4.4.9.1. Resultados de aprendizaje:

- Reconoce los elementos de la dirección estratégica.
- Analiza los ambientes del entorno organizacional como base para la planificación estratégica.
- Formula estrategias administrativas y usa herramientas para el control gerencial en función del entorno.

4.4.9.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Introducción a la Dirección Estratégica.
- Análisis Estratégico.
- Formulación, Implementación y Evaluación Estratégica.

4.4.10. Logística

4.4.10.1. Resultados de aprendizaje:

- Reconoce los fundamentos generales de la logística integral.
- Diseña sistemas de logística integral: aprovisionamiento, organización, almacenaje y transporte y distribución.

4.4.10.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Cadena de suministro.
- Gestión de Aprovisionamiento.
- Gestión de Almacenamiento.
- Gestión de transporte y distribución.

4.4.11. Diseño de Productos y Servicios

4.4.11.1. Resultados de aprendizaje:

- Reconoce las bases conceptuales del emprendimiento y la innovación.
- Aplica los procesos necesarios de diseño y gestión para nuevos productos.
- Propone modelos y planes de negocio.

4.4.11.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Emprendimiento e innovación.
- Diseño, gestión y desagregación tecnológica.
- Modelo y Plan de Negocios.

4.4.12. Simulación de Procesos

4.4.12.1. Resultados de aprendizaje:

- Plantea y desarrolla modelos para procesos en tiempo continuo y en tiempo discreto.
- Utiliza plataformas informáticas para la simulación de modelos en tiempo continuo y en tiempo discreto.
- Ejecuta procesos de validación de modelos en tiempo continuo y en tiempo discreto.

4.4.12.2. Contenidos mínimos de la asignatura:

- Modelamiento de procesos.
- Aplicación de software de simulación.

- Validación de los modelos.

4.5. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es un sistema de producción que nació de la mano de Toyota, se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura y en maximizar el valor del producto para el consumidor final, todo esto utilizando solo los recursos estrictamente necesarios para ello. Este sistema de gestión contiene varias herramientas clave que ayudan a hacer todo esto posible, desde la alta gerencia hasta la propia manufactura, centrándose en sacarle el máximo provecho a cada actividad realizada dentro de la organización o empresa [8].

4.5.1. Objetivos del Lean Manufacturing

- Proporcionar herramientas que ayuden a crear valor, mejorar los procesos y reducir costos de operación en cualquier organización o compañía.
- Inculcar en la organización una cultura Just-In-Time.
- Estandarizar el trabajo en cada puesto y mejorar la productividad global de la empresa.
- Disminuir la cantidad de inventario, inculcando una cultura de producción “Pull”.
- Eliminar desperdicios y procesos que no agreguen valor y obtener la máxima productividad con la cantidad justa de recursos [9].

4.5.2. Herramientas del Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing contiene muchas herramientas que se enfocan desde la administración hasta la misma manufactura de la empresa. A continuación, se enumerará y detallará las herramientas que se utilizarán en el presente proyecto de titulación: 5's, Andon, Estandarización de Trabajos y Gestión Visual, TPM, Mapa de Flujo de Valor, Flujo de una Pieza (One-Piece-Flow), Heijunka, Kanban, Just-In-Time, Poka-Yoke [10].

4.6. 5's

Las 5's es una metodología primordial en el Lean Manufacturing, ya que gracias a ésta se puede transformar completamente un área de trabajo, con el fin de conseguir mayor comodidad, eficiencia y seguridad. Su impacto verdadero está en que esta herramienta cambia los hábitos de las personas para poder mantener la situación mejorada continuamente. Esta herramienta toma su

nombre de 5 palabras japonesas que componen su estrategia, todas estas comienzan con la letra s: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke [8].

4.6.1. Seiri: Separar

Se trata de separar las cosas útiles de las inútiles, con esto buscamos eliminar lo inservible [11].

4.6.2. Seiton: Ordenar

Se trata de eliminar lo innecesario y se ordena cada cosa de forma que todos en el área de trabajo entiendan cuál es su lugar. Ejemplo [8]:

- Todas las herramientas o artículos deben tener una localización fija, ser rotulados.
- Las herramientas deben colocarse al alcance del operario, según su frecuencia de uso.

4.6.3. Seiso: Limpiar

Consiste en efectuar una limpieza inteligente de toda el área de trabajo, para de esta forma redefinir las condiciones operativas a su punto óptimo [11]:

4.6.4. Seiketsu: Estandarizar

Se debe comunicar el estándar operativo de limpieza a toda la gente involucrada en el área de trabajo, también se estandariza la ropa y calzado de trabajo. Este principio se debe enfocar en que los hábitos de trabajo de las personas cambien por completo, haciendo de la limpieza una prioridad importante [8]:

4.6.5. Shitsuke: Disciplina

Consiste en respetar los estándares logrados en los cuatro pasos anteriores y evaluar la permanencia de los principios de las 5's para mantener y seguir mejorando las condiciones definidas [11].

4.6.6. Objetivo de las 5'S

- Utilizar de manera óptima el espacio disponible.
- Reducir los errores y los defectos.
- Reducir el tiempo de búsqueda y traslado de materiales.

- Mejorar el control del proceso.
- Crear en las personas el hábito de la limpieza y orden.
- Definir y asegurar el cumplimiento de los estándares de operación [12].

4.7. Just-In-Time

Al traducir el nombre Just-in-time (JIT), se aluce al “Justo a tiempo” y pensamos que se refiere al último momento, pero, en Lean Manufacturing hace referencia a un bien o servicio que debe respetar lo siguiente [9]:

- Qué: aquello que se requiere.
- Cuándo: en el momento que se necesita.
- Cuánto: en la cantidad requerida.
- Cómo: con la calidad requerida.
- Dónde: en el lugar requerido.

En el JIT se deben tomar en cuenta dos observaciones importantes [9]:

- La primera es que se requieren de las materias primas justo a tiempo.
- El segundo es decir que el JIT no es la meta, pues la meta no debería existir porque todo este sistema se basa en una mejora continua.

Esta herramienta no tiene nada que ver con la fabricación por lotes, debido a que ésta habla de fabricar sin necesidad de solicitar y fabricar según la materia prima que se disponga [13].

Existen tres principios dependientes entre sí en el JIT y son [9]:

- Flujo: Flujo continuo.
- Cadencia: Fabricación “al ritmo del cliente”.
- Tracción: El proceso siguiente manda.

4.8. Kanban

El término “Kanban” es japonés y significa “poster” o “señal”, por esto se asocia con una tarjeta que relaciona los puestos de trabajo y advierte la necesidad de fabricación o transporte. El “Principio de Tracción” (“Pull”) del Lean Manufacturing nos advierte se parte de la demanda expuesta por el cliente donde cada proceso “tira” del anterior y entrega según pida el siguiente. Si

un proceso no tiene demanda no se fabrica. Es por esto que encaja perfectamente esta herramienta [8].

En este proceso se utiliza una tarjeta a la que se le llama Kanban, la misma que es transmitida desde el proceso siguiente al proceso anterior, obligando a fabricar y entregar el material requerido por el siguiente proceso junto con el Kanban. El Kanban puede estar asociado mediante texto, imagen o código, debe contener información de utilidad como identificación de procesos que lo relacionan, tipo de embalaje del producto, ubicación del material en el área de almacenamiento, etc. [14].

Existen dos tipos de Kanban [8]:

- El que autoriza a fabricar y se le llama Kanban de fabricación.
- El que autoriza a entregar y se llama Kanban de transporte.

4.8.1. Típico ejemplo Kanban de la vida diaria

Un excelente ejemplo de Kanban en la vida diaria es el refrigerador. Existe productos que se consumen constantemente (por ejemplo, la mantequilla) y las cosas que sólo existen cuando sea necesario dentro de un rango de corto plazo (por ejemplo, carne).

El número de piezas de la mantequilla depende del consumo, en el momento cuánto tiempo que se necesita para adquirir nueva mantequilla y en el tamaño de las piezas de la mantequilla [14].

Por ejemplo, si se supone que desea tener tres trozos de mantequilla constantemente disponibles en el refrigerador, a continuación, usted, tan pronto como una pieza que se ha consumido, desencadenar una señal de sustitución (por ejemplo, una nota sobre la nueva lista de la compra).

Así que usted está usando exactamente el principio Kanban, sin haber llamado así. Otros ejemplos de la vida diaria se pueden encontrar en el almacenamiento de papel higiénico, en la farmacia, en saneamientos, hospitales o incluso en un típico restaurante McDonald's [14].

4.9. Distribución en Planta

La distribución en planta es la ordenación física de elementos industriales, la misma que incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios [15].

La distribución del equipo en la mayoría de los casos resulta ser un problema inevitable para todas las plantas industriales debido a que la distribución determina la eficiencia y supervivencia de una empresa. A pesar de que existan equipos costosos, un utillaje complicado, que haya un máximo de ventas o un producto bien diseñado, estos pueden verse amenazados por una deficiencia en la distribución [16].

4.9.1. Objetivos

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución de los retrasos en la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y/o de los servicios.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Reducción del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general.
- Logro de una supervisión más fácil y mejor.
- Disminución de la congestión y confusión.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones [15].

4.9.2. Tipos de distribución de planta

Antes de enmarcar los tipos de una distribución debemos tener en cuenta la producción se basa en el resultado obtenido de un conjunto de hombres, materiales y maquinaria que trabajan bajo alguna forma de dirección, por esto los tipos de distribución de una planta son [15]:

- Movimiento de material.
- Movimiento del hombre.
- Movimiento de maquinaria.

- Movimiento de material y de hombres.
- Movimiento de material y de maquinaria.
- Movimiento de hombres y de maquinaria.
- Movimiento de materiales, hombres y maquinaria.

4.10. Necesidades de prácticas en función de la malla curricular

Es necesario que los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial generen un aprendizaje vivencial en escenarios simulados, asemejándose a los problemas que se presentan en el campo laboral. Se procede a revisar las aplicaciones prácticas y/o simulaciones para las asignaturas pertinentes.

4.10.1. Ingeniería de Métodos

La “Ingeniería de Métodos” o también llamada “Ingeniería del Trabajo”, se basa en una técnica encargada de ejecutar un proceso con el fin de incrementar la productividad utilizando los recursos ya existentes, para lo que emplea un estudio sistemático y crítico de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo. Se centra en hacer más fácil y lucrativa a cada tarea y aumentar la calidad de los productos [17] - [18].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Mapa de flujo de valor para varios procesos de producción
Mediante esta práctica se puede visualizar el flujo de producción ya que muestra el estado actual del proceso y delimita el proceso esperado con el propósito de obtener oportunidades de mejora. Para mejorar el estado futuro, muestra todos los desperdicios y operaciones que no añaden valor, esto mediante una hoja de ruta [9].
- Mejora de métodos productivos
Pretende analizar el proceso actual para la detección de ineficiencias u obstáculos que se pueden mejorar, pretendiendo con esto definir las metas y objetivos [19].
- Minimización de tiempos y recursos requeridos.

Se enfoca en la reducción de tiempos de operación y producción, empleando las herramientas ya existentes para obtener un producto final de calidad similar o mayor comparando a utilizar procesos menos eficientes.

Prácticas específicas:

- Elaborar y analizar los mapas de flujo de valor de procesos y posteriormente replicarlos en algunas industrias, a través de diagramas de flujo en lienzos o software, y así verificar que procesos son los más susceptibles de ser optimizados.
- Analizar y simular procesos de producción en distintas industrias para la detección de ineficiencias.
- Simular la reducción tiempos y recursos necesarios para llevar a cabo una producción en particular para compararlo con el proceso actual.

4.10.2. Organización de Sistemas Productivos

Los sistemas productivos se organizan en varios departamentos:

- Producción: Se enfoca en la producción de bienes y servicios, de su diseño, su fabricación, materiales, equipos, capital, etc.
- Operaciones: Se enfoca en la actividad productora como tal.
- Producto: Es el resultado de cualquier sistema productivo. [20]

4.10.2.1. Organización

Es una estructura de las relaciones que debe haber entre las diferentes funciones, niveles y actividades de los recursos humanos y materiales en una entidad, con el objetivo de maximizar su eficiencia [20].

