



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA UNA CÉLULA DE PRODUCCIÓN COMO APOYO AL PROCESO DE ENSEÑANZA PRÁCTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Autor:

Chávez Rojas Bryan Mauricio

Tutor:

PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

LATACUNGA - ECUADOR

Marzo, 2021



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Chávez Rojas Bryan Mauricio**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“Prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi”**, siendo el PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

CHÁVEZ ROJAS BRYAN MAURICIO

C.C. 1723552780



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi” de Chávez Rojas Bryan Mauricio, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo, 2021

.....
PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

C.C. 100097032-5



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes : **Chávez Rojas Bryan Mauricio**, con el título de Proyecto de Titulación: **“Prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo, 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

C.C:0503257404

Lector 2

Ing. Ángel Marcelo Tello Córdor

C.C: 0501518559

Lector 3

Ing. Bladimiro Hernán Navas Olmedo

C.C: 0500695549

Agradecimiento

Quiero agradecer en primera instancia a mis formadores, personas de grandes conocimientos quienes me demostraron que con perseverancia se logra alcanzar objetivos grandes y con ayuda de su esfuerzo llegar al punto en el que me encuentro; A mis padres por haberme forjado como la persona que soy y que con esfuerzo me han apoyado en cada proyecto y decisión; A mis abuelos que con sabiduría me han sabido guiar por un buen camino; Finalmente a mis compañeros de curso por cada risa y momento vivido en el aula de clase ya que el compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado un porcentaje a mis ganas de seguir adelante. Este proceso no ha sido sencillo, pero gracias a su apoyo incondicional han hecho que lo complicado y lejano sea alcanzable, por medio de este agradecimiento expreso mi afecto hacia ustedes.

Bryan Chavez

Dedicatoria

Dedico de todo corazón este logro a mi familia, porque me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos con paciencia y amor, sin su aliento definitivamente no lo hubiera logrado. Sus buenos deseos, bendiciones y apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi carrera universitaria me han hecho llegar hasta aquí. Esto es solo el principio, y este y mis siguientes logros serán para ustedes.

Bryan Chavez

TABLA DE CONTENIDOS

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
Título del Proyecto:	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS:	5
6.1 General	5
6.2 Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7.1 Pregunta de investigación.....	7
7.2 Hipótesis.....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1 Administración de la producción	7
8.2 Investigación de operaciones	8
8.3 Manufactura celular.....	9
8.4 Estrategia del Proceso	10
8.5 Enfoque repetitivo	11
8.6 Simulación.....	11

8.7 Información estadística de operaciones.....	12
8.8 ProModel.....	12
8.9 Construcción de modelos productivos	14
8.10 Componentes a parametrizar en ProModel	15
8.11 Proceso de embotellamiento.....	16
8.11.1 Lavado.....	16
8.11.2 Llenado.....	17
8.11.3 Tapado.....	17
8.11.4 Empaquetado.....	17
8.11.5 Etiquetado.....	18
8.11.6 Distribución de planta	18
8.11.7 Capacidad de planta	19
9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
9.1 Métodos de investigación.....	20
9.1.1 Método explorativo	20
9.1.2 Método descriptivo.....	20
9.1.3 Método explicativo.....	20
9.1.4 Método inductivo	20
9.2 Técnicas de investigación bibliográfica	21
9.2.1 Estudio de campo	21
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	21
10.1 Objetivo 1.....	21
10.1.1 Encuesta dirigida hacia los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial	22
Objetivo de la encuesta	22
Población objetivo.....	22

10.1.2 Recopilación de datos de la encuesta	23
10.2 Objetivo 2	30
10.2.1 Modelado de simulación ProModel	30
10.2.2 Flujoograma de proceso de la Embotelladora	30
10.2.3 Creación del Modelo	32
10.2.4 Precisión de Reloj.....	33
10.2.5 Locaciones.....	34
10.2.6 Entidades, Arribos y Procesos.....	36
10.2.7 Simulación y Resultados	38
10.3 Objetivo 3.....	39
10.3.1 Esquema de la Guía de Prácticas.....	39
Tema.....	39
Objetivo general	39
Método	39
Equipos y Materiales	39
Marco Teórico	40
Desarrollo	40
Resultados	40
Actividades.....	40
Conclusiones y Recomendaciones	40
Preguntas	40
10.4 Comprobación De Hipótesis.....	40
10.5 Guía De Prácticas	41
PRÁCTICA 1	41
PRACTICA 2.....	51

PRÁCTICA 3	58
PRÁCTICA 4	68
PRÁCTICA 5	76
14. IMPACTOS	86
Técnicos	86
Económicos	86
Ambientales.....	86
Sociales.....	86
15. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	87
Análisis e interpretación.....	89
16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
Conclusiones	89
Recomendaciones.....	89
17- BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS.....	93
Anexo A. Encuesta.....	94
Anexo B. Modelo de práctica.....	96
Anexo C. Manual ProModel	100
Anexo D. Certificado de guía practica	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios	3
Tabla 2. Actividades y sistema de tareas	6
Tabla 3. Encuestados Pregunta 1	23
Tabla 4. Encuestados Pregunta 2	24
Tabla 5. Encuestados Pregunta 3	24
Tabla 6. Encuestados Pregunta 4	26
Tabla 7. Encuestados Pregunta 5	26
Tabla 8. Encuestados Pregunta 6	27
Tabla 9. Encuestados Pregunta 7	28
Tabla 10. Encuestados Pregunta 8	29
Tabla 11. Encuestados Pregunta 9	29
Tabla 12. Flujograma de Proceso	32
Tabla 13. Presupuesto para el diseño del proyecto.....	87
Tabla 14. Presupuesto para ejecución.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Enfoque de la Investigación de Operaciones	9
Figura 2 La estrategia del proceso.....	10
Figura 3 Pantalla principal ProModel.....	13
Figura 4. Tabla de Resultados ProModel	14
Figura 5. Menú Construir	15
Figura 6. Menú Simular.....	16
Figura 7. Malla Vigente Ing. Industrial	21
Figura 8. Diagrama de pastel Pregunta No. 1.....	23
Figura 9. Diagrama de pastel Pregunta No. 2.....	24
Figura 10. Diagrama de pastel Pregunta No. 3.....	25
Figura 11. Diagrama de pastel Pregunta No. 4.....	26
Figura 12. Diagrama de Pastel, pregunta No. 5.....	26
Figura 13. Diagrama de Pastel, pregunta No. 6.....	27
Figura 14. Diagrama de Pastel, pregunta No. 7.....	28
Figura 15. Diagrama de Pastel, pregunta No. 8.....	29
Figura 16. Diagrama de Pastel, pregunta No. 9.....	30
Figura 17. Creación de archivo	33
Figura 18. Menú simulación.....	33
Figura 19. Configuración de la precisión del reloj.....	34
Figura 20. Locaciones y Capacidades	34
Figura 21. Creación de locaciones.....	35
Figura 22. Vista general de planta embotelladora.....	35
Figura 23. Entidades	36
Figura 24. Arribo.....	37
Figura 25. Procesos	37

Figura 26. Procesos de salida	38
Figura 27. Simulación	38
Figura 28. Ventana de resultados	39

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA UNA CÉLULA DE PRODUCCIÓN COMO APOYO AL PROCESO DE ENSEÑANZA PRÁCTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Autor: Bryan Mauricio Chavez Rojas

RESUMEN

La presente investigación consiste en desarrollar y generar un prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, también la facilidad que tiene tanto el programa empleado como el proceso simulado, lo que permite a los estudiantes una interacción eficiente con el entorno digital mediante guías prácticas, se ha podido generar tres entornos en los que se puede diferenciar claramente el impacto que tiene la modificación de uno o más parámetros en la cadena productiva se utilizó varias metodologías tales como: inductiva, descriptiva, explicativa y exploratoria; mismas que, permitieron un levantamiento de información. El entorno digital elegido para el efecto es ProModel, ya que, a través de entornos interactivos en 2D permite una visualización precisa en cada una de las locaciones, además de generar informes de los parámetros de interés para una toma de decisiones eficiente. La asignatura en la que se decidió enfocar el uso de la guía de prácticas desarrollada es Administración de la Producción, pues se ha podido corroborar en el análisis de la malla vigente publicada en el portal web de la institución educativa que es una de las asignaturas clave que no ha sufrido modificación a lo largo del tiempo, por considerarla esencial en el proceso de formación profesional.

Palabras claves: ProModel, Simulación, Embotellado, Procesos

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: “PROTOTYPE OF AN AUTOMATION SYSTEM FOR A PRODUCTION CELL AS SUPPORT FOR THE PRACTICAL TEACHING-PROCESS IN THE INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER AT TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI”

Authors: Bryan Mauricio Chavez Rojas

ABSTRACT

The present research consists for developing and generating a prototype of an automation system for a production cell as a support to the practical teaching-process in the Industrial Engineering career at Technical University of Cotopaxi, so the ease of the program used and the simulated process, which allows students an efficient interaction with the digital environment through practical guides, therefore it has generated three environments in which the impact of modifying one or more parameters on the production chain can be clearly differentiated used several methodologies such as: inductive, descriptive, explanatory and exploratory; The same that allowed a survey of information. The digital environment chosen for the effect is ProModel, since, through interactive environments in 2D, it allows a precise visualization in each of the locations, in addition to generating reports, parameters of interest for efficient decision-making. The subject on which it was decided to focus the use of the developed practice guide is Production Management, as it has been corroborated in the analysis of the current mesh published on the web portal of the educational institution, which is one of the key subjects, it has not been modified over time, considering essential in the professional training process.

Keywords: ProModel, Simulation, Bottling, Processes.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor **CHAVEZ ROJAS BRYAN MAURICIO** Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, cuyo título versa **“PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA UNA CÉLULA DE PRODUCCIÓN COMO APOYO AL PROCESO DE ENSEÑANZA PRÁCTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

Latacunga, marzo del 2021.

Atentamente,

MSc. Diana Karina Taibe Vergara
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 1720080934

Firmado digitalmente por
1803027935 VICTOR HUGO ROMERO GARCIA
1803027935 VICTOR HUGO ROMERO GARCIA
CENTRO DE IDIOMAS
Fecha: 2021.03.11
08:54:22 -05'00'

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Fecha de inicio:

Mayo 2020

Fecha de finalización:

Febrero 2021

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicada

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado:

Diseño y construcción de un prototipo de línea de producción automatizada como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje en la carrera de ingeniería industrial

Equipo de Trabajo:

Doc. PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

Bryan Mauricio Chavez Rojas

Área de Conocimiento:

Campo Amplio 07(Ingeniería, Industria y Construcción), Campo Específico 2 (Industria y producción), Campo Detallado 5 (Producción Industrial) y 7(Diseño Industrial y de procesos)

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Procesos Productivos

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene como propósito, el estudio y formulación de una célula de producción automatizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el fin de que los estudiantes de ingeniería industrial tengan un espacio interactivo mediante el cual su método de aprendizaje sea teórico-práctico aplicando las cátedras impartidas en una simulación de un proceso de manufactura.