4.10.2.2. Los 5 propósitos básicos de la organización [20]

- Es continua, donde toda la entidad y sus recursos no están sujetos a constantes cambios.
- Es una herramienta para lograr los objetivos de la entidad.
- Diseña métodos para la correcta y eficiente función de la entidad.

- Mejora la eficiencia de las actividades, reduce costos, así incrementando la productividad.
- Reduce la repetición de actividades al delimitar tareas o responsabilidades.

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Análisis, diseño y rediseño de procesos productivos con mejora continua
Se enfoca en realizar un análisis a profundidad de un proceso productivo en particular, para detectar posibles ineficiencias con el fin de rediseñarlas.

- Prácticas de estrategias de distribución espacial y ubicación de una planta
Analiza el orden físico de elementos industriales, incluyendo los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios [15].

La distribución del equipo en la mayoría de los casos resulta ser un problema inevitable para todas las plantas industriales debido a que la distribución determina la eficiencia y supervivencia de una empresa. A pesar de que existan equipos costosos, un utillaje complicado, que haya un máximo de ventas o un producto bien diseñado, estos pueden verse amenazados por una deficiencia en la distribución [16].

- Prácticas de planificación de la capacidad productiva.
Uno de los factores que se debe coordinar en un proceso es la capacidad productiva la misma que no toma en cuenta solo a la producción, sino, hace referencia también a la compra, transporte, almacenaje, servicios, administración, etc. por lo que se pretende hacer prácticas sobre la cantidad de producción y servicio que se puede obtener para una determinada unidad productiva en un tiempo determinado [21].

Prácticas específicas:

- Analizar y rediseñar varios procesos productivos con el fin de buscar ineficiencias en los procesos.
- Proponer varias distribuciones de planta para analizar posibles mejoras con relación a la distribución espacial de máquinas, equipos, procesos y/o departamentos.
- Analizar la capacidad productiva de ciertas plantas equipadas con maquinarias específicas.
- Analizar la cantidad de productos elaborados que rinden determinados recursos.

4.10.3. Estadística

La estadística aplicada en la Industria es una herramienta básica en negocios y producción por lo que se la utiliza para entender la variabilidad de sistemas de medición, control de procesos, compilar datos, toma de decisiones, etc [22].

4.10.3.1. Estadística Discreta

Hablamos de variables discretas cuando éstas pueden asumir valores contables, y no permiten valores intermedios entre dos específicos. Por lo tanto, la estadística discreta se encarga de presentar datos de una población medidos con variables discretas [23].

4.10.3.2. Estadística Continua

Una variable continua es la que admite valores intermedios entre dos valores en particular, o puede admitir un número incontable de valores. Las variables discretas y las variables continuas pertenecen a los tipos de variables estadísticas cuantitativas [24].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Organización e interpretación de datos para toma de decisiones.
Se basa en organizar efectivamente los datos estadísticos de cualquier proceso y analizarlos profundamente para mejorar sustancialmente la toma de decisiones.
- Aplicación de modelos de probabilidad y variabilidad de procesos para predecir el comportamiento de datos.
Mediante modelos probabilísticos y de variabilidad se puede predecir futuros acontecimientos de varios procesos de los cuales se tiene datos anteriores o históricos.

Prácticas Específicas:

- Búsqueda, organización, validación e interpretación de datos estadísticos para la toma de decisiones.
- Aplicar modelos probabilísticos y de variabilidad a varios procesos para predicciones.

4.10.4. Contabilidad Gerencial

La contabilidad gerencial se enfoca en los costes para la toma de decisiones gerenciales [25].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- **Costos de Producción**
Se enfoca en el cálculo de los costes de producción y la influencia de la economía de escala.
- **Costes por órdenes de trabajo**
Analiza el costo por lote y su posible variación debido a factores internos o externos.
- **Decisiones de operación**
Ayuda a la toma de decisiones al momento de operar, emplear recursos humanos, decidir proveedores, etc.
- **Presupuestos.**
Permite ajustar el presupuesto para las diferentes áreas dentro de la empresa.

Prácticas específicas:

- Analizar e interpretar información contable referente a diferentes industrias con el fin de simular decisiones.
- Analizar los costos fijos y variables de producción.
- Analizar costos por órdenes de trabajo.
- Ejecutar toma de decisiones en base a resultados.
- Generar presupuestos en base a trabajos específicos.

4.10.5. Ingeniería Económica

Es una rama de la economía enfocada en la ingeniería. Implica la evaluación de los costos y de los beneficios de los proyectos propuestos acompañados de aspectos técnicos [26].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Presupuesto de capital, presupuestos para: activos fijos, maquinarias, equipos, tecnología.
- Estimaciones de costos
Ayuda al momento de analizar el costo del producto, también el precio mínimo del mismo según sus características.
- Método del punto de equilibrio
Permite determinar el nivel de operaciones que se debe mantener para cubrir los costos operacionales o costos fijos [27].

Prácticas específicas:

- Presupuestos de capital
- Estimaciones de costos de lotes de producción.
- Análisis del punto de equilibrio.
- Análisis de valores económicos de bienes y/o servicios.
- Economía del camino crítico.
- Interés y relaciones dinero – tiempo.

4.10.6. Ingeniería de la Producción

La producción o área productiva de una empresa es la fase de mayor valor agregado en las organizaciones, siendo el eje de desarrollo de las compañías de manufactura en todo el mundo. Sin embargo, los sistemas productivos son totalmente capaces de ser mejorados en muchos sentidos: innovación, flexibilidad, calidad y costos. El desarrollo de los sistemas productivos está muy ligado a la Ingeniería Industrial, por lo que se ha convertido en el área más importante de esta ingeniería [28].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Producción One-Piece Flow, o por lotes
Se enfoca en que la mínima cantidad de piezas permisibles (idealmente 1) pase de operación en operación [9], mientras que la producción por lotes produce menos variedad de producto pero en volúmenes más elevados, este último siendo el más utilizado. [29]
- Planificación de la producción
Requiere que se determinen las cantidades y fechas concretas para la fabricación de los productos con el objetivo de maximizar un objetivo, por ejemplo: maximizar beneficios, recortar costos, etc. [30]
- Requerimiento de materiales y manejo de inventarios
Trata sobre el adecuado reabastecimiento de materias primas y el adecuado abastecimiento de inventario, con el objetivo de minimizar el despilfarro y reducir costos.
- Programación de la producción de acuerdo a la capacidad de la planta
Trata nuevas formas de utilizar la capacidad vaga de la planta cuando no se esté ocupando la misma.
- Implementación de teorías y filosofías modernas de producción

Trata sobre la implementación de filosofías modernas de producción como Lean Manufacturing, Kaizen, Six Sigma, Just-In-Time, etc.; y su efecto en la producción.

- Control de calidad

Trata sobre la implementación de técnicas y herramientas de control de calidad a la producción.

- Ajuste de oferta/demanda

Trata de predecir o intuir la demanda del mercado, con el objetivo de no despilfarrar recursos en producción que no está siendo demandada.

- Producción JIT

Hace referencia a la filosofía Just-In-Time, la cual consiste en que el reabastecimiento, inventario, y capital de trabajo deben estar perfectamente alineadas en el tiempo.

Prácticas específicas:

- Simulación de diferentes tipos de producciones, por ejemplo: one-piece flow, por lotes, flexible, etc.
- Análisis y planificación de la producción.
- Requerimientos de materiales, materias primas y manejo de inventarios.
- Programación de la producción en base a la capacidad de la planta y análisis de utilización de capacidad vaga de la planta.
- Implementación de teorías y filosofías modernas en varios procesos de producción e industrias.
- Análisis de control de calidad en función a diferentes filosofías.

4.10.7. Investigación de Operaciones

Se puede definir como la aplicación interdisciplinaria de métodos científicos a la resolución de problemas relacionados con el manejo de organizaciones o sistemas, con el objetivo de que se produzcan soluciones que sirvan mejor a los objetivos de dichas organizaciones [31].

El objetivo es que esta metodología brinde herramientas para que en base a modelos de la realidad (generados a través de abstracciones) puedan analizar y poder respaldar cuantitativamente decisiones que se tomen con respecto a los problemas [32].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Generación, análisis y observación de modelos
Consiste en desarrollar modelos de la realidad para proceder a analizarlos y que ayuden en la toma de decisiones.
- Toma de decisiones para optimización de recursos
Se enfoca en mejorar los procesos mediante toma de decisiones basadas en modelos.
- Teoría de cola para optimización de procesos de producción y de servicios
Analizar modelos de colas para proceder a una optimización del servicio [33].

Practicadas Específicas:

- Modelización de procesos y/o problemas, con el fin de analizarlos y obtener conclusiones.
- Toma de decisiones en base a conclusiones o datos obtenidos del análisis de modelos.
- Analizar modelos de colas, obtener datos y proponer soluciones.
- Analizar la ruta más corta entre origen y destino.

4.10.8. Gestión de Calidad

Es la rama de la Ingeniería Industrial que se le atribuye el control de la calidad de los productos y servicios que una compañía produce. Conociendo el significado de “calidad” como el cumplimiento total de las especificaciones de un producto o servicio que están destinadas a satisfacer ciertas necesidades; hoy en día la calidad ya no es más una opción, es una obligación de cualquier compañía que desee ser competitiva en el mercado. Por lo que para cualquier compañía es primordial poder cumplirla, y como una ventaja competitiva poder excederla [34].

4.10.8.1. Cartas de Control

Son cartas usadas para analizar y observar procesos en el tiempo. De esta forma permite determinar variaciones por causas especiales y comunes, que a su vez ayudarán a determinar el funcionamiento de dicho proceso y diseñar mejoras para el control. En general las cartas de control ayudan a analizar las variables de salida (calidad) de un proceso, pero también pueden analizar las variables de entrada o de dentro del mismo proceso [35].

4.10.8.2. Seis Sigma

Se trata de una metodología de control de calidad, que se enfoca en disminuir la variabilidad de los procesos. Desde entonces ha evolucionado hasta convertirse en una filosofía completa

aplicable a procesos de altos estándares. Desde el punto de vista estadístico, el seis sigma permite medir un proceso con extremada precisión (99.9997%). El objetivo es no usar el promedio como métrica para testear los resultados, sino utilizar la desviación estándar, la cual presenta la variación de un elemento respecto a su media.

Seis sigma mide 6 desviaciones estándar, lo que cumpliendo todas, puede reducir a 3.4 defectos por millón [36].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Mejora continua de la calidad
Consiste en el ciclo: planear, hacer, verificar y actuar.
- Cartas de control de calidad
Consiste en controlar procesos en el tiempo mediante cartas de control.
- Control estadístico de procesos
Puede utilizar herramientas como “Seis Sigma” para controlar la calidad.

Prácticas Específicas:

- Mejorar la calidad de procesos y productos terminados, con el fin de aumentar la productividad usando el ciclo PHVA: planear, hacer, verificar, actuar.
- Uso de “cartas de control” en procesos productivos.
- Controlar los procesos con herramientas estadísticas como el “Seis Sigma”.

4.10.9. Estrategia Empresarial

Es el conjunto de conceptos y lineamientos que necesita una organización para mantenerse, crecer, asegurar productividad en el presente y obtener sustentabilidad en el futuro; contesta a la pregunta: ¿En que soy diferente a los competidores? [37].

La estrategia empresarial tiene directrices estratégicas como la definición del negocio, visión, misión, políticas, disciplina y valores organizacionales; tiene objetivos estratégicos como indicadores y metas, además, cuenta con proyectos de mejora como son sus actividades de mejora [37].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Formulación de estrategias empresariales

Para realizar la formulación se pueden utilizar herramientas como el análisis FODA, el cuadro de mando integral, estrategia del océano azul, diagrama de causa - efecto, matriz de evaluación de factores internos y externos (MEFI, MEFE), etc [38].

Prácticas específicas:

- Formular estrategias empresariales en base a herramientas como FODA, el cuadro de mando integral, estrategia del océano azul, diagrama de causa - efecto, matriz de evaluación de factores internos y externos.
- Proponer un plan de acción para llevar a cabo dichas estrategias.

4.10.10. Logística

Comprende los procesos de estrategia de planeación, abastecimiento, fabricación, movimiento y distribución o venta, que, va desde los proveedores hasta los clientes y esto permite una optimización sobre las variables como costo, flexibilidad, calidad, servicio e innovación, las mismas que dan paso a una ventaja competitiva. Lo que se pretende es una estrategia donde intervengan proveedores, gestión interna y clientes que permitan administrar una estructura como una sola idea de negocio, basándose en plataformas idóneas que permitan un grado de comunicación elevado en tiempo real [39].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Gestión de la cadena de suministro
Comprende actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, que van desde la fase de materias primas hasta el usuario final. Es un conjunto de proveedores o clientes conectados y tiene la secuencia Proveedor, Producción, Mayorista, Minorista y Cliente [40].
- Gestión de aprovisionamiento
Analiza el proceso que se encuentra entre la compra de materias primas y la distribución de los productos. Se llama así, porque es un proceso compuesto por etapas donde es

necesario coordinar, planificar y alinear de forma adecuada los procesos en el tiempo [41].

- **Gestión de almacenamiento**

Es el proceso de la función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro del almacén hasta el punto de consumo de cualquier material [42].

- **Gestión de transporte y distribución**

Analiza la actividad de trasladar el producto desde el punto de origen hasta el lugar de destino [43].

Prácticas específicas:

- Gestionar y planificar las actividades de adquisición de materias primas, producción de bienes, y la entrega de los productos a los clientes finales.
- Gestionar, coordinar y alinear en el tiempo de forma adecuada las actividades de aprovisionamiento, elaboración y entrega de bienes.
- Gestionar inventarios para evitar el despilfarro.
- Gestionar, planificar y coordinar el transporte y distribución de los bienes y/o servicios.

4.10.11. Diseño de Productos y Servicios

Un diseño de un producto se enfoca tanto en bienes como en servicios y es de suma importancia para el desarrollo y permanencia de una empresa. Al decidir el diseño de un producto se afectarán cada una de las áreas de toma de decisiones por lo que debe coordinarse con el área de diseño de procesos y sistemas [44].

El diseño de producto consta de las siguientes fases:

- Generación de Idea
- Selección de Producto
- Diseño Preliminar de Producto
- Construcción del Prototipo
- Pruebas
- Diseño definitivo del producto [44].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Modelo y plan de negocios

Se refiere a un documento en el que de manera general se describe a un negocio y al conjunto de estrategias que se aplicarán con el propósito de tener éxito. El plan de negocios representa un análisis del mercado y establece un plan de acción para alcanzar el objetivo propuesto. Se utilizan herramientas como el análisis FODA y el “benchmarking” [45].

- Diseño de MVP.

Un MVP o “*Minimum Viable Product*” hace referencia a una solución parcial a ciertas necesidades para probar el mercado y obtener retroalimentación de los primeros clientes; empleando para el desarrollo de éste la mínima cantidad de recursos posibles [46].

Prácticas específicas:

- Diseño de “MVP” para ciertas necesidades específicas en varias industrias.
- Diseño del modelo y plan de negocios para un “MVP”.

4.10.12. Simulación de Procesos

Es una técnica en la que se aplican modelos matemáticos y se utiliza para evaluar de forma rápida un proceso con base en una representación del mismo. Consiste en sustituir situaciones de la vida real por modelos creados artificialmente, de los cuales se obtienen datos para analizarlos y tomar decisiones en base a ellos [47].

Prácticas o simulaciones aplicadas a la asignatura:

- Simulación de procesos productivos
Mediante un modelo matemático obtener conocimientos para realizar procesos de producción.
- Simulación de puestos de trabajo y distribución en planta
Crear un modelo en el que se pueda analizar la distribución de los puestos de trabajo en planta.
- Calcular recursos necesarios para producción

Realizar un análisis de materias primas y servicios necesarios para la producción.

- Optimización de flujo de material
Se refiere a la mejora y análisis del proceso de producción.
- Equilibrar las líneas de producción
Consiste en equilibrar los stocks intermedios para evitar el despilfarro.
- Optimizar el nivel de stock
Reducir niveles de inventario en relación a la demanda actual del producto o servicio.
- Analizar las estrategias logísticas
Analizar rutas más cortas y tiempos para mejora de procesos logísticos.
- Optimizar el sistema de planificación
Planificar en base a filosofías de producción modernas.

Prácticas específicas:

- Simular diferentes procesos productivos, en base a varios productos de varias industrias.
- Simular distribución de planta, departamentos y puestos de trabajo.
- Equilibrar líneas de producción para disminuir stocks intermedios.
- Optimizar niveles de stock según la demanda.
- Simular estrategias logísticas de rutas y tiempos más cortos.
- Planificar en base a filosofías de producción modernas.

5. Propuestas de Solución

Diseñar un laboratorio de simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.

6. Metodología

6.1. Metodología de la Investigación

Descriptiva:

Se considera a un tipo de investigación en la cual se describen las características o rasgos de un fenómeno objeto de estudio. Una función principal de este método es la capacidad para señalar las características principales del objeto de estudio y sus especificaciones detalladas de sus partes. Este método permite narrar, reseñar o reconocer hechos, actividades, situaciones, rasgos,

características del objeto de estudio; como también permite diseñar productos, prototipos, modelos, etc [48].

Fases:

- Identificación y delimitación del problema.
- Elaboración y construcción de los instrumentos.
- Observación y registro de datos.
- Decodificación y categorización de la información.
- Análisis.
- Propuestas [49].

6.2. Metodología de Proceso

6.2.1. Definir los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos.

Primero, se partirá con la determinación de mobiliario y herramientas comunes que se necesitarán en el laboratorio para cualquier simulación; para luego determinar las necesidades de herramientas en función de la malla curricular, específicamente dentro de cada asignatura.

6.2.1.1. Mobiliario general para el laboratorio de simulación dinámica de procesos

Debido a que el laboratorio de simulación dinámica de procesos será un lugar donde se lleven a cabo muchas prácticas y/o simulaciones de la carrera de Ingeniería Industrial, éste deberá incorporar varios muebles que serán de utilidad con capacidad de 28 estudiantes por práctica, distribuidos en equipos de 7 personas. Por lo que se detalla a continuación el mobiliario que será necesario:

- 2 mesas rectangulares
- 2 mesas circulares giratorias eléctricas
- 12 sillas para mesas rectangulares

- 12 sillas giratorias ergonómicas para mesas circulares
- 1 mueble de estantería empotrado
- 4 escritorios para PC
- 4 sillas ergonómicas giratorias para PC
- 1 escritorio para docente
- 1 silla ergonómica para docente
- 1 pizarra

6.2.1.2. Herramientas comunes para todas las simulaciones del laboratorio

Debido a que habrá varias herramientas comunes que se necesitarán para todas las simulaciones que se pretende realizar, se enlistará las mismas a continuación:

- Elementos de oficina (papel continuo grande o papelógrafos, marcadores, borradores, post-it, cinta adhesiva)
- 4 PC's de escritorio All-in-one Lenovo
- 2 mesas circulares giratorias eléctricas (en simulaciones que se requiera el movimiento circular, éstas serán herramientas, de otro modo servirán como mobiliario)
- 1 Proyector EPSON X41
- 1 Impresora Multifuncional Epson EcoTank L4160
- 8 Calibradores Digital Truper 150mm
- 4 Balanzas gramera digital (5000g x 1g)

6.2.1.3. Ingeniería de Métodos

Prácticas específicas y herramientas necesarias:

- Elaborar y analizar los mapas de flujo de valor de procesos y posteriormente replicarlos en algunas industrias, a través de diagramas de flujo en lienzos o software, y así verificar que procesos son los más susceptibles de ser optimizados.

Herramientas:

Licencia FlexSim software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual.

- Analizar y simular procesos de producción en distintas industrias para la detección de ineficiencias.

Herramientas:

Cronómetros, Banda transportadora eléctrica, Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual, Kit LEGO "Sunset Track Racer" (cod: 31089), Kit LEGO "BOOST Creative Toolbox" (cod: 17101).

- Simular la reducción de tiempos y recursos necesarios para llevar a cabo una producción en particular para compararlo con el proceso actual.

Herramientas:

Cronómetros, Banda transportadora eléctrica, Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual, Mapas de flujo de valor de procesos actuales de producción, Kit LEGO City "Rocket Assembly & Transport" (cod: 60229), Kit LEGO "Desert Rally Racer" (cod: 60218), Kit LEGO "Construction Loader" (cod: 60219), Kit LEGO "Helicopter Adventure" (cod: 31092).

6.2.1.4. Organización de Sistemas Productivos

Prácticas específicas y herramientas necesarias:

- Analizar y rediseñar varios procesos productivos con el fin de buscar ineficiencias en los procesos.

Herramientas:

Cronómetros, Licencia FlexSim Software, Mapas de flujo de valor de procesos actuales de producción, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual.

- Proponer varias distribuciones de planta para analizar posibles mejoras con relación a la distribución espacial de máquinas, equipos, procesos y/o departamentos.

Herramientas:

Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Kit LEGO "Starter Kit" (cod: 2000414), Kit LEGO "Connections Kit" (cod: 2000431).

- Analizar la capacidad productiva de ciertas plantas equipadas con maquinarias específicas.

Herramientas:

Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN].

- Analizar la cantidad de productos elaborados que rinden determinados recursos.

Herramientas:

Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN].

6.2.1.5. Estadística

Prácticas específicas y herramientas necesarias:

- Búsqueda, organización, validación e interpretación de datos estadísticos para la toma de decisiones.
- Aplicar modelos probabilísticos y de variabilidad a varios procesos para predicciones.

Herramientas para todas las simulaciones o prácticas:

Cronómetros, Licencia Microsoft Excel software anual.

6.2.1.6. Contabilidad Gerencial

Prácticas específicas:

- Analizar e interpretar información contable referente a diferentes industrias con el fin de simular decisiones.
- Analizar los costos fijos y variables de producción.
- Analizar costos por órdenes de trabajo.
- Ejecutar toma de decisiones en base a resultados.
- Generar presupuestos en base a trabajos específicos.

Herramientas para todas las simulaciones o prácticas:

Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual, Casos de estudio.

6.2.1.7. Ingeniería Económica

Prácticas específicas:

- Presupuestos de capital.
- Estimaciones de costos de lotes de producción.
- Análisis del punto de equilibrio.
- Análisis de valores económicos de bienes y/o servicios.
- Economía del camino crítico.
- Interés y relaciones dinero – tiempo.

Herramientas para todas las simulaciones o prácticas:

- Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual, Casos de estudio.

6.2.1.8. Ingeniería de la Producción

Prácticas específicas:

- Simulación de diferentes tipos de producciones, por ejemplo: one-piece flow, por lotes, flexible, etc.

Herramientas:

Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual, Cronómetros, Banda transportadora eléctrica, Kit LEGO "Drone Explorer" (cod: 31071), Kit LEGO "Extreme Engines" (cod: 31072).

- Análisis y planificación de la producción.
- Requerimientos de materiales, materias primas y manejo de inventarios.
- Programación de la producción en base a la capacidad de la planta y análisis de utilización de capacidad vaga de la planta.
- Implementación de teorías y filosofías modernas en varios procesos de producción e industrias.

- Análisis de control de calidad en función a diferentes filosofías.

Herramientas para las 5 previas prácticas:

- Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual, Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual), Casos de estudio.

6.2.1.9. Investigación de Operaciones

Prácticas específicas:

- Modelización de procesos y/o problemas, con el fin de analizarlos y obtener conclusiones.

Herramientas:

Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual, Mapas de flujo de valor de procesos actuales de producción, Kit LEGO "Starter Kit" (cod: 2000414), Kit LEGO "Identity and Landscape Kit" (cod: 2000430).

- Toma de decisiones en base a conclusiones o datos obtenidos del análisis de modelos.

Herramientas:

Licencia Microsoft Excel software anual.

- Analizar modelos de colas, obtener datos y proponer soluciones.

Herramientas:

Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual), Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual.

- Analizar la ruta más corta entre origen y destino.

Herramientas:

Google Maps, Fake GPS, Licencia Microsoft Excel software anual.

6.2.1.10. Gestión de Calidad

Prácticas específicas:

- Mejorar la calidad de procesos y productos terminados, con el fin de aumentar la productividad usando el ciclo PHVA: planear, hacer, verificar, actuar.
- Uso de “cartas de control” en procesos productivos.
- Controlar los procesos con herramientas estadísticas como el “Seis Sigma”.

Herramientas para todas las simulaciones o prácticas:

- Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual, Mapas de flujo de valor de procesos actuales de producción, cronómetros.