Este proyecto pretende diseñar un sistema de educación participativo con el propósito de cumplir los objetivos planteados, para el alcance de dichos objetivos se requiere conocer el procesos de la célula, al igual que los diferentes puestos de trabajo, en donde se podrán realizar ensayos de optimización, con estudios previos de tiempos, movimientos y análisis de operaciones, de igual forma se realizará la automatización de los procesos en algunas estaciones; la metodología de ejecución obedecerá al método inductivo de investigación a partir de las necesidades didácticas de asignaturas como: investigación de operaciones, ingeniería de métodos, procesos industriales, diseño de plantas, entre otras. El resultado que se desea alcanzar estará plasmado en los estudiantes y nuevos profesionales de la carrera de ingeniería industrial con conocimientos sólidos y experiencias vivenciales; el proyecto desarrollará cuatro componentes, el primero estará vinculado con el diseño de la sala de simulación, el segundo con el diseño de una célula de producción, el tercer componente será la aplicación del proceso de simulación en la célula de producción diseñada y el cuarto constará de guías metodológicas de enseñanza y aprendizaje de prácticas relacionadas con el uso del prototipo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Ante la inexistencia de laboratorios adecuados para las realizaciones prácticas de análisis, interpretación y comprensión de procesos de manufactura, estudio de tiempos y movimientos, diseño, programación y control de sistemas productivos, resulta de especial interés por lo cual resulta importantes llevar a cabo la investigación de este tema.

El proceso tiene un desarrollo metódico que pretende realizar una serie de pasos sistemáticos, los mismos que se hallan específicamente coherentes entre sí, su propósito y único fin es llegar a la elaboración de un producto final de alta calidad (profesionales de excelencia), todo

esto sirve como un aspecto recurrente para que el ingeniero industrial pueda interpretar, analizar y realizar control de procesos flexibles, para el proceso se requiere de nuevas herramientas de capacitación y entrenamiento para reproducir en laboratorios el mismo comportamiento que el proceso industrial que se analiza. La importancia de obtener un conocimiento amplio en producción y subdivisión en líneas de producción es primordial, por ser un marco de importancia hacia una persona que lleva un control en esta área y el eje fundamental del ingeniero industrial.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1 Beneficiarios

Directos	<ul style="list-style-type: none"> • 600 estudiantes de la carrera de ingeniería industrial • 22 docentes de la carrera de ingeniería industrial
Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> • Las capacidades adquiridas en la Universidad todos los medios de producción donde los futuros profesionales se involucren que suman un aproximado de 1000 personas beneficiadas indirectamente.

Fuente: Autor

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La educación superior ecuatoriana está considerada en la Ley Orgánica de Educación Superior como una área estratégica, cuyos fines se orientan a la búsqueda de la verdad, la afirmación de la Identidad, el desarrollo cultural y el dominio del conocimiento científico y tecnológico, egresados a través de la docencia, la investigación., y la vinculación con la colectividad, que constituye, prioridades para el desarrollo económico, social y cultura del país. (UNESCO, 2003)

El propósito del aprendizaje en la Universidad es formar ciudadanos capaces de transformar el mundo. La educación superior significa formar y dignificar al ser humano en lo superior y para lo superior. Formar en lo superior implica contribuir al aprendizaje significativo con lo mejor del conocimiento y métodos científicos. (Azuay, 2018)

En el Ecuador las Universidades buscan formar profesionales de excelencia que lleven al Ecuador a posicionarse como uno de los mejores países en américa latina, en la provincia de Cotopaxi hace 25 años en la ciudad de Latacunga sector San Felipe se estaba construyendo

una cárcel destinada para los reos de la ciudad y del país, tras la incansable lucha por los moradores del sector hoy en día se ha logrado consolidar una de las mejores Universidades del Ecuador y alma mater de la provincia, tras un arduo trabajo la Universidad Técnica de Cotopaxi ha sido creada para forjar profesionales de excelencia, humanistas e investigadores destinados a vincularse con la sociedad para contribuir al desarrollo del país.

Una de las carreras ofertadas por la Universidad es la Ingeniería Industrial, el perfil de egreso del ingeniero industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi es ser un profesional con sólida formación científica tecnológica y humanista que le permite administrar de manera eficiente sistemas integrados por personas, materiales, máquinas y equipos. Realiza estudios de tiempos y movimientos, seguridad industrial, control de la calidad y medioambiente para incrementar el rendimiento productivo, desarrolla métodos y estándares de eficiencia optimizando los sistemas de trabajo, diseña los sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresa públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país. (Universidades del Ecuador, 2015)

Por lo tanto, las instituciones educativas de tercer nivel deben brindar los escenarios necesarios para que los futuros profesionales puedan generar prácticas relacionadas que les de la experiencia necesaria para asumir las actividades laborales y profesionales, para lo cual está enfocado el presente proyecto.

Para iniciar con la investigación de los requerimientos necesarios para la aplicación de este proyecto se debe analizar diferentes conceptos que permitirán comprender el problema entre estos se encuentra:

Los conceptos asociados a la manufactura esbelta, y más específicamente, al diseño de las configuraciones de los procesos productivos, existe la llamada Tecnología de Grupos (células de producción), la cual consiste en la agrupación de las piezas de un producto con base en criterios como la inspección visual, la secuencia del proceso de las piezas o los atributos individuales de manufactura y diseño para cada parte. (Universidad de Sonora, 2013) (Ochoa, 2005) Esta tecnología rompe los esquemas de la manufactura tradicional en los que se agrupa por tipo de máquina.

Para la implementación de una célula de producción, es necesario hacer un diseño de la planta de producción para así minimizar las distancias del recorrido del producto y del personal. A menudo se reconoce este tipo de división de la planta como “fábricas dentro de la fábrica”. (Ochoa, 2005). De esta manera, cada parte de la cadena de valor del proceso resuelve sus

propios problemas. Las células de producción deben manejar inventarios pequeños pero suficientes para no parar la producción.

Se deben manejar sistemas de información dinámicos, para que el intercambio de información en el grupo de trabajo sea pleno y eficiente, por esta razón la implementación de este proyecto en la carrera de ingeniería Industrial sería de gran beneficio para los estudiantes en su aprendizaje práctico.

Por lo cual entre los objetivos se plantea adecuar áreas de experimentación y prácticas que al momento es decadente, se prevé que la consecución de cada componente de este proyecto cubra las expectativas didácticas para una instrucción apegada a la aplicación de experiencias y modelos simulados que generarán competencias y capacidades a los estudiantes para luego aplicarlas en ambientes industriales reales.

6. OBJETIVOS:

6.1 General

Diseñar un prototipo automatizado de una célula de producción mediante la aplicación de ProModel con la finalidad de apoyar al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial

6.2 Específicos

- Identificar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Industrial para aplicar los sistemas automatizados.
- Realizar el diseño de una célula de producción automatizada para la ejecución de prácticas simuladas de los estudiantes de Ingeniería Industrial.
- Elaborar guías de prácticas para el uso del simulador de la célula de producción.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2. Actividades y sistema de tareas

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Objetivo 1 Identificar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Industrial para aplicar los sistemas automatizados.	1. Realizando entrevistas virtuales a estudiantes de Ingeniería Industrial.	1.1 Conocer la efectividad de implementar esta célula de producción.	1.1 Encuesta Google Drive
Objetivo 2 Realizar el diseño de una célula de producción automatizada para la ejecución de prácticas simuladas de los estudiantes de Ingeniería Industrial.	1. Realizando el levantamiento sistematizado de la célula productiva a través del software ProModel.	1.1 Obtener el prototipo de la célula de producción 2.1 Observar el proceso en tiempo real desde un computador	1.1 Modelado de simulación ProModel 2.1 Simulación del proceso productivo
Objetivo 3 Elaborar guías de prácticas para el uso del simulador de la célula de producción.	1.1 Realizar hojas guías de las cátedras técnicas como: Administración de la Producción	1.1 Aplicar los conocimientos teóricos impartidos en el salón de clase	1.1 Hojas guías

Fuente: Autor

7.1 Pregunta de investigación

¿El análisis y revisión de las necesidades de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, permitirá diseñar un prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

7.2 Hipótesis

La investigación de las necesidades académicas de los estudiantes de la carrera de Ingeniería industrial, evidenciarán la necesidad de un prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que complemente los contenidos teóricos correspondientes a las asignaturas de la malla actual

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

El objetivo de este proyecto se trata de plantear una célula de Producción que permita a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, perfeccionar sus conocimientos teórico – prácticos; a continuación, se presenta la fundamentación científico técnica que ayude al desarrollo de este proyecto de investigación.

8.1 Administración de la producción

Administración de producción es el conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados. Las actividades que crean bienes y servicios se realizan en todas las organizaciones. En las empresas de manufactura, las actividades de producción que crean bienes suelen ser bastante obvias. En ellas, podemos ver la creación de un producto tangible, en las organizaciones que no crean productos físicos, la función de producción puede ser menos evidente. Puede estar “escondida” para el público e incluso para el cliente. (Render and Heizer 2007)

La Administración de la producción se ocupa de la toma de decisiones relacionadas con los procesos de producción, de modo que los productos o los servicios se ajusten a las especificaciones, a los plazos, a las cantidades, al costo y a la calidad requeridas. Permite manejar exitosamente el factor humano, el capital y los materiales, permitiendo que la organización alcance sus objetivos (Contreras 2003).