6.2.1.11. Estrategia Empresarial

Prácticas específicas:

- Formular estrategias empresariales en base a herramientas como FODA, el cuadro de mando integral, estrategia del océano azul, diagrama de causa - efecto, matriz de evaluación de factores internos y externos.
- Proponer un plan de acción para llevar a cabo dichas estrategias.

Herramientas para todas las simulaciones o prácticas:

- Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual, Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual), Lienzo de modelo de negocio Canvas, Casos de estudio.

6.2.1.12. Logística

Prácticas específicas:

- Gestionar y planificar las actividades de adquisición de materias primas, producción de bienes, y la entrega de los productos a los clientes finales.
- Gestionar, coordinar y alinear en el tiempo de forma adecuada las actividades de aprovisionamiento, elaboración y entrega de bienes.
- Gestionar inventarios para evitar el despilfarro.
- Gestionar, planificar y coordinar el transporte y distribución de los bienes y/o servicios.

Herramientas para todas las simulaciones o prácticas:

- Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual, Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual).

6.2.1.13. Diseño de Productos y Servicios

Prácticas específicas:

- Diseño de “MVP” para ciertas necesidades específicas en varias industrias.
- Diseño del modelo y plan de negocios para un “MVP”.

Herramientas para todas las simulaciones o prácticas:

- Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual, Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual), Lienzo de modelo de negocio Canvas.

6.2.1.14. Simulación de Procesos

Prácticas específicas:

- Simular diferentes procesos productivos, en base a varios productos de varias industrias.

Herramientas:

Cronómetros, Banda transportadora eléctrica, Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual, Kit LEGO "Police Pursuit" (cod: 42091).

- Simular distribución de planta, departamentos y puestos de trabajo.

Herramientas:

Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Kit LEGO "Starter Kit" (cod: 2000414), Kit LEGO "Connections Kit" (cod: 2000431).

- Equilibrar líneas de producción para disminuir stocks intermedios.

Herramientas:

Cronómetros, Banda transportadora eléctrica, Licencia FlexSim Software, Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES], Libros de texto FlexSim eBook edition [EN], Licencia Microsoft Visio anual.

- Optimizar niveles de stock según la demanda.

Herramientas:

Kit LEGO City "Power Boat" (cod: 42089), Kit LEGO "Getaway Truck" (cod: 42090), Kit LEGO "Dune Buggy" (cod: 31087).

- Simular estrategias logísticas de rutas y tiempos más cortos.

Herramientas:

Licencia Microsoft Excel software anual, Licencia Microsoft Visio anual, Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual), Google maps, Fake GPS.

- Planificar en base a filosofías de producción modernas.

Herramientas:

Literatura referente a filosofías de producción modernas, Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual).

En el Anexo I se detalla cómo está relacionado cada resultado de aprendizaje de cada una de las asignaturas con las prácticas específicas y las herramientas necesarias propuestas.

6.2.2. Definir los componentes necesarios para las estaciones de trabajo.

Debido a la necesidad de simular procesos en el laboratorio objeto de este trabajo, se definirá cada uno de los elementos para el funcionamiento óptimo del mismo, y conjuntamente se detallarán las especificaciones, el detalle y la funcionalidad de éstos a continuación:

- Espacio físico

Existe la disponibilidad de un aula 6m x 8m, a la que se le instalará todos los instrumentos e insumos, por lo que la distribución y “*layout*” se hará en base a dicho espacio. Por la limitación de espacio que existe, se podrá colocar cuatro mesas con seis asientos cada una, además de cuatro mesas individuales con su computadora cada una, lo que brindará un total de veintiocho asientos utilizables.

- Mesas rectangulares

De las cuatro mesas que se instalará, dos de ellas serán mesas comunes rectangulares de madera, específicamente de 1.3m x 0.8m. Cada una de estas mesas podrá acomodar seis asientos.

Servirán para planificar simulaciones y realizar el trabajo en equipo que se necesita previo a cualquier simulación o práctica. También podrán ser utilizadas para realizar simulaciones de procesos en las mismas.

- Mesas circulares giratorias eléctricas

El laboratorio contará con dos mesas giratorias eléctricas, las cuales servirán para simular procesos de producción, manufactura o ensamble en manera circular giratoria, y podrán acomodar hasta a seis personas u operarios. Cada operario puede ocupar un puesto dentro del círculo e ir montando o añadiendo piezas o procesos a determinado producto. Estas mesas también se utilizarán para realizar el trabajo en equipo correspondiente previo a cualquier simulación o práctica.

- Sillas para las mesas rectangulares

Éstas deberán ser sillas sencillas de madera o metal y acolchadas para mantener un buen confort en todos los ocupantes de las mismas dentro del laboratorio.

- Sillas giratorias ergonómicas para mesas circulares

Estas sillas deberán ser sillas giratorias y ergonómicas para aumentar el confort en las simulaciones donde se ocupen dichas mesas.

- Mueble de Estantería

Debido a que el laboratorio contará con varios elementos que se utilizarán en las prácticas, éstos deben tener un lugar para poder almacenarlos. Por esto se incorporará un mueble de estante empotrado a las paredes en forma de L, esto para poder tener un espacio bastante generoso en donde almacenar todos dichos elementos.

- Escritorios y sillas ergonómicas giratorias individuales para PC

El laboratorio equipará cuatro mesas individuales con sus respectivas sillas ergonómicas giratorias para un computador de escritorio cada una. Estas mesas se colocarán pegadas a la pared del fondo (visto desde la puerta de entrada).

- Escritorio y silla ergonómica para docente

Se optará por una silla ergonómica para mantener un excelente confort del docente dentro de este laboratorio. La mesa y silla deberán estar ubicadas en frente de todo el espacio.

- Pizarra general

El laboratorio deberá equipar una pizarra general grande. Ésta estará formada por dos pizarras de 2m x 1.22m, una junto a la otra, que estarán en la pared del frente (a la vista de todos).

- Elementos de Oficina (papel continuo grande o papelógrafos, marcadores, borradores, post-It, cinta adhesiva)

Se tendrán que utilizar materiales de oficina porque se necesitarán en la mayoría de prácticas, ya que la pizarra o papel para escribir son fundamentales para trazar actividades o planes relacionados con cada una de las prácticas que llevarán a cabo los grupos de trabajo.

- PC escritorio All-In-One Lenovo

Debido a la flexibilidad que ofrecen los sistemas informáticos y el software para poder simular procesos y debido a la existencia de software especializado en proyectos, procesos, simulación y estadística, se ha de incorporar al laboratorio cuatro computadores de escritorio en los cuales cada grupo de trabajo deberá apoyarse para poder realizar con éxito cada una de las prácticas en las cuales se requiera software.

- Proyector Epson X41

Un proyector es una herramienta multimedia que ayudará a desarrollar las actividades, prácticas o simulaciones de mejora manera y optimizando recursos dentro del laboratorio. Permite una visualización completa del trabajo que se llevará a cabo en las computadoras a todos los estudiantes y participantes. Éste deberá ir empotrado en el cielo raso del laboratorio.

- Impresora Multifuncional Epson EcoTank L4160

Servirá como herramienta para poder imprimir cualquier tipo de diagrama, información o folletos que se necesiten analizar en físico.

Esta impresora ofrece impresión sin cartuchos, con tanques de tinta recargables, lo que resulta bastante más cómodo y fácil de reponerlos una vez se hayan agotado. Permite imprimir alrededor de 7500 páginas en negro y alrededor de 6000 páginas a cuatricromía o color. Además gracias a la incorporación de Wi-Fi permite imprimir directamente desde teléfonos, tabletas u laptops conectadas a la red [50]. Este instrumento deberá estar colocado en la mesa del docente.

- Calibrador Digital Truper 150mm

El calibrador es una herramienta básica la cual permite una medición correcta de piezas, instrumentos o productos. Servirá para diseñar y ensamblar piezas de modo correcto y a medida.

- Balanza gramera digital (5000g x 1g)

Esta es una balanza apta para uso general y cotidiano. Tiene un diseño delgado que incluye una pantalla LCD. Tiene una capacidad de lectura hasta de 5 kg y un paso de lectura de 1g, por lo que la precisión que brinda es bastante generosa. La incorporación de una balanza de estas especificaciones permitirá medir procesos en los cuales el peso sea una variable importante a tomar en cuenta.

- Banda transportadora eléctrica

Es un instrumento que servirá para simular procesos de ensamble, producción o fabricación en un proceso lineal, en el cual varios operarios pueden colocarse en cada lado de la banda e ir añadiendo piezas (o dicho de otro modo, agregando valor) al producto que se está fabricando o montando. De este modo se asemeja a una fabricación o montaje en serie.

- Licencia FlexSim Software

FlexSim es un software de simulación de eventos discretos, el cual permite diseñar simulaciones y predicciones con datos existentes en numerosos campos, tales como: manufactura, manejo de materiales, logística y distribución, transporte, minería, etc. [51]

Debido a la versatilidad y la funcionalidad extendida de este software de simulación, se ha optado por incluirlo también en el laboratorio de simulación dinámica de procesos; dicho software será de mucha utilidad cuando estudiantes deseen simular, crear y mejorar diferentes procesos en ciertas industrias.

- Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition (FlexSim Primer) [ES]

Este libro escrito por Isaías Simón Marmolejo sirve para entrenar a los estudiantes, docentes e investigadores que deseen manejar el software de simulación FlexSim. El libro incluye una revisión de la literatura, conceptos de modelado y simulación, áreas de aplicación y varios modelos típicos. [52]

- Libros de texto FlexSim eBook edition (Applied Simulation: Modeling and Analysis using FlexSim, 5th Edition) [EN]

Escrito por Beaverstock, Greenwood, and Nordgren, es una edición extendida, que incluye nuevos capítulos y secciones sobre optimización y experimentación. También incluye la simulación de Monte Carlo y la herramienta de flujo de proceso de FlexSim. Desde su introducción, este libro se ha vuelto una parte integral del currículo en universidades alrededor del globo, debido a su enfoque, la facilidad de uso y lo concreto del software de simulación FlexSim. [52].

- Licencia Microsoft Visio anual

Microsoft Visio es un software integral que sirve para realizar una gran gama de diagramas, incluyendo: de flujo, organigramas, planos para construcción, de planta, diagramas de datos, diagramas de procesos, procesos de negocio, diagramas de carriles, mapas 3D y varios más [53]. Es un software muy profesional, que se utilizará para crear diagramas de flujos de procesos de producción, manufactura, servicios o de negocios, contando así con una herramienta poderosa que permita tener más claro los procesos dentro de determinada industria o actividad.

- Cronómetros

Servirán como herramienta de medición de tiempos en procesos reales de simulación de montaje o manufactura de productos. Es un instrumento esencial en un laboratorio de simulación de procesos ya que el tiempo es uno de los factores más importantes dentro de cualquier industria o fábrica.

- Kit LEGO "Sunset Track Racer" (cod: 31089)

Este kit de Sunset Track Racer tiene complejidad media de ensamble, el cual permitirá simular procesos de mediana complejidad, gracias a sus 221 piezas y 3 formas de ensamble (vehículo de carreras, vehículo de carreras sin techo y bote de alta velocidad).

- Kit LEGO "BOOST Creative Toolbox" (cod: 17101)

Este es un kit especial de LEGO, el cual permite crear 5 sistemas diferentes (Vernie, el robot que habla y se mueve; MTR4, un robusto y versátil vehículo con 4 diferentes herramientas incluidas; la Guitar4000, un instrumento musical que permite crear efectos de sonido; Frankie, el gato interactivo que juega, ronronea y expresa su humor; y el Autobuilder, una línea de producción automatizada que en realidad construye modelos miniatura de LEGO); los cuales se pueden controlar desde la app de LEGO gracias a un sistema electrónico incorporado. La app de LEGO que incorpora tiene una interfaz para codificar con diversas actividades para cada modelo.

Este modelo permitirá desarrollar habilidades de resolución de problemas en los participantes de dicha simulación. Consta de unidad motorizada, un motor adicional y sensor de color y distancia, junto con sus 840 piezas de LEGO.

- Kit LEGO City "Rocket Assembly & Transport" (cod: 60229)

Este kit de LEGO simula una estación de lanzamiento de cohetes (de 1055 piezas), la cual podrá utilizarse para simulación de construcción de alta complejidad, en la cual varios participantes pueden ocuparse de diferentes módulos del sistema, fomentando el trabajo en equipo. También necesitará un planeamiento previo por parte del equipo, para asegurar la calidad de la construcción o ensamble del sistema completo.