Así mismo indicamos que también es entendida como la administración de las líneas de producción, basada en áreas funcionales de nivel gerencial. La misma que es expresada en las

decisiones estratégicas (a largo plazo), tácticas (a mediano plazo) y operativas (a corto plazo) que se toman en cualquier tipo de organización. El administrador en las operaciones de la organización, es quien organiza los recursos materiales y humanos. Y dependerá del buen manejo administrativo a través de sus habilidades y conocimientos que desarrolla le permita detectar, prevenir y corregir errores en la planeación de las operaciones. (Vilcarromero Ruiz 2017)

8.2 Investigación de operaciones

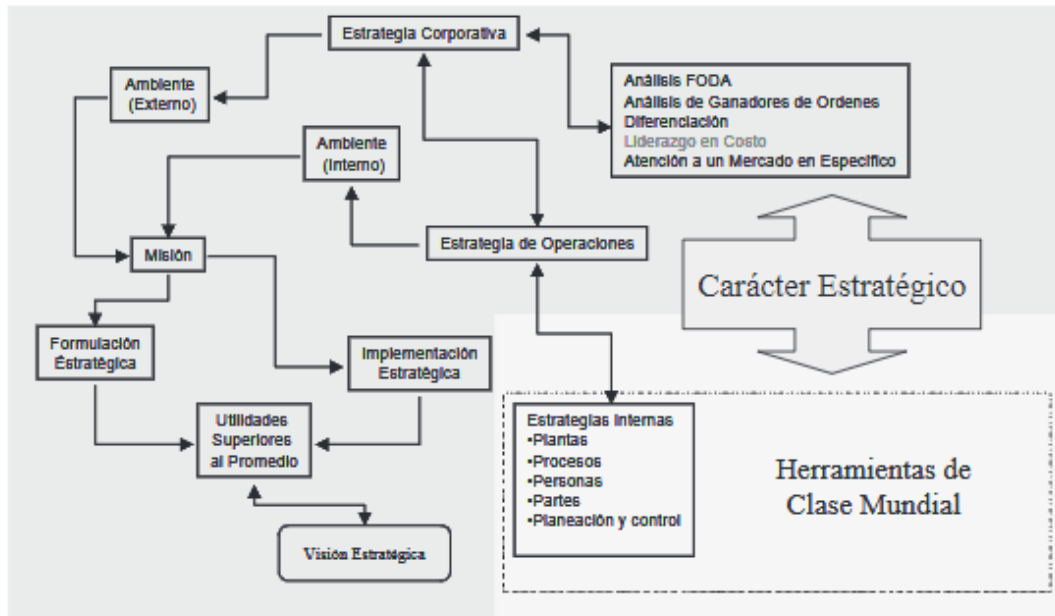
La Investigación de Operaciones también llamada Ciencia de la Administración es una ciencia que lleva una importante cantidad de años desde sus principios en la primera década del Siglo XX. Tuvo su auge en las postrimerías de la 2ª Guerra Mundial en pleno desarrollo de las industrias de producción masiva bajo los paradigmas del tipo fordiano de producción y ante un escenario de alta demanda. En esos momentos se buscaban soluciones para sistemas del complejo militar y de las Empresas que básicamente tomaban decisiones con un criterio único de costos, suponiendo volúmenes importantes de salida que el mercado absorbía. Esto llevó a desarrollos de técnicas matemáticas (algoritmos) que daban soluciones a problemas ante una serie de restricciones. Estas técnicas tuvieron una enorme aceptación en ese escenario económico y fundamentalmente se pueden considerar exitosas en ese entorno. El método Simplex desarrollado por G. Dantzing es de 1947. (Carro 2014)

La investigación de operaciones es una disciplina de consulta basada en la investigación de una situación problemática real usando métodos que dan soporte al grupo de trabajo en la elaboración de un plan de acción para la solución de los problemas. Las características esenciales del método de la Investigación Operativa son dos: la estructuración de la situación problemática, y el modelamiento como una herramienta para resolver problemas (Curiche Aguilera 2015).

La gestión estratégica de operaciones mantiene un enfoque estratégico, ya que busca hacer que las operaciones cumplan su cometido y realizar los análisis internos y externos, indicando así las competencias específicas a través de un recorrido por la cadena de valor de todas las operaciones de la empresa y con base en esto fundamenta su estatus y busca mantener una posición competitiva para lograr utilidades superiores al promedio. Esto significa alta competencia y productividad total, que se logran a través de la implementación de ciertas estrategias que posiblemente cambiarán con el tiempo dependiendo del estado que la organización guarde. Bajo la perspectiva estratégica se deberá implantar en dos estrategias:

corporativa y operativa. Que en conjunto persiguen: el posicionamiento de la empresa, unificar la aplicabilidad a todo lo ancho y largo de la organización en las diferentes unidades de negocio y el análisis integral del contexto productivo. (Álvarez 2006)

Figura 1 Enfoque de la Investigación de Operaciones



Fuente: (Álvarez 2006)

8.3 Manufactura celular

La manufactura celular es una técnica de manufactura de distribución de las estaciones de trabajo para una secuencia óptima, que se traduce en ventajas operativas debido a que se puede reducir el tiempo de ciclo de la operación (Álvarez 2006).

Esta técnica ayuda a decidir la ubicación más apropiada de los equipos y maquinarias en el departamento de producción, los beneficios de una buena distribución celular logran la reducción del inventario, trabajo en proceso, tiempo de puesta en marcha, manipulación de material, balancea el trabajo, mejora el uso de recursos humanos, mejora el control y la automatización, reduce el tiempo perdido por transporte y mejora el área de trabajo en general. El estudio de este tipo de manufactura incluye el balanceo del trabajo relacionando el tiempo de ciclo de la producción con el tiempo Takt de la demanda. (Jaramillo Caliz 2011).

En el caso particular de la investigación propuesta, se ha seleccionado este tipo de manufactura por permitir al usuario del interfaz jugar con el balance de líneas de manera interactiva, observando a su vez el impacto que tiene el manejo eficiente del Takt time en función a las metas productivas propuestas.

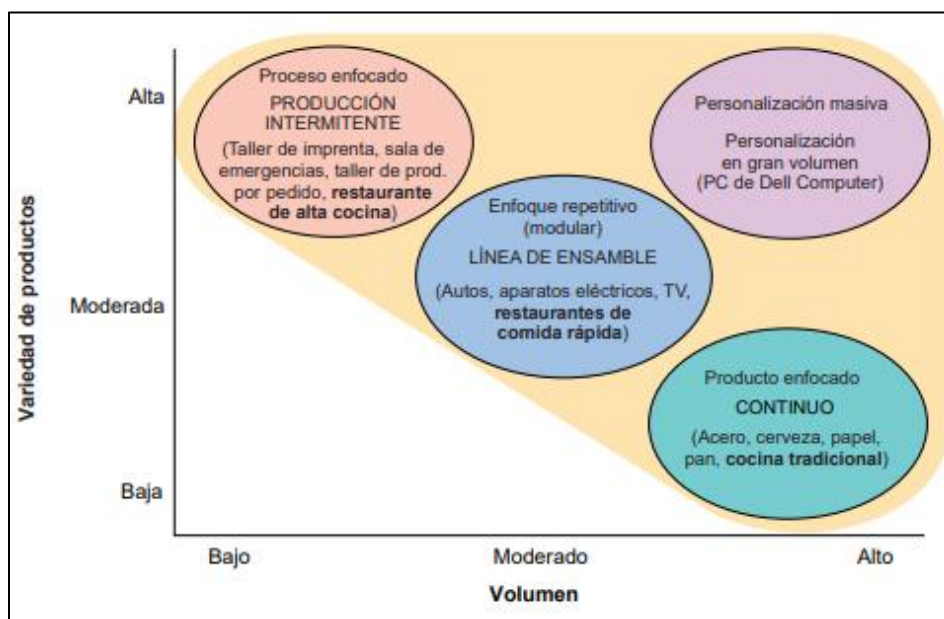
8.4 Estrategia del Proceso

El proceso productivo permite transformar los insumos utilizados en productos o servicios, para satisfacer las necesidades de los clientes; por lo que se hace necesario hacer un estudio holístico de los elementos que integran la cadena de valor y demás factores que influyen en el proceso tanto a nivel interno como antes y después de él, hasta la cristalización del bien o servicio, de acuerdo a las especificaciones establecidas, y su posterior venta para llenar las expectativas de los clientes. (Medina, Atencio et al. 2002)

Según (Vilcarrromero Ruiz 2017) Todos los bienes y servicios se realizan usando alguna de las siguientes variantes:

- a) Enfoque en el Proceso: Se refiere a instalaciones de la producción organizadas alrededor de los procesos para facilitar la producción de bajo volumen y alta variedad.
- b) Enfoque repetitivo: Se refiere a la línea de ensamble clásica y usa módulos.
- c) Enfoque en el producto: Este enfoque está basado en producir el producto en grandes cantidades y en poca variedad.
- d) Enfoque en la personalización masiva: Es la producción rápida y de bajo costo que atiende los cambios constantes en los deseos personales de los clientes.

Figura 2 La estrategia del proceso



Fuente: (Render and Heizer 2007)

En el caso en particular de la investigación realizada, la estrategia a simular será de enfoque

repetitivo al ser una embotelladora, genera procesos modulares de alta repetición para productos de consumo masivo.

8.5 Enfoque repetitivo

Un proceso repetitivo cae entre los que se centran en el producto y el proceso usa módulos y éstos son partes o componentes que se preparan con anterioridad, a menudo en procesos continuos. La línea de un proceso repetitivo es la línea de ensamble clásica. Se emplea de manera extensa en el ensamble de casi todos los automóviles y aparatos electrodomésticos, tiene más estructura y, por tanto, menos flexibilidad que una instalación con enfoque en el proceso (Render and Heizer 2007).

De acuerdo con (López, Gonzales et al. 2008) en el enfoque modular o repetitivo las instalaciones están organizadas en líneas de montaje. Dentro de las principales características citadas están

- Emplea partes o componentes preparados previamente.
- Los módulos se combinan para conseguir distintos productos.
- También se conoce como: Cadena de montaje, Cadena de producción.
- Tiene una estructura más grande que el enfoque de proceso y menor que el enfoque de producto.
- Permite la quasi-personalización.
- Al utilizar módulos, goza de la ventaja económica de ser un proceso continuo y de la ventaja de que con poca cantidad de productos se consigue una gran variedad.

8.6 Simulación

La Simulación se define como una experimentación en computadora, con una imitación simplificada (modelo) de la evolución de un sistema en el tiempo, con el fin de comprender y/o mejorar tal sistema. Las principales ventajas de la Simulación desde una perspectiva de experimentación con el sistema real, disminuye costos, acorta tiempos, permite controlar las condiciones de experimentación y permite simular sistemas que no existen en la realidad. Frente a otros enfoques de modelado nos brinda la posibilidad de modelar la variabilidad, asunción de restricciones y nos brinda una mayor transparencia. En cuanto a las desventajas de simular podemos encontrar que esta práctica resulta cara de realizar, sin embargo, no es

comparable con los costos en los que se incurriría al montar los escenarios simulados en un mundo real. Por otra parte, consume tiempo y requiere experticia para la observación y recolección de información (Coali, Orellano et al. 2018).

La simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema (Loaiza, Sarmiento et al. 2015).

La complejidad de las operaciones en los sistemas productivos requiere de modelos que se ajusten a esta realidad y que permitan un análisis profundo y detallado. Como el número de factores a ser considerados en la toma de decisiones sobre proceso productivos son elevados, se suele recurrir a herramientas informáticas a fin de que contribuyan a encontrar la mejor solución. La simulación puede usarse para predecir el comportamiento de un sistema productivo mediante el registro de los procesos que se desarrollan y la interacción entre los componentes del sistema, ayudando en la mejora de éste (Curiche Aguilera 2015).

8.7 Información estadística de operaciones

Un sistema de eventos discretos permite representar todos los sistemas cuyo comportamiento entrada/salida puede ser descrito por secuencias de eventos sujeto a un estado con números finito de cambios en cualquier intervalo finito de tiempo. Los datos de entrada del rendimiento de una simulación deben corresponder directamente a los rendimientos que podrían grabarse del sistema real. Adicionalmente, es posible desarrollar un modelo de simulación de un sistema sin las asunciones dudosas (como la misma distribución estadística para cada variable al azar) de soluciones a modelos matemáticos (Marmolejo and Marín 2013).

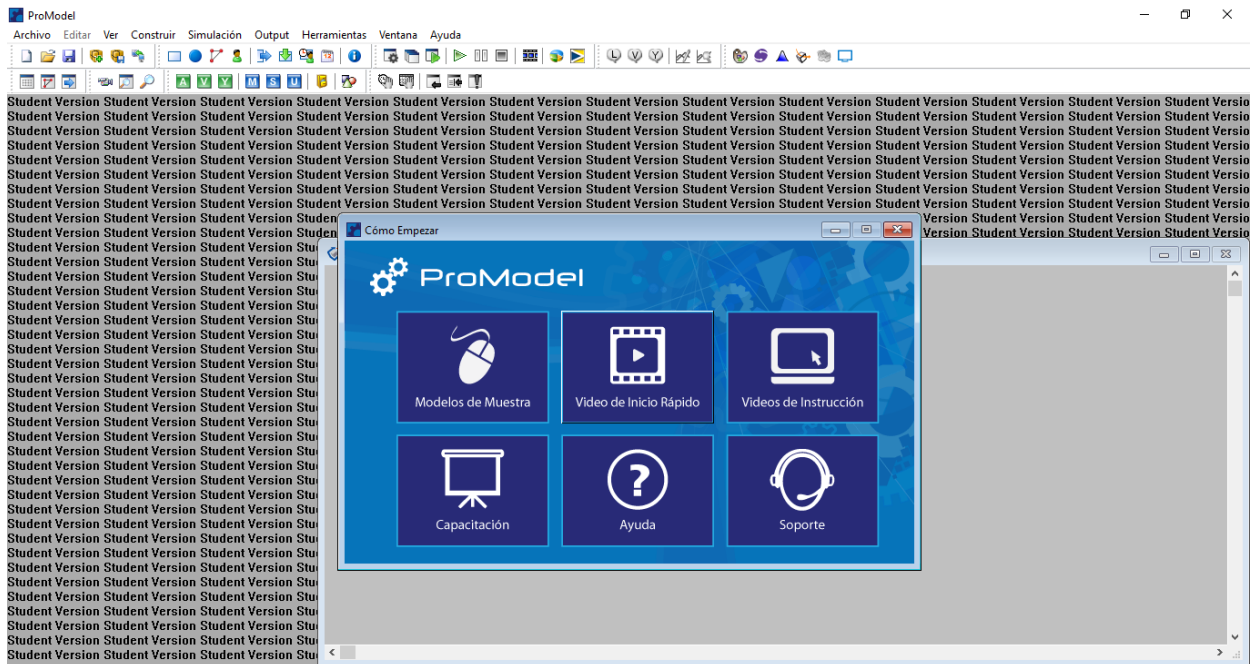
8.8 ProModel

ProModel es un software de simulación utilizado por empresas de todo el mundo para simular sus operaciones en la búsqueda de mejoras en la productividad, optimización de la producción, disminución de costos, etc., así como para la evaluación de ideas y diseños de nuevos sistemas (Loaiza, Sarmiento et al. 2015).

ProModel cuenta con tablas de datos para incluir la información básica: Llegadas, Entidades, Localidades de operaciones (locaciones), etc. Primero se crea el escenario o layout, después las entidades (elementos que fluyen a través de las operaciones), después las llegadas (el

modo en que las entidades ingresan al sistema). En todas las tablas se pueden definir condiciones adicionales para cada elemento básico. Una vez definido lo anterior se continúa con la definición del proceso. Esto es, la ruta que siguen las entidades y las características de la operación (González and Vivas 2014).

Figura 3 Pantalla principal ProModel



Fuente: Autor

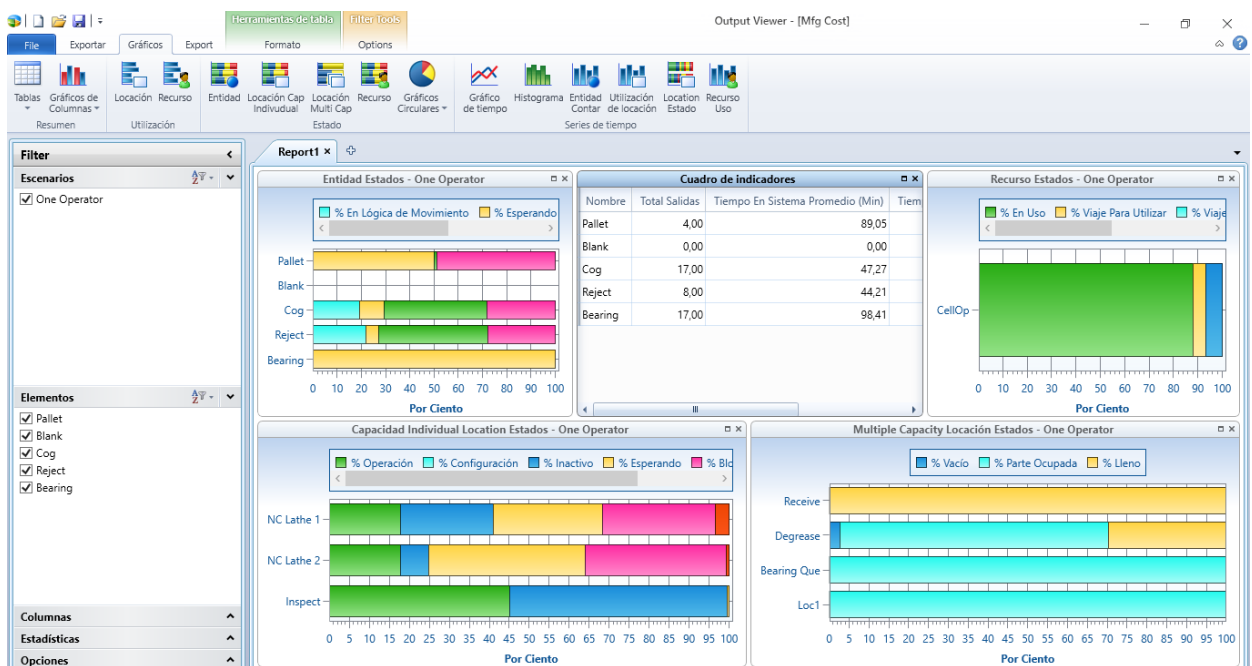
Con ProModel es posible simular sistemas que reflejen el impacto que a lo largo del tiempo tiene las estrategias productivas como: Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Sistemas de Empujar, Jalar, Logística, etc. Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, minimizar el número de unidades en servicio muerto, etc (Valdivia Sánchez 2013).

Según (Cantú-González, García et al. 2016) ProModel posee las siguientes características:

- Desarrollado para sistemas de animación y simulación,
- Principalmente diseñado para modelar sistemas de manufactura.
- Ofrece simulación basada en diagramas de flujo para procesos de negocio.
- Ofrece tecnología LEAP (Locaciones, entidades y procesos de arribo)

- Ofrece atributos, redes, recursos, macros y variables globales.
- Las corridas de simulación pueden ser trazadas sobre la pantalla al igual que las variables globales y el número de las entidades en locaciones individuales, lo que permite un entendimiento claro del sistema completo por el usuario, minimizando la naturaleza de caja negra de la simulación.

Figura 4. Tabla de Resultados ProModel



Fuente: Autor

8.9 Construcción de modelos productivos

Según (Curiche Aguilera 2015) Para construir el modelo se deben definir los siguientes componentes:

- Las entidades, que son las piezas que son procesadas.
- Los arribos, que determinan la frecuencia de llegada de las entidades al sistema.
- Las localizaciones, que representan lugares físicos donde las entidades son procesadas o esperan su turno para ser procesadas.
- Los procesos, que permiten definir la lógica de simulación, es decir, las operaciones que se realizan sobre la entidad y que toman lugar en una localización.
- Los recursos, que son mecanismos que requieren las entidades para completar una

operación y pueden ser estáticos o dinámicos. Los estáticos llevan a cabo una tarea dentro de una localización y no poseen ruta de movimiento. Los dinámicos permiten transportar entidades entre localizaciones y se mueven a través de una red de rutas.

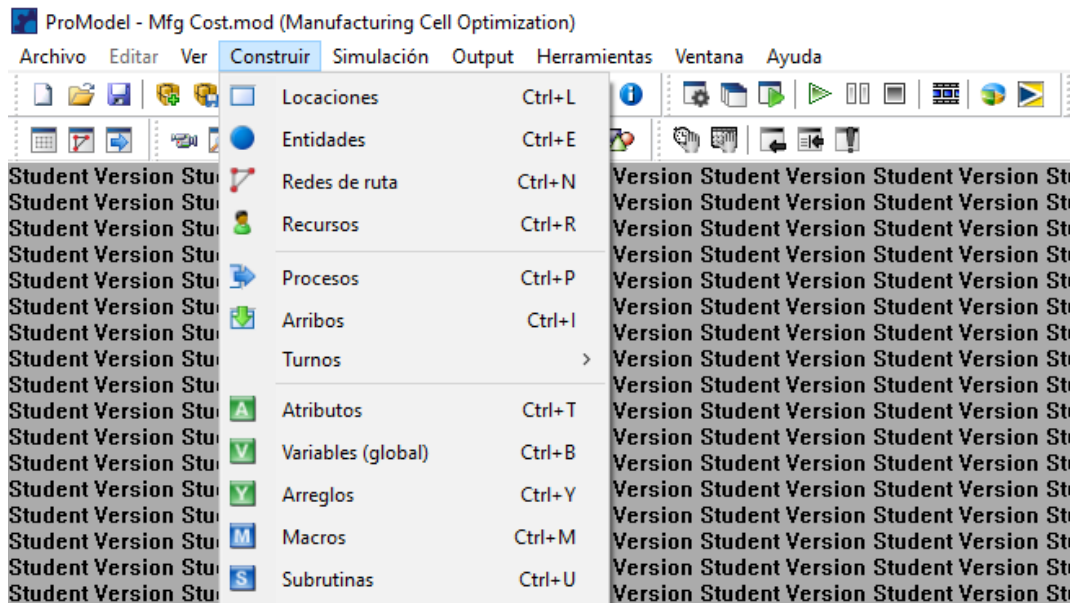
- Las rutas de movimiento, que son las rutas de transporte por las que se mueven los recursos dinámicos.