Este kit consta de un cohete largo multi-etapa, figuras de personajes, módulos de carga útil, cuarto de control de lanzamiento con un plato de satélite rotatorio, una grúa de ensamblaje de cohetes, un laboratorio con una herramienta rotatoria, puertas que se abren y una plataforma, también un tractor grande que sirve como plataforma de lanzamiento inclinable.

- Kit LEGO "Desert Rally Racer" (cod: 60218)

Este kit LEGO es un kit de armado sencillo gracias a sus 75 piezas, el cual puede ser ejecutado como simulación de una clase. Podrá también simular un ensamble o armado de un vehículo convencional y también planear su producción mediante software de simulación o de diagramas de flujo.

- Kit LEGO "Construction Loader" (cod: 60219)

El kit "Construction Loader" podrá simular procesos de armado de maquinaria, en un proceso relativamente rápido gracias a sus solo 88 piezas. Se podrá utilizar en una simulación de una

clase, con previa planeación por parte del equipo mediante uso de software de simulación o de diagramas de flujo.

- Kit LEGO "Helicopter Adventure" (cod: 31092)

Este es un kit versátil de 114 piezas que puede simular el montaje de 3 diferentes objetos (helicóptero, bote, y avión deslizador). Se podrá realizar simulaciones en software con la ayuda de diagramas de flujo para el ensamble de los 3 diferentes tipos de productos y compararlos en tiempos, para poder sacar conclusiones sobre el ensamble de cada tipo.

- Mapas de flujo de valor de procesos actuales de producción

Los mapas de flujo de valor de procesos son herramientas que sirven para analizar los procesos en diferentes industrias o empresas, que constan del diagrama de flujo completo de la creación de un producto o servicio, para así poder mejorar o eliminar los procesos que no añaden valor al producto o servicio final [9]. Estas herramientas tendrán que elaborarse junto con el docente, y obtener de diversas fuentes para poder recrearlos en el laboratorio de simulación dinámica de procesos, objeto del presente trabajo.

- Kit LEGO "Starter Kit" (cod: 2000414)

El programa de LEGO SERIOUS PLAY es un novedoso e innovador proceso que sirve para mejorar el desempeño de los negocios o empresas a través de la creación de modelos con bloques de LEGO. Este es un kit de 219 piezas para uso de una persona, en el cual el usuario podrá introducirse en la metodología de diseño LEGO SERIOUS PLAY, a través de un taller con variedad de bloques de construcción LEGO. El kit trae un folleto de "imaginopedia" con instrucciones sobre modelos simples para desarrollar habilidades de construcción, también incluye elementos especiales como: llantas, ruedas, arboles, ventanas, tubos, mini figuras, globos y placas base pequeñas [54].

- Kit LEGO "Connections Kit" (cod: 2000431)

Este gran kit de 2455 piezas es parte del programa ya mencionado de LEGO SERIOUS PLAY. Este kit está diseñado para usarlo conjuntamente con el “Starter Kit” y el “Identity and Landscape Kit”. Podrán participar de 10 a 12 personas en un taller de 1 a 2 días, usando este kit. Lo importante de este kit es que permite enfocarse en la estructura, conexiones y relaciones dentro del panorama del negocio o empresa, para verificar como responde dicha empresa a ciertos cambios. Este kit incluye bastos elementos como: tubos espirales, escaleras, cercas, puentes, cuerdas, conectores. Este kit no incluye ningún manual de instrucciones, si se desea obtener entrenamiento acerca de talleres usando la metodología LEGO SERIOUS PLAY, puede hacerse a través de la “LEGO SERIOUS PLAY Community” [55].

- Licencia Microsoft Excel software anual

Microsoft Excel es un programa de hojas de cálculo que se ha convertido en líder en el sector. Es también una poderosa herramienta de análisis de datos [56], la cual es muy útil en el campo estadístico y financiero, contando también con tablas dinámicas y herramientas gráficas. Con todas sus características, este software es crucial para un laboratorio de simulación dinámica de procesos, en el cual variables como tiempo, costos, cantidades, horarios, pagos son de mucha importancia para el mejoramiento de cualquier proceso industrial o de negocio.

- Kit LEGO "Drone Explorer" (cod: 31071)

Este kit de LEGO es muy versátil ya que permite crear 3 elementos diferentes (dron, avión y aerodeslizador) gracias a sus 109 piezas. Es un kit de ensamble en corto tiempo, y puede servir para simulaciones sobre diferentes tipos de producciones, acorde a la asignatura de Ingeniería de Producción.

- Kit LEGO "Extreme Engines" (cod: 31072)

De igual forma que el Kit “Drone Explorer”, este kit permite construir 3 artículos diferentes (coche fórmula, coche robusto y bote de velocidad), constanding de 109 piezas. Podrá utilizarse en simulaciones en donde el tiempo sea una variable principal y crítica, así como utilizar software para mejorar los tiempos y métodos de ensamblaje.

- Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual)

Microsoft Project es un potente software para administrar proyectos. Ayuda al desarrollo de planes, asignamiento de tareas y recursos, verificación de presupuestos y progresos, y análisis de los distintos trabajos [57]. Debido a sus características, este software será de gran ayuda en la ejecución de simulaciones que requieran mucha planeación y tiempo, tales como el ensamble de productos muy complejos que serán simulados por ciertos Kits LEGO que contienen muchas piezas. La habilidad de planeación y ejecución de proyectos desafiantes, es algo que se debe adquirir como ingeniero industrial.

- Kit LEGO "Identity and Landscape Kit" (cod: 2000430)

Este kit es parte del ya mencionado programa LEGO SERIOUS PLAY, y consta de 2631 piezas, el cual está diseñado para utilizarlo conjuntamente con el "Starter Kit", para talleres de más de 3 - 5 horas con 10 - 12 personas. Contiene diversas piezas como: animales, llantas, ruedas, arboles, ventanas, palos, tubos espirales, mini figuras, cercas, escaleras, etc.

- Lienzo de modelo de negocio Canvas

Esta metodología llamada "Modelo de Negocio Canvas" surgió en el 2010 con la publicación del libro "Generación de modelos de negocio", de Alex Osterwalder e Yves Pigneur; desde entonces se ha utilizado mucho por visionarios e innovadores que pretenden dejar los viejos modelos de negocio en el pasado. Consiste en un lienzo con bloques que representan aspectos claves de un negocio o una empresa, los cuales se pueden ir modificando según se vea conveniente y acorde a diferentes estrategias que se quiera tomar. Servirá dentro del laboratorio para que estudiantes y colaboradores adquieran nuevas habilidades de estrategia y manejo empresarial, que son básicas dentro del mundo empresarial, las cuales están muy ligadas a la manufactura y elaboración de productos y servicios [58].

- Kit LEGO "Police Pursuit" (cod: 42091)

Este kit cuenta con 120 piezas que permiten ensamblar un vehículo. El ensamblaje podrá ser simulado con la ayuda de software, para así poder monitorear variabilidades en los procesos y experimentar sobre cómo impacta la estandarización de procesos en productos.

- Kit LEGO City "Power Boat" (cod: 42089)

Este kit consta de 174 piezas que pueden ensamblarse en un bote o un hidroplano. Permitirá realizar simulaciones sobre optimización de niveles de stock.

- Kit LEGO "Getaway Truck" (cod: 42090)

Este kit consta de 128 piezas, que conjuntamente pueden ensamblarse en un vehículo todo terreno. También puede combinarse con el "Kit Police Pursuit (cod: 42091)" para construir un modelo combi 4x4. Esta combinación de modelos puede ser muy útil para detectar ineficiencias en el proceso de ensamble y así proponer distintas mejoras a través de la experimentación. Esta opción novedosa de ensamble conjunto de dos modelos, puede ayudar a desarrollar habilidades acerca de polivalencia de piezas de diferentes modelos, para de este modo ajustar y equilibrar stocks.

- Kit LEGO "Dune Buggy" (cod: 31087)

Este kit de 147 piezas permite el armado de 3 elementos diferentes: un buggy, un cuadrón y un aeroplano. De este modo se podrá simular 3 diferentes métodos de armado y ensamble, con lo cual a través de la experimentación se podrá verificar tiempos y mejora de procesos.

- Literatura referente a filosofías de producción modernas:

Existen diferentes literaturas sobre el Sistema de Manufactura Lean, el cual es uno de los más disruptivos en la industria de la producción, por lo que disponer de este conocimiento será de gran ayuda en el laboratorio de simulación al poder verificar las herramientas que ayudan a detectar ineficiencias en los procesos y poder mejorarlos. Por esto se ha escogido los libros: "Taiichi Ohno, El sistema de Producción Toyota (Spanish Edition)" y "Lean es Lean: principios y herramientas del Lean Manufacturing simples, claros y prácticos (Spanish Edition) 1era edición" como fuente de información sobre la metodología lean que servirá para mejorar todos los procesos y asegurar la calidad máxima en las simulaciones llevadas a cabo dentro del laboratorio.

- Costo de uso del Laboratorio: USD 0.75 / hora / estudiante, por lo tanto, el costo de uso del Laboratorio por 28 estudiantes en el lapso de dos horas clase es: USD 42.

Debido a que el uso del espacio físico y electricidad del aula destinada a ocupar el laboratorio tiene un costo, este se ha designado como un ítem adicional, siendo el costo de aproximadamente USD 0.75 / hora / estudiante.

6.2.3. Diseñar el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio.

Debido a la necesidad del ingeniero industrial moderno de adquirir varias destrezas de diferentes tópicos o temas, se ha buscado una opción de “*layout*” o distribución del laboratorio de tal forma que todos los integrantes de un grupo específico puedan acceder a todas las herramientas que éste tendrá.

El laboratorio se adecuará en un aula existente de la Universidad Politécnica Salesiana de medidas 6m x 8m, y ya que podrá albergar a 28 estudiantes, se obtiene un índice de ocupación por alumno de 1.71 m²/estudiante.

Las normas se centran en el área útil de cada ambiente para evitar la acumulación y exceso de estudiantes. Por esta razón se han definido estándares para garantizar la calidad de los servicios educativos. Debido a esto cada espacio educativo debe acogerse a las normas de la Ley de Educación. Todos los ambientes deben ser adecuados en tamaño para el grupo de personas que lo ocupará, permitiéndose una tolerancia máxima de 1%. Así para un “Módulo de aula de experimentación, de clase Laboratorio de Química, Física y Ciencias” en las unidades educativas existentes deberá tener un índice de ocupación mínimo de 1.6 m²/estudiante [59] - [60], estándar que es cumplido en el diseño del laboratorio objeto de este trabajo.

La distribución de este laboratorio consta de 4 mesas, dos rectangulares y dos circulares giratorias, cada una podrá acomodar a 6 estudiantes; y 4 escritorios para PC que podrán

acomodar a un estudiante cada uno, de este modo se obtiene una capacidad de 28 estudiantes y un docente.

El área de los pasillos o corredores dentro de una institución deben tener un ancho suficiente para su correcto uso; el cual no será menor a 0.8m, contando desde el punto más lejano saliente del mobiliario [61]. En el diseño del “*layout*” del laboratorio se ha considerado dejar un espacio libre para el tránsito de personas de al menos 0.9m entre los pasillos, esto debido a que el laboratorio está diseñado para que un integrante de cada equipo maneje el software correspondiente en las computadoras de escritorio que serán instaladas en la zona posterior del mismo, por lo que habrá un tránsito moderado de personas entre cada pasillo del laboratorio, detalle que se aprecia en el Anexo II.

Cabe detallar que todas las mesas, sillas y la banda transportadora son removibles para poder obtener mayor espacio si se llegara a requerir.