8.10 Componentes a parametrizar en ProModel

Según (Chi, Alvarez et al. 2015) en ProModel, todo se ajusta al paradigma de Locaciones, Entidades, Recursos, Llegadas y Proceso.

- **Locaciones (Locations):** Las locaciones representan lugares físicos fijos en el sistema donde ocurren las cosas. Las locaciones pueden ser objetos como máquinas, fila de espera, banda de transporte, un escritorio o una estación de trabajo.
- **Entidades (Entities):** Cosas que “se mueven a través” del modelo se llaman “entidades”. Algunos ejemplos incluyen piezas, productos, personas o documentos. Las entidades viajan de locación a locación, realizando actividades.
- **Llegadas (Arrivals):** Cuando una entidad aparece inicialmente en una locación en el modelo, se le llama llegada. Las llegadas pueden ocurrir de acuerdo al tiempo, o a alguna otra condición.
- **Proceso (Processing):** El proceso describe las operaciones que toman lugar cuando una entidad está en una locación, como la cantidad de tiempo que la entidad permanece ahí, los recursos que necesita para completar el proceso y cualquier otra cosa que sucede en la locación, incluyendo seleccionar el siguiente destino.
- **Recursos (Resources):** Un tipo de objeto que se utiliza por entidades o locaciones para realizar algún tipo de actividad, como un operario o un montacargas.

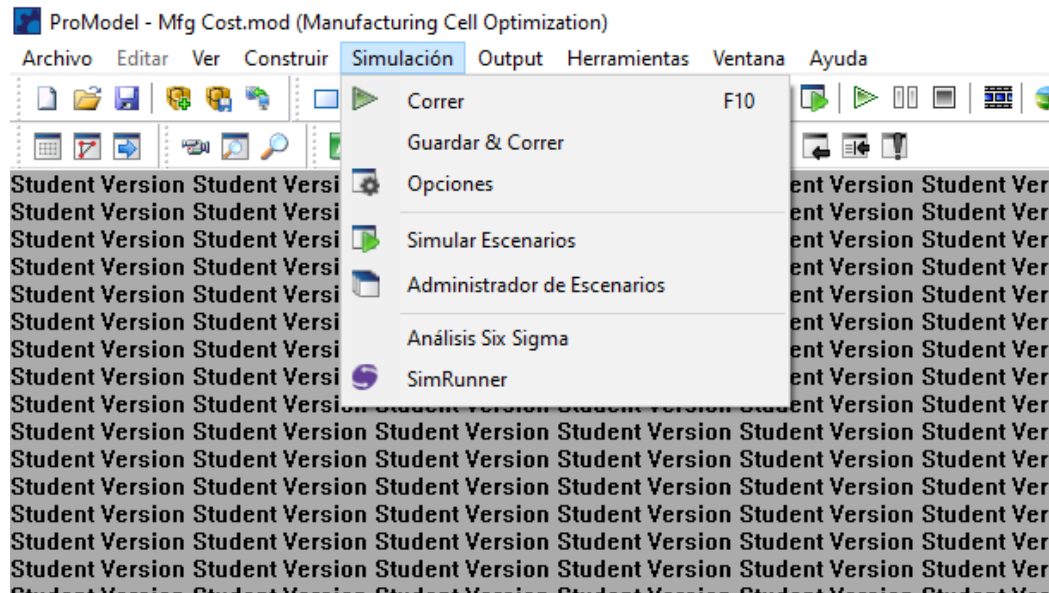
Figura 5. Menú Construir



Fuente: Autor

- Ejecución (Run Simulation): Esta acción permitirá ejecutar la simulación estableciendo el tiempo de proceso en las opciones de la Simulación.

Figura 6. Menú Simular



Fuente: Autor

- Salida (Output): Se muestran las estadísticas obtenidas por la simulación. Estas se pueden presentar de manera gráfica, por locación, por entidad o promedios.

8.11 Proceso de embotellamiento

8.11.1 Lavado

Las botellas son conducidas a la Lavadora de botellas, para ser lavadas y esterilizadas en una solución caliente de detergente; luego son enjuagadas con agua limpia y fresca. Durante esta operación no son tocadas por la mano humana (Vera Villavicencio 2014).

Las máquinas lavadoras de botellas son continuamente mejoradas por sus fabricantes con investigación y desarrollo. Utilizando tecnología probada y confirmada, estas son optimizadas con énfasis en calidad de limpieza y efectividad en costos. Los químicos para limpieza deben ser dosificados dentro de las respectivas Zonas de limpieza. Por consiguiente, sistemas de medición, control y dosificación confiables y exactos son necesarios. En las zonas de solución cáustica, sistemas de medición y control para conductividad son utilizados con bombas dosificadoras para inyectar las soluciones de soda cáustica, los aditivos y los agentes antiespumantes. El valor de pH se monitorea y agentes anti-incrustantes son dosificados en las zonas de aguas mientras componentes desinfectantes son también dosificados en las zonas de aguas frías. La planta para generar ClO₂ (Dióxido de Cloro) para dosificar en estas zonas junto con sensores para detectar el residual de ClO₂ libre y así poder dosificarlo en función de esta medida (Paucar Gallo 2014).

8.11.2 Llenado

Su función es llenar los envases que ingresan a los dosificadores, donde el líquido se vierte mediante un sistema de posicionamiento conformados por cilindros neumáticos y un sistema hidroneumático encargado de transportar el líquido a los dosificadores a la velocidad y niveles escogidos por el operador de la máquina (Garcés and Rolando 2015).

8.11.3 Tapado

Su función es sellar las botellas que salen de la operación de dosificado. El sellado se realiza mediante un sistema de transmisión de bandas accionados por un motor eléctrico, controlando la altura mediante un cilindro neumático. El sistema de mando está conformado por un controlador lógico programable (PLC) y el sistema de control de pulsadores y luces piloto (Garcés and Rolando 2015).

Los orientadores de Tapas son máquinas utilizadas en las industrias envasadoras de líquidos para colocar las tapas en un mismo sentido y disminuir el tiempo en el envasado de las mismas, sin la utilización de la mano de obra (Cuesta Chávez 2014).

8.11.4 Empaquetado

El empaque, envase o embalaje son elementos intrínsecamente ligados a la manipulación,

conservación y transporte de productos. Se definen como todo recubrimiento de estructura flexible o sólida que contiene o agrupa determinados artículos. Dentro de la cadena de suministro la relevancia del empaque respalda la autenticidad, calidad y desde luego la comercialización del producto. Los productos y sus sistemas de empaque se clasifican como: Alimentos, farmacéuticos, peligrosos e industriales. Desde su forma natural, diseño de fábrica o estado original, hasta su destino final, los productos precisan de ciertos niveles de tratamiento, que hacen necesario el uso de distintos materiales, técnicas y normas, que aseguren su adecuada transición a los diferentes destinos dentro del mercado nacional e internacional. Bajo los estándares de normatividad internacional los sistemas de empaque se determinan en tres niveles característicos principales (Jácome Castro 2015).

8.11.5 Etiquetado

Su función es colocar las etiquetas en las superficies cilíndricas del envase cilíndrico, luego que se haya realizado las operaciones de dosificado y llenado. Los envases ingresan a la máquina etiquetadora mediante un sistema transportador controlado por un variador de frecuencia que funciona a diferentes velocidades según la producción requerida por el proceso de embotellado. Las etiquetas son colocadas en los envases mediante una placa que separa la etiqueta de la cinta protectora accionados por un motor eléctrico y controlado mediante un variador de frecuencia para regular la velocidad de salida de las etiquetas (Garcés and Rolando 2015).

8.11.6 Distribución de planta

La distribución en planta se refiere a la organización física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución de los espacios y determinación de la ubicación de los distintos departamentos que hacen parte de la planta. Para determinar una adecuada distribución es importante tener en cuenta la variedad de productos o servicios que se ofrecen, las operaciones que se requieren para su producción y las estaciones de trabajo, de tal manera que la configuración de estos factores permita asegurar un flujo continuo y óptimo que tenga en cuenta los espacios necesarios para los equipos de trabajo, operarios, el manejo de material y almacenamiento del mismo. Una buena distribución de las áreas de trabajo pretende aumentar la eficiencia de las operaciones, aumentar la producción, reducir costos, favorecer los métodos de trabajo, garantizar la seguridad y salud de los operarios y por tanto lograr un mejor desempeño de las labores. Una distribución eficiente también puede contribuir a la reducción en los ciclos de producción,

tiempos muertos, trabajo en proceso, número de cuellos de botella o tiempos de manejo de material y al incremento de la producción (Mejia, Wilches et al. 2011).

Según (Fernández and De la Fuente 2005) una distribución en planta adecuada, proporciona beneficios a la empresa que se traducen en un aumento de la eficiencia y por lo tanto de la competitividad. Para lograr dichos beneficios es necesario que la solución adoptada cumpla con determinados objetivos. Una amplia lista, que puede abarcar a la mayoría de ellos, sería la siguiente:

- Simplificar al máximo todos los procesos productivos
- Minimizar los costos del manejo de materiales
- Disminuir los tiempos de fabricación y la cantidad de material en proceso
- Aprovechar el espacio disponible de la manera más efectiva posible
- Aumentar la satisfacción y rendimiento de los trabajadores con estímulos adecuados.
- Evitar inversiones de capital innecesarias.

En la terminología del análisis del proceso productivo se entiende por taller de trabajo (workshop) como la ubicación física donde se realiza un conjunto particular de tareas. Los factores más predominantes: sistema de manejo de materiales, características del sistema productivo, dispositivos adicionales, formas y dimensiones de las instalaciones, número de niveles (pisos) a considerar y el horizonte del planeamiento (Leyva, Mauricio et al. 2013).

8.11.7 Capacidad de planta

Por capacidad instalada se entiende como lo máximo que puede producir una planta en cierto tiempo determinado, utilizando plenamente sus recursos productivos (localización geográfica, materiales y edad de la planta) (Lemus, Cuevas et al. 2001).

El tamaño o capacidad de una planta industrial Z se expresa en la cantidad de producto X que ella puede producir es un día de 24 horas, o en un año, o en otro período de tiempo determinado. En otros casos se expresa por la cantidad que puede procesar de alguno de los insumos fundamentales (p.e. caña en un ingenio azucarero, petróleo crudo en una refinería, etc.) durante un día o durante un año, etc. En el caso de plantas para elaborar productos que requieren mucha energía eléctrica (como ferroaleaciones, oxígeno, carburo de silicio, soda electrolítica, etc.) la capacidad de Z se expresa como la potencia eléctrica (en kilovatios o en

caballos de potencia) que va a necesitar (Ramos 2003).

La Capacidad instalada se define como el volumen de producción que puede obtenerse en un periodo determinado en una cierta rama de actividad.

9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Métodos de investigación

9.1.1 Método explorativo

Se aplica en el problema de investigación con el propósito de destacar los aspectos fundamentales de una problemática determinada y encontrar los procedimientos adecuados para elaborar una investigación posterior. Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

9.1.2 Método descriptivo

El método descriptivo es uno de los métodos cualitativos que se usan en investigaciones que tienen como objetivo la evaluación de algunas características de una población o situación en particular, en nuestro caso se evaluarán a los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial y sus necesidades académicas relacionadas a las asignaturas que vinculan al estudiante con actividades netamente productivas. La descripción implica la observación sistemática del objeto de estudio y catalogar la información que es observada para que pueda usarse y replicarse por otros. El objetivo de esta clase de métodos es ir obteniendo los datos precisos que se puedan aplicar en promedios y cálculos estadísticos que reflejen, por ejemplo, tendencias.

9.1.3 Método explicativo

Están orientados a la comprobación de hipótesis causales de tercer grado; esto es identificación y análisis de las causales (variables independientes) y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (variables dependientes). Los estudios de este tipo implican esfuerzos del investigador y una gran capacidad de análisis, síntesis e interpretación. Asimismo, debe señalar las razones por las cuales el estudio puede considerarse explicativo. Su realización supone el ánimo de contribuir al desarrollo del conocimiento científico

9.1.4 Método inductivo

El razonamiento inductivo consiste, así, en una forma de hipótesis que, a partir de una

evidencia singular, sugiere la posibilidad de una conclusión universal. Esto suele expresarse en términos de probabilidades, tendencias o posibilidades, ya que no es posible afirmar nada de manera rotunda, ya que existe más información vital que la contenida en las premisas.

9.2 Técnicas de investigación bibliográfica

Para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto de investigación se utilizará la investigación bibliográfica en el desarrollo de las actividades preliminares que permiten realizar un adecuado levantamiento, esquematización y diseño de la célula productiva.

9.2.1 Estudio de campo

Para dar cumplimiento al segundo y tercer objetivo del proyecto de investigación se utilizará el estudio de campo para el desarrollo de las actividades, que permitirán la programación y levantamiento de la guía de prácticas para la célula de producción diseñada.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Objetivo 1

Identificar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Industrial para aplicar los sistemas automatizados.

Se ha planteado el uso de encuestas digitales a estudiantes de Ingeniería Industrial para conocer sus necesidades y deficiencias académicas en las asignaturas que están cursando o han cursado, con el objetivo de evaluar la pertinencia de la implementación de una guía basada en la célula de producción para complementar los conocimientos adquiridos en los distintos niveles.

Una de las preguntas de la encuesta se ha diseñado en conformidad con la malla actual publicada en la página web de la Universidad Técnica de Cotopaxi en referencia a la oferta académica vigente.

Figura 7. Malla Vigente Ing. Industrial



Carrera en Industrial

Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Tercer Ciclo	Cuarto Ciclo	Quinto Ciclo
<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo Diferencial - Trigonometría - Geometría - Epistemología Industrial - Comunicación y Lenguaje 	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo Integral - Química - Estática - Estadística Descriptiva - Realidad Nacional - Informática Aplicada 	<ul style="list-style-type: none"> - Ecuaciones Diferenciales - Dinámica - Tecnologías de los Materiales - Dibujo Asistido por Computadora - Taller Mecánico - Estadística Inferencial - Identidad Cultural 	<ul style="list-style-type: none"> - Termodinámica - Contabilidad General - Organización Industrial - Procesos de Manufactura - Seguridad Industrial - Desarrollo Local 	<ul style="list-style-type: none"> - Circuitos Eléctricos - Contabilidad de Costos - Operaciones Unitarias - Ergonomía - Control de Calidad - Emprendimiento Social
Sexto Ciclo	Séptimo Ciclo	Octavo Ciclo	Noveno Ciclo	Décimo Ciclo
<ul style="list-style-type: none"> - Máquinas Eléctricas - Análisis Financiero - Gestión de Riesgos - Control Industrial - Gestión de Calidad - Investigación de Operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniería Económica - Psicología Industrial - Controlador Lógico Programable (PLC) - Administración de la Producción - Logística - Marketing y Ventas 	<ul style="list-style-type: none"> - Tópicos Selectos para el Desarrollo Profesional - Ingeniería de Métodos - Ingeniería del Mantenimiento - Ingeniería de Procesos Industriales - Innovación Industrial - Legislación Laboral 	<ul style="list-style-type: none"> - Dirección del Capital Humano - Gerencia Empresarial - Proyecto Tecnológico - Sistemas Integrados - Metodología de la Investigación - Ingeniería Ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de Información Gerencial - Localización y Diseño de Plantas - Titulación en Ingeniería Industrial

www.utc.edu.ec
 Universidad Técnica de Cotopaxi
 [utc_cotopaxi](https://www.instagram.com/utc_cotopaxi)
 [@utcCotopaxi](https://twitter.com/utcCotopaxi)

Fuente: (Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021)

10.1.1 Encuesta dirigida hacia los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial

Objetivo de la encuesta

Diseñar un prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Población objetivo

Para realizar esta encuesta a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, se ha tomado como dato base el promedio de estudiantes que actualmente estudian en los diferentes niveles, siendo el número aproximado 600 personas, teniendo en cuenta este dato procederemos a realizar los cálculos, considerando los siguientes datos:

M= Tamaño de la muestra

e= El error de estimación = 0,05

z= El nivel de confianza = 1,645

N= El tamaño de la muestra = 600

$P =$ La probabilidad a favor = 50% = 0,5

$q =$ La probabilidad en contra = 50% = 0,5

$M = 186,70$

$M =$ El número de encuestas que se debe realizar son **187**.

10.1.2 Recopilación de datos de la encuesta

Las encuestas se realizaron a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Número de encuestas: 187

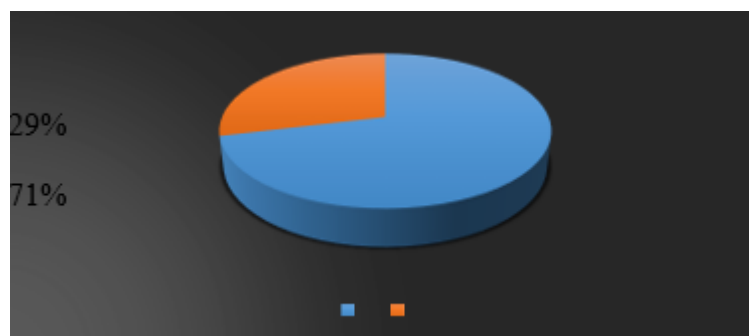
Pregunta 1. ¿Cree Ud. necesario el fortalecimiento académico de su carrera, con el uso de software que permita la simulación interactiva de procesos?

Tabla 3. Encuestados Pregunta 1

ENCUESTADOS	
Sí	133
No	54

Fuente: Autor

Figura 8. Diagrama de pastel Pregunta No. 1



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

Se muestra un 71% de encuestados considera que es necesario fortalecer el uso de programas de simulación en varias de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Industrial, el 29% considera que no es necesario dicho fortalecimiento.

Pregunta 2. ¿Conoce Ud. ¿Algún programa relacionado a simulación de procesos industriales?

Tabla 4. Encuestados Pregunta 2.

ENCUESTADOS	
Si	111
No	76

Fuente: Autor

Figura 9. Diagrama de pastel Pregunta No. 2



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

En la siguiente figura se visualiza un 59% de alumnos encuestados que tienen conocimiento de programas relacionados a la simulación de procesos industriales, mientras el 41% desconocen la existencia o uso de este tipo de programas.

Pregunta 3. ¿De las asignaturas enlistadas, señale la que a su criterio requiere de prácticas simuladas?

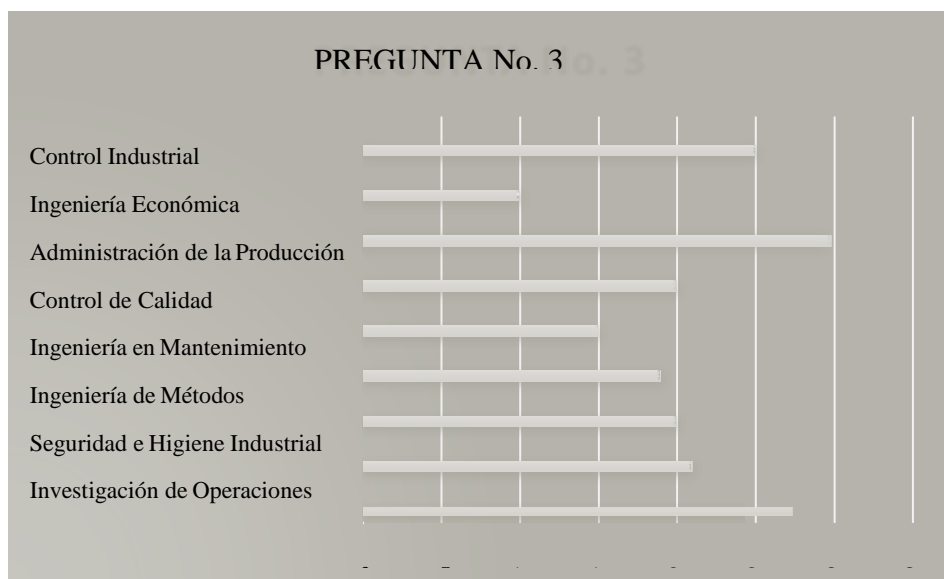
Tabla 5. Encuestados Pregunta 3

Asignaturas	Resultado
Ing. En Procesos Industriales	27
Investigación de Operaciones	21
Seguridad e Higiene Industrial	20

Ingeniería de métodos	19
Ingeniería en Mantenimiento	15
Control de Calidad	20
Administración de la Producción	30
Ingeniería Económica	10
Control Industrial	25

Fuente: Autor

Figura 10. Diagrama de pastel Pregunta No. 3



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

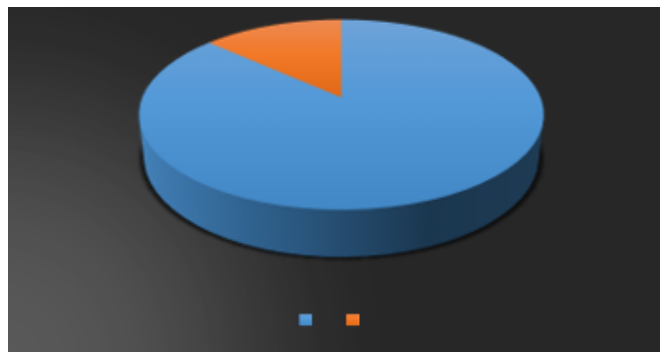
Las asignaturas que bajo el criterio de los encuestados de la carrera de ingeniería Industrial que requieren de prácticas simuladas son: Control Industrial, Investigación de Operaciones, Administración de la Producción e Ingeniería en Procesos Industriales.