En la siguiente figura se observa el diseño del “*layout*” propuesto:

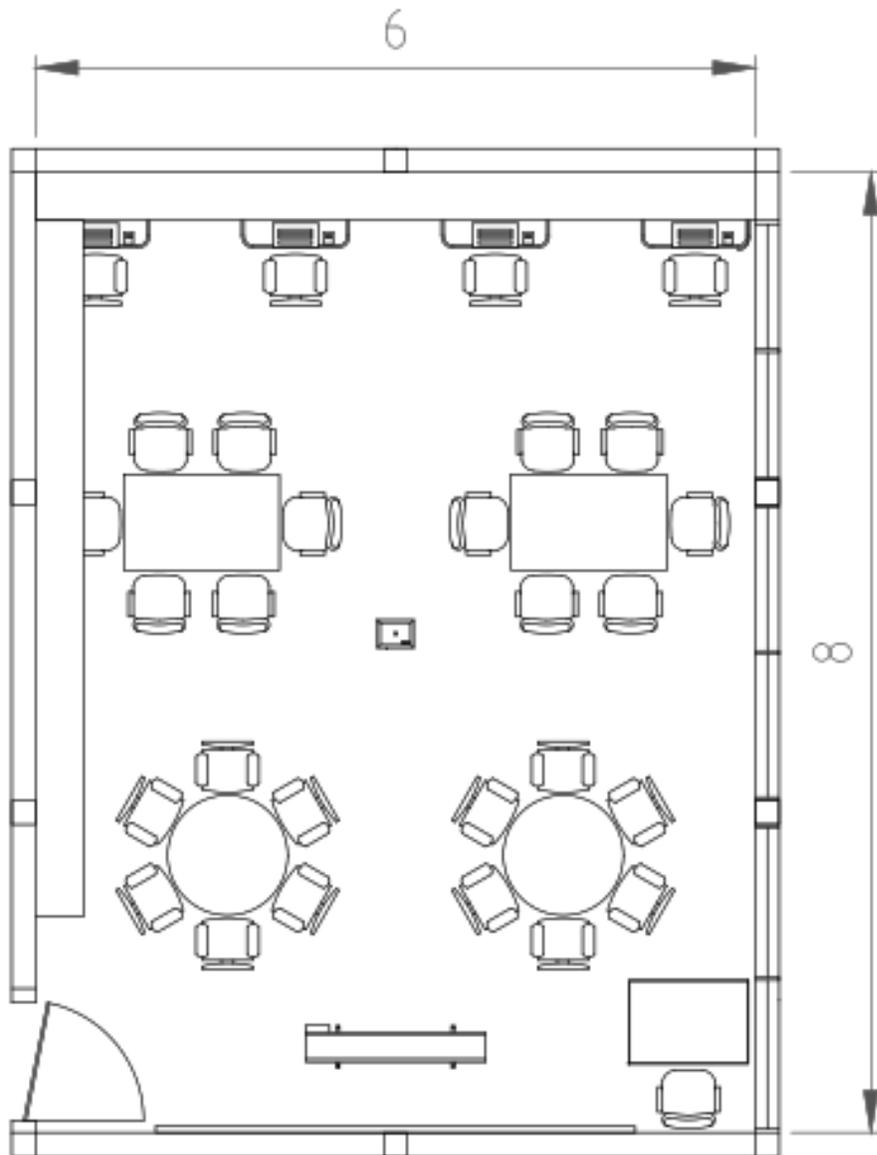


Ilustración 6. 1. Vista en planta de "layout".

Fuente: Autor

Para apreciar el “*layout*” con mayor detalle, observar el Anexo II referente a los planos.

A continuación, se muestran unas renderizaciones de cómo se vería el laboratorio ya implementado:



Ilustración 6. 2 Renderización vista frontal
Fuente: Autor



Ilustración 6. 3. Renderización vista posterior.
Fuente: Autor



Ilustración 6. 4. Renderización vista lateral izquierda
Fuente: Autor



Ilustración 6. 5. Renderización vista lateral derecha.
Fuente: Autor

6.2.4. Establecer los costos unitarios de los elementos del laboratorio.

El costo unitario es la cantidad de unidad monetaria que se debe incurrir para adquirir un producto o servicio. En este caso se tiene que todos los insumos se deben adquirir de diferentes proveedores, por lo que se procede a realizar una suma de todos los costos unitarios del mobiliario y herramientas necesarias, a fin de obtener un costo tentativo de estos elementos que deberá incorporar el laboratorio objeto de este trabajo.

Tabla 6. 1. Costos totales

Mobiliario y herramientas necesarias	Unidades	Costo Unitario	Costo Total	Proveedor
Mesas rectangulares	2	\$150.00	\$300.00	Muebles Vera Vasquez
Mesas circulares giratorias eléctricas	2	\$2,000.00	\$4,000.00	Alibaba.com
Sillas para mesas rectangulares	12	\$32.00	\$384.00	Mercado Libre
Sillas giratorias ergonómicas para mesas circulares	12	\$25.00	\$300.00	Mercado Libre
Estanteria	1	\$3,038.00	\$3,038.00	Muebles Vera Vasquez
Escritorios individuales para PC	4	\$25.00	\$100.00	madeinchina.com
Sillas ergonómicas giratorias para escritorio de PC	4	\$65.00	\$260.00	Mercado Libre
Escritorio para docente	1	\$25.00	\$25.00	madeinchina.com
Silla ergonómica para docente	1	\$90.00	\$90.00	Mercado Libre
Pizarra	2	\$95.00	\$190.00	Mercado Libre
Elementos de oficina kit (papel continuo grande o papelógrafos, marcadores, borradores, post-It, cinta adhesiva)	4	\$25.00	\$100.00	Mercado Libre
PC escritorio All-in-one Lenovo	4	\$1,119.00	\$4,476.00	Mercado Libre
Proyector Epson X41	1	\$645.00	\$645.00	Mercado Libre
Impresora Multifuncional Epson EcoTank L4160	1	\$235.00	\$235.00	Mercado Libre
Calibrador Digital Truper 150mm	8	\$45.00	\$360.00	Mercado Libre
Balanza gramera digital (5000g x 1g)	4	\$6.95	\$27.80	Mercado Libre
Banda transportadora eléctrica	1	\$850.00	\$850.00	Mercado Libre
Licencia Flexsim Software	20	\$125.00	\$2,500.00	Flexsim
Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES]	1	\$30.00	\$30.00	flexsim.com/es/store/
Libros de texto FlexSim eBook edition [EN]	1	\$30.00	\$30.00	flexsim.com/es/store/
Licencia Microsoft Visio anual	4	\$180.00	\$720.00	Microsoft Corporation
Cronómetros	12	\$10.00	\$120.00	Mercado Libre
Kit LEGO "Sunset Track Racer" (cod: 31089)	18	\$20.00	\$360.00	lego.com
Kit LEGO "BOOST Creative Toolbox" (cod: 17101)	4	\$160.00	\$640.00	lego.com
Kit LEGO City "Rocket Assembly & Transport" (cod: 60229)	1	\$150.00	\$150.00	lego.com
Kit LEGO "Desert Rally Racer" (cod: 60218)	6	\$10.00	\$60.00	lego.com
Kit LEGO "Construction Loader" (cod: 60219)	6	\$10.00	\$60.00	lego.com
Kit LEGO "Helicopter Adventure" (cod: 31092)	18	\$10.00	\$180.00	lego.com
Kit LEGO "Starter Kit" (cod:2000414)	1	\$37.00	\$37.00	lego.com
Kit LEGO "Connections Kit" (cod: 2000431)	1	\$755.00	\$755.00	lego.com
Licencia Microsoft Excel software anual	4	\$150.00	\$600.00	Microsoft Corporation
Kit LEGO "Drone Explorer" (cod: 31071)	18	\$10.00	\$180.00	lego.com
Kit LEGO "Extreme Engines" (cod: 31072)	18	\$10.00	\$180.00	lego.com
Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual)	4	\$120.00	\$480.00	Microsoft Corporation
Kit LEGO "Identity and Landscape Kit" (cod: 2000430)	1	\$790.00	\$790.00	lego.com
Lienzo de modelo de negocio Canvas	4	\$1.00	\$4.00	innokabi.com
Kit LEGO "Police Pursuit" (cod: 42091)	8	\$20.00	\$160.00	lego.com
Kit LEGO City "Power Boat" (cod: 42089)	6	\$15.00	\$90.00	lego.com
Kit LEGO "Getaway Truck" (cod: 42090)	6	\$20.00	\$120.00	lego.com
Kit LEGO "Dune Buggy" (cod: 31087)	6	\$13.00	\$78.00	lego.com
Taiichi Ohno, El sistema de Producción Toyota (Spanish Edition)	4	\$51.94	\$207.76	Amazon.com
Lean es Lean: principios y herramientas del Lean Manufacturing simples, claros y prácticos (Spanish Edition) 1era edición	4	\$14.95	\$59.80	Amazon.com
Google Maps		\$0.00	\$0.00	Alphabet Inc.
Fake GPS		\$0.00	\$0.00	Play Store
Uso del Laboratorio por 28 estudiantes (2 horas clase)	1	\$42.00	\$42.00	UPS
Inversión Total			\$24,014.36	

Fuente: Autor

Para conocimiento general, a continuación, se segmenta el costo total en seis listas de insumos por su tipo:

- Mobiliario

Tabla 6. 2. Costo de mobiliario

Mobiliario	Unidades	Costo Unitario	Costo Total	Proveedor
Mesas rectangulares	2	\$150.00	\$300.00	Muebles Vera Vasquez
Mesas circulares giratorias eléctricas	2	\$2,000.00	\$4,000.00	Alibaba.com
Sillas para mesas rectangulares	12	\$32.00	\$384.00	Mercado Libre
Sillas giratorias ergonómicas para mesas circulares	12	\$25.00	\$300.00	Mercado Libre
Estanteria	1	\$3,038.00	\$3,038.00	Muebles Vera Vasquez
Escritorios individuales para PC	4	\$25.00	\$100.00	madeinchina.com
Sillas ergonómicas giratorias para escritorio de PC	4	\$65.00	\$260.00	Mercado Libre
Escritorio para docente	1	\$25.00	\$25.00	madeinchina.com
Silla ergonómica para docente	1	\$90.00	\$90.00	Mercado Libre
Pizarra	2	\$95.00	\$190.00	Mercado Libre
Total			\$8,687.00	

Fuente: Autor

- Materiales de oficina consumibles

Tabla 6. 3. Materiales de oficina consumibles

Materiales de Oficina Consumibles	Unidades	Costo Unitario	Costo Total	Proveedor
Elementos de oficina kit (papel continuo grande o papelógrafos, marcadores, borradores, post-It, cinta adhesiva)	4	\$25.00	\$100.00	Mercado Libre
Total			\$100.00	

Fuente: Autor

- Equipos de Oficina

Tabla 6. 4. Equipos de Oficina

Equipos de Oficina	Unidades	Costo Unitario	Costo Total	Proveedor
PC escritorio All-in-one Lenovo	4	\$1,119.00	\$4,476.00	Mercado Libre
Proyector Epson X41	1	\$645.00	\$645.00	Mercado Libre
Impresora Multifuncional Epson EcoTank L4160	1	\$235.00	\$235.00	Mercado Libre
Calibrador Digital Truper 150mm	8	\$45.00	\$360.00	Mercado Libre
Balanza gramera digital (5000g x 1g)	4	\$6.95	\$27.80	Mercado Libre
Banda transportadora eléctrica	1	\$850.00	\$850.00	Mercado Libre
Total			\$6,593.80	

Fuente: Autor

- Herramientas

Tabla 6. 5. Herramientas

Herramientas	Unidades	Costo Unitario	Costo Total	Proveedor
Cronómetros	12	\$10.00	\$120.00	Mercado Libre
Kit LEGO "Sunset Track Racer" (cod: 31089)	18	\$20.00	\$360.00	lego.com
Kit LEGO "BOOST Creative Toolbox" (cod: 17101)	4	\$160.00	\$640.00	lego.com
Kit LEGO City "Rocket Assembly & Transport" (cod: 60229)	1	\$150.00	\$150.00	lego.com
Kit LEGO "Desert Rally Racer" (cod: 60218)	6	\$10.00	\$60.00	lego.com
Kit LEGO "Construction Loader" (cod: 60219)	6	\$10.00	\$60.00	lego.com
Kit LEGO "Helicopter Adventure" (cod: 31092)	18	\$10.00	\$180.00	lego.com
Kit LEGO "Starter Kit" (cod:2000414)	1	\$37.00	\$37.00	lego.com
Kit LEGO "Connections Kit" (cod: 2000431)	1	\$755.00	\$755.00	lego.com
Kit LEGO "Drone Explorer" (cod: 31071)	18	\$10.00	\$180.00	lego.com
Kit LEGO "Extreme Engines" (cod: 31072)	18	\$10.00	\$180.00	lego.com
Kit LEGO "Identity and Landscape Kit" (cod: 2000430)	1	\$790.00	\$790.00	lego.com
Lienzo de modelo de negocio Canvas	4	\$1.00	\$4.00	innokabi.com
Kit LEGO "Police Pursuit" (cod: 42091)	8	\$20.00	\$160.00	lego.com
Kit LEGO City "Power Boat" (cod: 42089)	6	\$15.00	\$90.00	lego.com
Kit LEGO "Getaway Truck" (cod: 42090)	6	\$20.00	\$120.00	lego.com
Kit LEGO "Dune Buggy" (cod: 31087)	6	\$13.00	\$78.00	lego.com
Total			\$3,964.00	