Pregunta 4. ¿Cree usted que la aplicación práctica por medios virtuales mejorará la comprensión de uno o varios temas del sílabo de las asignaturas citadas en la pregunta anterior?

Tabla 6. Encuestados Pregunta 4

ENCUESTADOS	
Sí	162
No	25

Fuente: Autor

Figura 11. Diagrama de pastel Pregunta No. 4

Fuente: Autor

Análisis e interpretación

En la figura se muestra el 87% de alumnos encuestados que creen que la aplicación práctica por medios virtuales mejorará la comprensión de uno o varios temas del sílabo de las asignaturas que bajo su criterio deben ser complementadas con temas que incluyan la simulación de procesos, mientras que un 13% no consideran que la práctica simulada en las asignaturas mejorará su comprensión de las asignaturas.

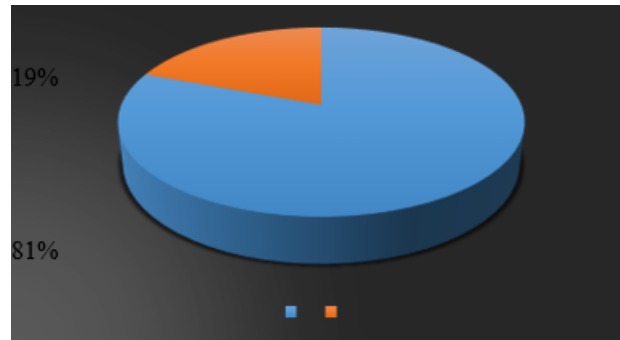
Pregunta 5. ¿Considera favorable la actualización de los sílabos de las asignaturas, incluyendo prácticas de casos reales o simulados?

Tabla 7. Encuestados Pregunta 5

ENCUESTADOS	
Si	151
No	36

Fuente: Autor

Figura 12. Diagrama de Pastel, pregunta No. 5.



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

Podemos concluir que el 81% de los estudiantes encuestados considera favorable la actualización de los sílabos de las asignaturas, incluyendo prácticas de casos reales o simulados, esto es un aliciente para que el presente proyecto pueda tener una aplicabilidad a corto y mediano plazo.

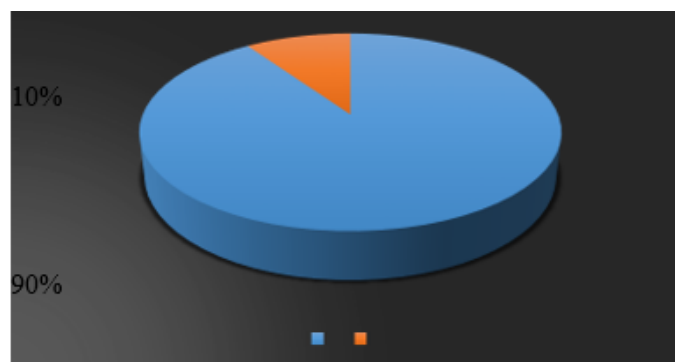
Pregunta 6. ¿Ante el contexto actual, considera Ud. ¿Que un entorno de simulación es el espacio propicio para complementar el conocimiento teórico adquirido?

Tabla 8. Encuestados Pregunta 6

ENCUESTADOS	
Si	169
No	18

Fuente: Autor

Figura 13. Diagrama de Pastel, pregunta No. 6



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

Los resultados y diagrama correspondiente demuestran que el 90% de los encuestados está de acuerdo en que un entorno virtual es actualmente el medio más seguro y confiable para complementar los conocimientos teóricos proporcionados por los docentes de cada asignatura, mientras el 10% discrepan en el tema.

Pregunta 7. ¿Cuenta Ud. ¿Con los medios tecnológicos para la instalación de un software de simulación de procesos?

Tabla 9. Encuestados Pregunta 7

ENCUESTADOS	
Si	170
No	17

Fuente: Autor

Figura 14. Diagrama de Pastel, pregunta No. 7



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

El 91% de los estudiantes encuestados cuenta con los recursos tecnológicos necesarios para instalar un programa de simulación de procesos, lo que nos garantiza en gran magnitud que las prácticas en efecto puedan ser efectuadas, mientras que, el 9% por motivos económicos primordialmente aseguran no contar con los medios necesarios para ello.

Pregunta 8. ¿Considera usted que la simulación de procesos facilita la toma de decisiones en las industrias?

Tabla 10. Encuestados Pregunta 8

ENCUESTADOS	
Si	140
No	47

Fuente: Autor

Figura 15. Diagrama de Pastel, pregunta No. 8

Fuente: Autor

Análisis e interpretación

Tal y como muestran los diagramas, el 75% de encuestados consideran que la simulación de procesos facilita la toma de decisiones en las industrias, mientras el 25% no lo consideran relevante.

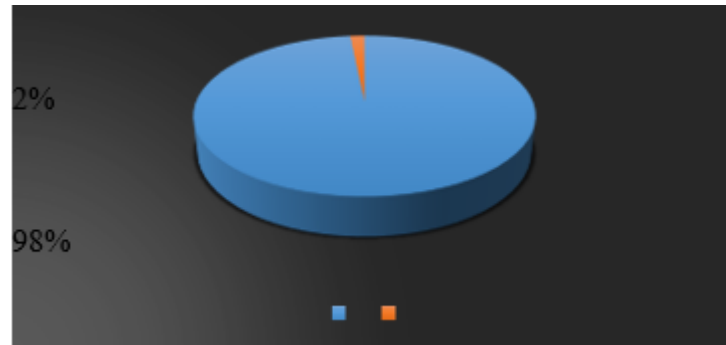
Pregunta 9. ¿Desearía usted conocer sobre ProModel, sus características y aplicaciones en el mundo industrial?

Tabla 11. Encuestados Pregunta 9

ENCUESTADOS	
Si	184
No	3

Fuente: Autor

Figura 16. Diagrama de Pastel, pregunta No. 9



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

Con un contundente 98% se puede asegurar que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi han evidenciado su profundo interés en complementar sus estudios teóricos con prácticas simuladas a través de un entorno amigable y digital llamado ProModel.

10.2 Objetivo 2

Realizar el diseño de una célula de producción automatizada para la ejecución de prácticas simuladas de los estudiantes de Ingeniería Industrial.

10.2.1 Modelado de simulación ProModel

Para realizar el modelado de la célula productiva, en primera instancia se ha elegido el proceso a simular, en este caso ha sido el de una embotelladora, ya que es un proceso sencillo, masivo y que permite al usuario jugar con las variables y establecer condiciones diversas en cada una de las fases del proceso.

10.2.2 Flujograma de proceso de la Embotelladora


















El flujo de proceso de la embotelladora se detalla a continuación:

- El producto ingresa al área productiva a través de transporte por pallets
- Ingresa a la máquina que realiza la limpieza y desinfección de los envases a emplear para el embotellado.
- Una vez limpios y desinfectados los envases, se pasa al equipo de llenado, no se precisa el tipo de fluido a colocar, por defecto se asume que es agua.
- Tras salir ya con el líquido, cada botella ha de ser sellada para impedir la salida del

fluido, esto se lo realiza a través del tapado

- Finalmente, la botella con el líquido, debidamente sellada pasa a la maquina etiquetadora - empacadora, donde se colocarán los datos importantes del producto a entregar.
- Una vez empacada la producción sale a la distribución a los diferentes puntos de consumo.

Tabla 12. Flujograma de Proceso

FLUJOGRAMA DE PROCESO					
		Resumen			
		Símbolo	Cantidad	Tiempo	Distancia
			4		
Tipo de actividad: Productiva			1		
			0		
Actividad: Embotellado			4		
Diagrama N.º 1	Hoja N.º 1		2		
Método Actual:	Método propuesto:	TOTAL	11		
Descripción de la actividad		Descripción			
Llegada de materia prima		Ingreso de botellas para el envasado			
Demora operación repetitiva		Descarga de botellas			
Limpieza y desinfección		Se limpia y desinfecta las botellas			
Demora de la operación repetitiva		Paso de las botellas a la siguiente estación.			
Llenado		Se llena con el líquido las botellas previamente desinfectadas			
Demora de la operación repetitiva		Paso siguiente estación.			
Tapado		Se tapa las botellas previamente llenadas			
Demora de la operación repetitiva		Paso siguiente estación.			
Etiquetado y empaçado		Empaque y etiquetado de producto			
Trasporte del producto		Traslado del producto terminado a bodega.			
Almacenamiento del producto terminado		Almacenamiento del producto terminado.			

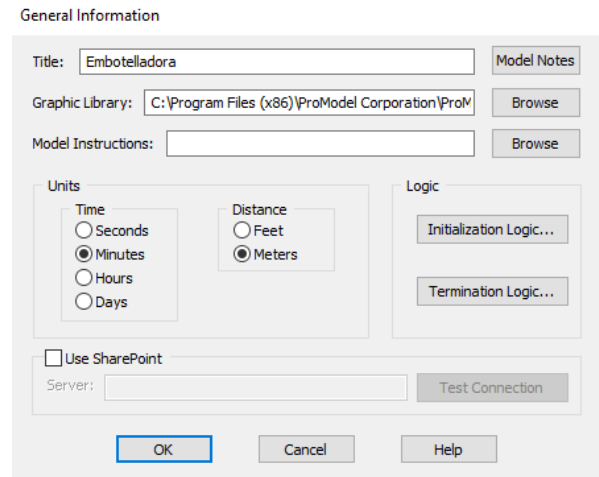
Fuente: Autor

10.2.3 Creación del Modelo

Una vez abierto el software ProModel en su versión estudiantil, se puede crear un archivo nuevo con el menú "File" en la barra de herramientas, seguido de la opción "New". En la ventana siguiente se asignará el nombre al archivo, así como la selección de unidades. En este

caso particular, fueron seleccionados minutos para el tiempo y metros para la distancia.