Fuente: Autor

- Software

Tabla 6. 6. Software

Software	Unidades	Costo Unitario	Costo Total	Proveedor
Licencia Flexsim Software	20	\$125.00	\$2,500.00	Flexsim
Licencia Microsoft Visio anual	4	\$180.00	\$720.00	Microsoft Corporation
Licencia Microsoft Excel software anual	4	\$150.00	\$600.00	Microsoft Corporation
Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual)	4	\$120.00	\$480.00	Microsoft Corporation
Total			\$4,300.00	

Fuente: Autor

- Biblioteca

Tabla 6. 7. Biblioteca

Biblioteca	Unidades	Costo Unitario	Costo Total	Proveedor
Un primer paso a la simulación con FlexSim eBook edition [ES]	1	\$30.00	\$30.00	flexsim.com/es/store/
Libros de texto FlexSim eBook edition [EN]	1	\$30.00	\$30.00	flexsim.com/es/store/
Taiichi Ohno, El sistema de Producción Toyota (Spanish Edition)	4	\$51.94	\$207.76	Amazon.com
Lean es Lean: principios y herramientas del Lean Manufacturing simples, claros y prácticos (Spanish Edition) 1era edición	4	\$14.95	\$59.80	Amazon.com
Total			\$327.56	

Fuente: Autor

Además, dentro de la tabla general de costos, al final se añadió el costo de uso del laboratorio, el cual se deberá tomar en cuenta para los presupuestos pertinentes. Dicho costo es de USD 0.75 / hora / estudiante, por lo que el uso de dos horas clase del laboratorio por 28 estudiantes sería de USD 42.

En el Anexo III se adjunta una lista con las proformas o capturas de pantalla de los costos asociados a cada una de las herramientas o mobiliario requerido.

7. Resultados

Se analizó rigurosamente todos los resultados de aprendizaje de cada una de las asignaturas elegidas para realizar las simulaciones, y se propusieron prácticas específicas y herramientas necesarias para llevar a cabo con éxito cada una de las mismas, sin embargo es necesario que se elaboren posteriormente las guías prácticas para la estandarización de las simulaciones en el laboratorio.

Conjuntamente, se propuso todo el mobiliario necesario para poder operar el laboratorio de forma cómoda y correcta, permitiendo la capacidad de 28 estudiantes y un docente. Para esto se necesitará:

- 2 mesas rectangulares
- 2 mesas circulares giratorias eléctricas
- 12 sillas para mesas rectangulares
- 12 sillas giratorias ergonómicas para mesas circulares
- 1 mueble de estantería empotrado
- 4 escritorios para PC
- 4 sillas ergonómicas giratorias para PC
- 1 escritorio para docente
- 1 silla ergonómica para docente
- 1 pizarra

De igual forma se propuso varios materiales de oficina consumibles, los cuales van a necesitarse para todas las simulaciones propuestas, éstos se enlistan a continuación:

- Elementos de oficina (papel continuo grande o papelógrafos, marcadores, borradores, post-it, cinta adhesiva)

También se debe adquirir equipos de oficina, así como algunas herramientas que serán de utilidad para la mayoría de las simulaciones propuestas, se enlistan a continuación:

- 4 PC's de escritorio All-in-one Lenovo
- 2 mesas circulares giratorias eléctricas (en simulaciones que se requiera el movimiento circular, éstas serán herramientas, de otro modo servirán como mobiliario)
- 1 Proyector EPSON X41
- 1 Impresora Multifuncional Epson EcoTank L4160
- 8 Calibradores Digital Truper 150mm
- 4 Balanzas gramera digital (5000g x 1g)
- 1 Banda Transportadora eléctrica

Además, se vio la necesidad de adquirir varias herramientas adicionales y muchos kits de productos armables, con el fin de poder simular los procesos de producción y ensamble de productos por lotes, éstos se enlistan a continuación:

- 12 cronómetros
- 18 Kit LEGO "Sunset Track Racer" (cod: 31089)
- 4 Kit LEGO "BOOST Creative Toolbox" (cod: 17101)
- 1 Kit LEGO City "Rocket Assembly & Transport" (cod: 60229)
- 6 Kit LEGO "Desert Rally Racer" (cod: 60218)
- 6 Kit LEGO "Construction Loader" (cod: 60219)
- 18 Kit LEGO "Helicopter Adventure" (cod: 31092)
- 1 Kit LEGO "Starter Kit" (cod:2000414)
- 1 Kit LEGO "Connections Kit" (cod: 2000431)
- 18 Kit LEGO "Drone Explorer" (cod: 31071)
- 18 Kit LEGO "Extreme Engines" (cod: 31072)
- 1 Kit LEGO "Identity and Landscape Kit" (cod: 2000430)

- 4 Lienzos de modelo de negocio Canvas
- 8 Kit LEGO "Police Pursuit" (cod: 42091)
- 6 Kit LEGO City "Power Boat" (cod: 42089)
- 6 Kit LEGO "Getaway Truck" (cod: 42090)
- 6 Kit LEGO "Dune Buggy" (cod: 31087)

Además de todas estas herramientas y mobiliario, la necesidad de adquirir diferentes paquetes de software es imperiosa, ya que estos sistemas informáticos brindan mucha versatilidad a la hora de simular procesos, se enlistan a continuación aquellos que serán útiles en cada simulación o práctica del laboratorio:

- Licencia Flexsim Software
- Licencia Microsoft Excel software (anual)
- Licencia Microsoft Project Plan 1 (anual)
- Licencia Microsoft Visio (anual)

Con la finalidad de que los estudiantes aprendan a manejar correctamente el software FlexSim, el mismo que tiene un potencial inigualable en simulación de procesos; y con miras a realizar simulaciones y prácticas aplicando técnicas modernas de manufactura, se decide adquirir también literatura de alta calidad referente a manejo del software FlexSim y a técnicas modernas de producción como Lean Manufacturing, los libros o ebooks a adquirir son:

- 1 “Un primer paso a la simulación con FlexSim” eBook edition [ES]
- 1 Libro de texto FlexSim eBook edition [EN]
- 4 Libros Taiichi Ohno, El sistema de Producción Toyota (Spanish Edition)
- 4 Libros de Lean es Lean: principios y herramientas del Lean Manufacturing simples, claros y prácticos (Spanish Edition) 1era edición

Todos estos insumos permitirán la correcta implementación del laboratorio de simulación dinámica de procesos. Se puede apreciar que en la mayoría de simulaciones de procesos a llevarse a cabo, se incluyen kits armables de lego, los cuales son muy intuitivos y útiles a la hora de simular procesos de producción y ensamble de bienes o servicios, lo que llevó a adquirir muchas unidades de algunos kits, con el fin de simular procesos de cadena de suministro,

abastecimiento y logística con un stock adecuado de elementos a ensamblar, dando como resultado final un lote de productos terminados.

Definir la utilidad de cada insumo que va a necesitarse, permitió observar por qué es importante cada uno de estos elementos, de este modo se aseguró el uso adecuado de los mismos.

Debido a la disponibilidad de aulas dentro de la misma universidad, se optó por adecuar una de las existentes cuyas medidas estándar son 6m x 8m, que permitirá incluir todos los componentes propuestos y de este modo operar en dicho lugar el laboratorio. Además, se respetó el área de pasillos dentro del mismo, el cual no debe ser menor a 0.8m [61], siendo 0.9m el espacio dejado para este propósito en el diseño realizado. También, se consideró el índice de ocupación mínimo sugerido para módulos de experimentación existentes en unidades educativas, el cual es de 1.6 m²/estudiante [59] - [60]; siendo 1.71 m²/estudiante el diseñado en el presente trabajo.

Habiendo definido todos los insumos necesarios para la implementación del laboratorio, se determinó los costos unitarios del mobiliario y todas las herramientas propuestas, dicho costo total asciende a USD 24 014.36; los cuales se dividen de la siguiente manera:

- Mobiliario: USD 8 687.00
- Materiales de oficina consumibles: USD 100.00
- Equipos de Oficina: USD 6 593.80
- Herramientas: USD 3 964.00
- Software: USD 4 300.00
- Biblioteca: USD 327.56

8. Conclusiones

Se definió los elementos necesarios en el laboratorio para la simulación dinámica de procesos de manera satisfactoria, habiéndose definido el mobiliario y las herramientas comunes que se necesitarán para cualquier simulación dentro del laboratorio, para luego pasar a definir las herramientas necesarias en función de los resultados de aprendizaje de las asignaturas escogidas para las simulaciones. De este modo se busca reforzar los conocimientos y competencias de cada uno de los estudiantes enfocados en los resultados de aprendizaje descritos en los programas microcurriculares de las asignaturas.

Se definió los componentes necesarios para las estaciones de trabajo, resultando en cuatro estaciones con capacidad para siete estudiantes cada una, de modo que cada estación consta de: una mesa, seis sillas, un escritorio individual para PC, una silla individual para el escritorio de la PC, y una computadora. Aparte de esto cada estación tendrá todos los insumos necesarios en cada una de las simulaciones a realizar por los equipos de trabajo, por lo que lo mínimo que cada equipo va a ocupar en cada una de las simulaciones será: materiales de oficina (papel continuo grande o papelógrafos, marcadores, borradores, post-It, cinta adhesiva), el computador para realizar la simulación correspondiente en el software, y el o los Kits Lego correspondientes a la simulación que se esté llevando a cabo en cada una de las practicas con sus guías respectivas.

Se diseñó el espacio físico y su distribución para la operación del laboratorio, esto se hizo acorde a la medida de las aulas estándar que existen dentro de la universidad que es de 6m x 8m, por lo que se pretende utilizar una de éstas y adecuarla como se sugiere en el “*layout*”. La distribución dentro del mismo tiene la capacidad para concentrar a 28 estudiantes y un docente por simulación o práctica. De esta manera se consiguió un diseño óptimo de laboratorio, utilizando un recurso ya existente dentro de la misma universidad, como lo es el espacio físico o infraestructura. Para la libre circulación de las personas dentro del laboratorio se ha respetado una dimensión de 0.9m entre cada pasillo, ya que mínimo 0.8m es lo que indica “El reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”, emitido por el “Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS” [61]; además de haber diseñado el espacio con un índice de ocupación por alumno de 1.71 m²/estudiante, lo cual cumple con los estándares del “Servicio de Contratación de Obras del Ecuador” [59]. La distribución dentro del laboratorio permite que cada uno de los integrantes de los grupos de trabajo esté inmerso en cada actividad, mientras que utilizan las computadoras disponibles en el laboratorio para ayudarse del software en las simulaciones. Todo esto permitirá un aprendizaje integral, al fusionar las simulaciones físicas junto con las simulaciones ayudadas por software.

Se estableció correctamente los costos unitarios de los elementos del laboratorio, siendo éstos esenciales en cualquier proyecto de inversión. Una de las cosas más importantes en este apartado, es no excederse en la cantidad de insumos propuestos, pero tampoco conviene que éstos sean escasos; pensando en esto, se ha definido la cantidad adecuada de herramientas y mobiliario para que el laboratorio funcione correctamente y sirva exactamente para las funciones que fue diseñado, de este modo se dejó entrever un aproximado de cuanto sería el costo total de las

herramientas y mobiliario a incorporar dentro del mismo, esta suma asciende a los USD 24 014.36, componiéndose del siguiente modo: mobiliario: USD 8 687.00, materiales de oficina consumibles: USD 100.00, equipos de Oficina: USD 6 593.80, herramientas: USD 3 964.00, software: USD 4 300.00, biblioteca: USD 327.56. Éstos valores son relativamente bajos comparados a la implementación de otros laboratorios, por lo que la relación funcionalidad/precio es alta en este caso.

Como se ha mencionado ya anteriormente, la implementación de un laboratorio de estas características, aumentaría por completo las habilidades y competencias que los aspirantes a Ingenieros Industriales y de otras carreras como administración de empresas, ingeniería mecánica, entre otras, llegarían a obtener en su formación; dicho esto, se espera que se llegue a materializar la propuesta del presente trabajo.

Por lo expuesto anteriormente, se ha concluido de manera exitosa el diseño de un laboratorio para la simulación dinámica de procesos para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, el cual tiene toda la estructura para reforzar los conocimientos de cada una de las asignaturas que fueron seleccionadas de acuerdo a los resultados de aprendizaje que se consideran más exigentes dentro de la carrera de Ingeniería Industrial.

9. Recomendaciones

-Se recomienda implementar una normativa de uso específico del laboratorio, además de una salida de emergencia en el laboratorio, debido a que existe una única puerta que sirve para ingreso y salida de las personas.

-Es necesario elaborar guías de prácticas para estandarizar cada una de las simulaciones que pueden ser llevadas a cabo dentro del laboratorio con los insumos propuestos, bien podría esto ser elaborado como otro trabajo de titulación.

-Debido a la gran variedad de piezas Lego y elementos con los que va a contar el laboratorio, se sugiere la implementación de una bodega conjunta, en la cual se debería organizar muy eficientemente todas las piezas y kits propuestos.

-Se recomienda realizar inventarios de los insumos al finalizar cada interciclo, o un proceso de control para la entrega y recepción de los mismos (especialmente los kits Lego, debido a la

cantidad de piezas que éstos tienen), con el fin de mantener todas las piezas y elementos controlados.

-Se sugiere también la implementación de cajas organizadas y correctamente señalizadas para cada uno de los kits Lego, las cuales también deberían contener la guía o guías de prácticas correspondientes a los mismos.

10. Referencias Bibliográficas

- [1] D. P. Mosquera Baca y E. J. Sacoto Romo, «Diseño de un laboratorio para el desarrollo de prácticas en las asignaturas de formación profesional para la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca,» Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca, 2012.
- [2] A. Guasch, J. Casanovas , M. Á. Piera y J. Figueras, Modelado y simulación. Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios., Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya, 2004.
- [3] J. Prawda Witenberg, Métodos y modelos de investigación de operaciones, México: Limusa, 2004.
- [4] J. Velasco Castellanos, «Administracion, Notas de Clases y Proyectos,» Febrero 2016. [En línea]. Available: https://administradorjorgevelcas.files.wordpress.com/2016/02/modelos_y_simulacion.pdf. [Último acceso: 24 Mayo 2019].
- [5] J. L. Parra Arango, A. Rodríguez Rodríguez, D. M. Beltrán Bejarano, H. G. Onofre Rodríguez, G. A. Bueno Guzmán , M. T. López Forero y N. Uribe Parra , Modelo de Simulación. Sistema de Producción Bovino Doble Proposito Piedemonte llanero, Villavicencio: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005.
- [6] F. Mora, Neuroeducación, Madrid: Alianza, 2015.
- [7] A. L. Campos, «Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano,» *La educación. Revista digital.*, nº 143, pp. 1-14, 2010.
- [8] M. Fernández Gómez, Lean Manufacturing En Español. Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias., Estados Unidos: Editorial Imagen, 2014.
- [9] J. Guerrero , Lean es Lean. Fundamentos y Herramientas del Lean Manufacturing, California: CreateSpace Independent publishing Plataform, 2016.
- [10] Lean Manufacturing 10, 2019. [En línea]. Available: <https://leanmanufacturing10.com/5s>. [Último acceso: 13 Abril 2019].
- [11] G. Briozzo, «Las "5 S" herramienta de mejora de calidad.,» *Revista Hospitalaria Mat. Inf. Ramón Sardá*, vol. I, nº 1, 2016.
- [12] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial Online,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion->

- y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/. [Último acceso: 28 Mayo 2019].
- [13] R. Shah y P. T. Ward, «Defining and developing measures of lean production,» *Journal of operation management*, vol. XXV, n° 4, pp. 785-805, 2007.
- [14] «Manufactus Manufacturing Solutions,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.kanban-system.com/es/sistema-kanban-y-control-de-inventario-pull/>. [Último acceso: 27 Mayo 2019].
- [15] R. Muther, *Distribución en Planta*, Barcelona: McGraw Hill Book Company. New York, 1970.
- [16] R. C. Vaughn, *Introducción a la Ingeniería Industrial*, Barcelona: Reverté, 1990.
- [17] EcuRed, «EcuRed,» [En línea]. Available: https://www.ecured.cu/Ingenier%C3%ADa_de_m%C3%A9todos. [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [18] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>. [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [19] Heflo, «Heflo,» [En línea]. Available: <https://www.heflo.com/es/blog/bpm/que-es-mejora-de-procesos/>. [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [20] C. Arias Duvergé, «Gestiópolis,» 10 Mayo 2004. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/organizacion-de-los-sistemas-productivos/>. [Último acceso: 7 Julio 2019].
- [21] B. F. Sánchez Shacay y N. Sablón Cossío, «Análisis de la capacidad productiva de la industria “Lácteos del Oriente”, Puyo,» Universidad Estatal Amazónica Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Puyo, 2016.
- [22] Subsistema de Universidades Politécnicas, *Manual de Asignatura*, México D.F.: Coordinación de Universidades Politécnicas., 2013.
- [23] P. Torres, «Probabilidad y estadística, notas de clase presentadas en la especialización, transmisión y distribución de energía eléctrica,» Universidad de los Andes, Rosario, 2006.
- [24] Matemovil, «Matemovil,» 2015. [En línea]. Available: <https://matemovil.com/variables-discretas-y-continuas-ejemplos-y-ejercicios/>. [Último acceso: 12 Julio 2019].
- [25] S. F. Haka, M. S. Bettner, J. R. Williams y R. F. Meigs, *Contabilidad, La base para decisiones gerenciales*, Long Beach, California: Mc Graw-Hill, 2012.
- [26] H. Sy Corvo, «Lifeder.com,» 2018. [En línea]. Available: https://www.lifeder.com/ingenieria-economica/#Depreciacion_y_valuacion. [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [27] Crece negocios, «Crece Negocios.com,» 2012. [En línea]. Available: https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/pos/TI/PY/AM/10/El_punto.pdf. [Último

acceso: 30 Junio 2019].

- [28] Ingeniería Industrial , «Ingeniería Industrial,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/>. [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [29] B. Niebel W. y A. Freivalds, Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del Trabajo, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2009.
- [30] N. Turen, J. Marval , M. Álvaro, M. Rafael y A. Gregorio, «Sistemas de Producción,» UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA "ATONIO JOSÉ DE SUCRE", Guayana, 2008.
- [31] R. Ackoff y M. Sasieni, Fundamentals of Operations Research, 1968.
- [32] B. López, «Ingeniería Industrial,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/>. [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [33] S. Hermelinda, «Emprendices,» 5 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.emprendices.co/teoria-colas-lineas-espera/>. [Último acceso: 7 Julio 2019].
- [34] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial,» [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/>. [Último acceso: 7 Julio 2019].
- [35] L. Y. Chan, M. Xie y T. N. Goh, Cumulative quality control charts for monitoring production process, Hong Kong: International Journal of Production Research, 2010.
- [36] G. Eckes, El six sigma para todos, Bogotá: Grupo editorial Norma, 2004.
- [37] Grupo ALBE Consultoría, «Grupo ALBE Consultoría,» [En línea]. Available: <https://www.grupoalbe.com/productos-de-consultoria/planeacion-estrategica/definicion-de-estrategia-empresarial-y-conceptos-relacionados/>. [Último acceso: 07 Julio 2019].
- [38] H. Arellano Díaz, «Herramientas de análisis para definir estrategias empresariales,» Polo del Conocimiento, Chimborazo, 2017.
- [39] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial,» [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/>. [Último acceso: 8 Julio 2019].
- [40] J. R. Vilana Arto, «La Gestión de la Cadena de Suministro,» Escuela de Organización Industrial, Madrid, 2011.
- [41] OBS Business School, «OBS Business School,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/operaciones/aprovisionamiento-tres-elementos-esenciales->

- para-su-gestion. [Último acceso: 7 Julio 2019].
- [42] A. Trejos Noreña , Gestión logística. Stocks, Almacenes y Bodegas., Bogota: Editorial Seminarios Andinos, 2004.
- [43] D. . F. Daza Niño, H. M. Barrera Nuñez , Y. J. Deluque , J. I. Pulido Calderon y W. Acero , «Gestión de Transportes Y Distribución,» Universidad Nacional Abierta y a distancia , Bogotá.
- [44] R. G. Schroeder, Administración de operaciones : toma de decisiones en la función de operaciones, México: McGraw Hill, 1990.
- [45] Significados.com, «Significados.com,» 26 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.significados.com/plan-de-negocios/>. [Último acceso: 8 Julio 2019].
- [46] D. R. Moogk, «Minimum viable product and the important of experimentation in tecnology startups,» *Technology Innovation Management Review*, vol. II, nº 3, Marzo 2012.
- [47] V. H. Martínez Sifuentes , P. A. Alonso Dávila, J. López Toledo, M. Salado Carbajal y J. A. Rocha Uribe, Simulación de Procesos en Ingeniería Química, M. M. Contreras , Ed., México D.F.: Plaza y Valdés, S.A. de C.V., 2000.
- [48] C. A. Bernal Torres, Metodología de la Investigación, Naucalpan, México: Pearson Educación, 2006.
- [49] D. Yanez, «Lifeder.com,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/metodo-descriptivo/>. [Último acceso: 19 Julio 2019].
- [50] EPSON Corp., «EPSON Exceed your vision,» 2019. [En línea]. Available: <https://epson.com.ec/Para-el-hogar/Impresoras/Inyecci%C3%B3n-de-tinta/Impresora-Multifuncional-Epson-EcoTank-L4160/p/C11CG23303>. [Último acceso: 1 Diciembre 2019].
- [51] Flexsim, «Flexsim Problem Solved,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.flexsim.com/es/flexsim/>. [Último acceso: 04 Noviembre 2019].
- [52] Flexsim, «Flexsim Problem Solved Store,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.flexsim.com/es/store/>. [Último acceso: 05 Noviembre 2019].
- [53] Lucidchart, «Todo sobre Microsoft Visio® para diagramas,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-microsoft-visio>. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].
- [54] Lego, «SERIOUSPLAY Starter Kit,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.lego.com/en-us/product/starter-kit-2000414>. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].
- [55] Lego, «SERIOUSPLAY Connections Kit,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.lego.com/en-us/product/connections-kit-2000431>. [Último acceso: 5 Noviembre

2019].

- [56] Microsoft Corporation, «Microsoft Excel,» 2019. [En línea]. Available: <https://products.office.com/es/excel>. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].
- [57] OBS Business School, «Microsoft Project: Análisis del Software,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/diagramas-de-gantt/microsoft-project-analisis-del-software>. [Último acceso: 5 Noviembre 2019].
- [58] Innokabi, «Innokabi, Modelo canvas explicado Paso a Paso y con Ejemplos,» 2019. [En línea]. Available: <https://innokabi.com/canvas-de-modelo-de-negocio/>. [Último acceso: 1 Diciembre 2019].
- [59] Servicio de Contratación de Obras, «NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA. MEMORIA ARQUITECTÓNICA " UEM PAJAN ",» 2017. [En línea]. Available: https://www.contratacionobras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/10/MEMORIA-ARQ_ESTANDAR.pdf. [Último acceso: 1 Diciembre 2019].
- [60] MINISTERIO DE EDUCACIÓN, VICE MINISTERIO DE GESTIÓN INSTITUCIONAL, OFICINA DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, «Ministerio de Educación del Perú | MINEDU,» 16 Enero 2009. [En línea]. Available: https://www.pronied.gob.pe/wp-content/uploads/4DISEÑO_DE_LOCALES_BASICAS_REGULAR_primaria_secundaria.pdf. [Último acceso: 1 Diciembre 2019].
- [61] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, «Ministerio del Trabajo - REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>. [Último acceso: 1 Diciembre 2019].

11. Anexos

Anexo 1:

Asignaturas, resultados de aprendizaje y simulaciones correspondientes

Anexo 2:

Planos de Diseño

Anexo 3:

Proformas y/o Costos Unitarios