Figura 17. Creación de archivo

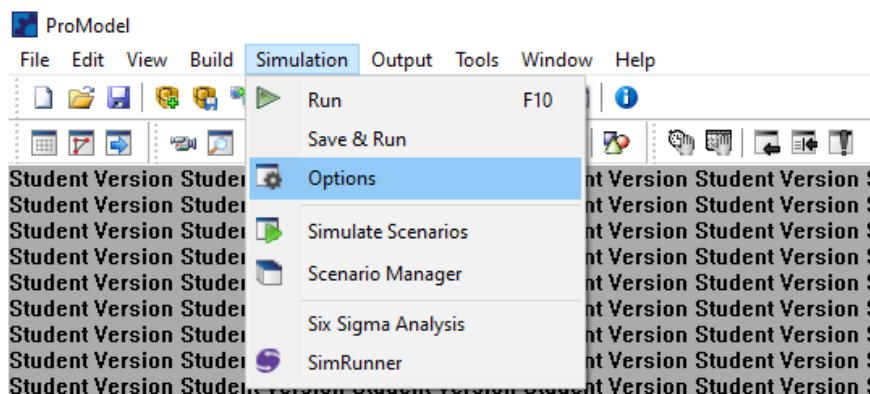


Fuente: Autor

10.2.4 Precisión de Reloj

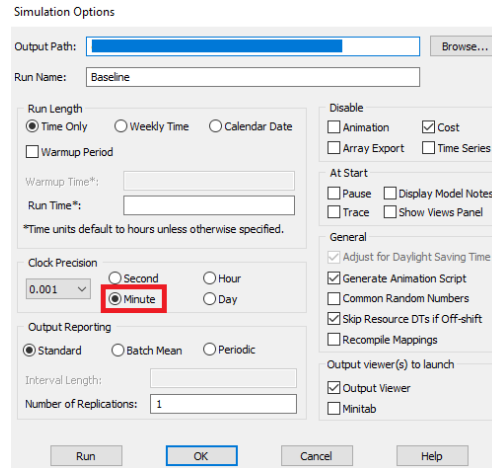
Previo a la creación del modelo de planta para su posterior simulación y análisis de datos, es importante establecer ciertos parámetros relacionados al tiempo. Es decir, La frecuencia con la que determinado proceso ejecutara la acción sobre una de las entidades o la capacidad por unidad de tiempo. Para ello es necesario configurar la “Precisión de Reloj” (Clock Precision) como se muestra en la figura.

Figura 18. Menú simulación



Fuente: Autor

Figura 19. Configuración de la precisión del reloj



Fuente: Autor

10.2.5 Locaciones

Entiéndase por locación (location), la estación de trabajo donde se realiza una actividad específica. Para el caso particular de la presente Planta Embotelladora se han considerado siete locaciones como se muestra en la figura.

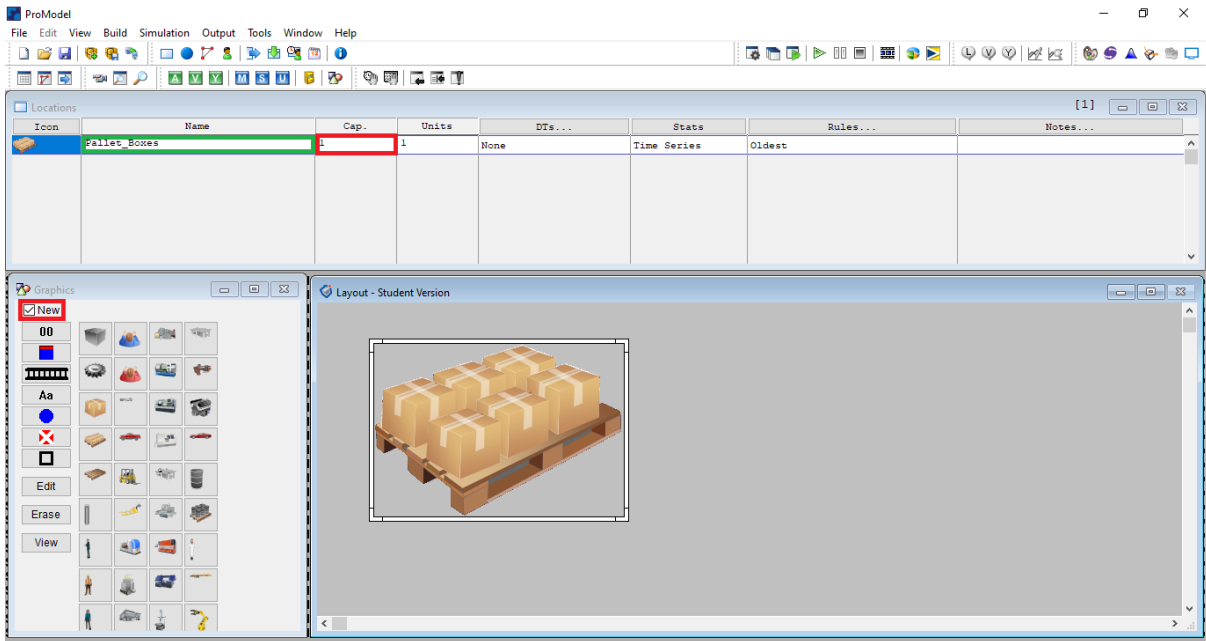
Figura 20. Locaciones y Capacidades

Icon	Name	Cap.	Units
	Entrada	1000	1
	Salida	1000	1
	Limpieza	180	1
	Llenado	72	1
	Tapado	72	1
	Empaquetado	108	1
	Etiquetado	144	1

Fuente: Autor

En el menú Build (Construir) se debe seleccionar la opción Locations y aparecerá en pantalla: espacio de trabajo, ventana de gráficos y tabla de locaciones como se observa en la figura.

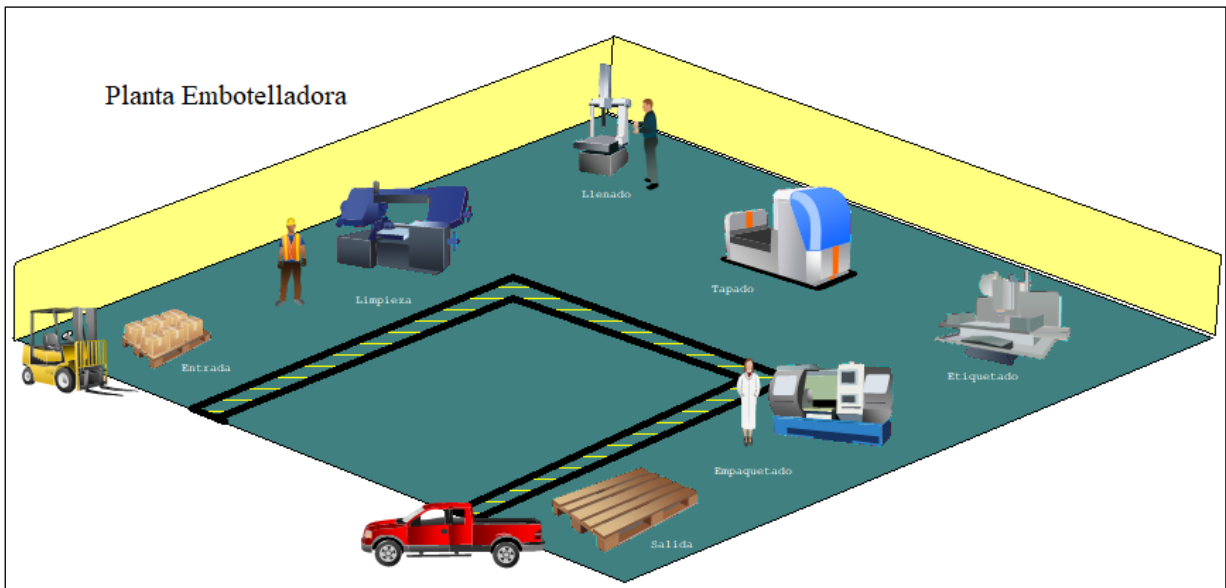
Figura 21. Creación de locaciones



Fuente: Autor

Basta con asegurarse que el check-box de New se encuentre activo como se observa en la figura y se procede a dar click sobre el gráfico que mejor se asimile a la estación de trabajo requerida. Posteriormente al dar click sobre el Layout se visualizará en la ventana de Locations la locación creada que será renombrada acorde a la estación correspondiente del proceso y cuya capacidad de proceso también debe ser modificada según las condiciones ideales de operatividad. Los gráficos y capacidades utilizadas en la presente investigación se encuentran mejor detalladas en la figura.

Figura 22. Vista general de planta embotelladora



Fuente: Autor

Al layout de la planta se le pueden añadir figuras y textos que no influirán en la simulación. El resultado final de la planta embotelladora propuesta se muestra en la figura anterior.

10.2.6 Entidades, Arribos y Procesos

Para este proceso se han creado gráficos personalizados para representar el paso de la entidad por cada una de las diferentes estaciones de trabajo. Siguiendo la lógica de la planta, se establecieron seis entidades detalladas en la siguiente figura:

Figura 23. Entidades

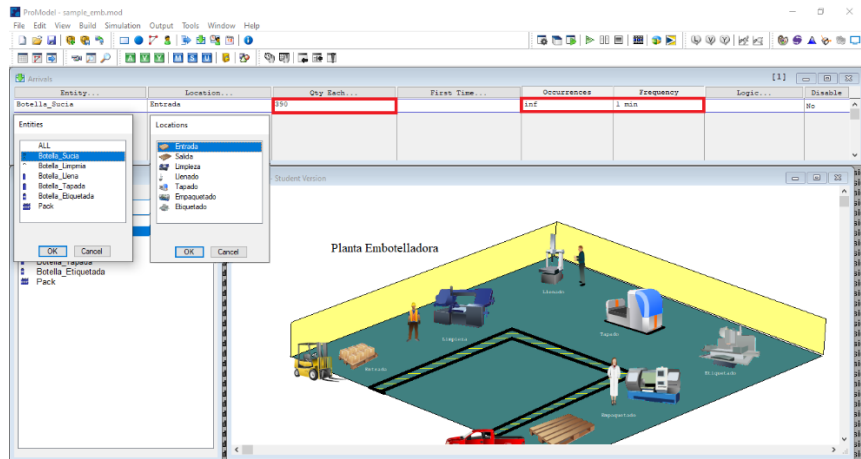
Entities	
Icon	Name
	Botella_Sucia
	Botella_Limpia
	Botella_Llena
	Botella_Tapada
	Botella_Etiquetada
	Pack

Fuente: Autor

Una vez establecida la distribución de planta y creadas las entidades, es necesario definir el punto de llegada de la materia prima, para este caso las botellas sucias. Al seleccionar la opción Arrivas en el menú Build de la barra de herramientas, aparecerá una tabla donde se debe seleccionar la entidad Botella_Sucia y la localidad Entrada. Es importante configurar el número de ocurrencias, así como el número de entidades por unidad de tiempo como se detalla en la figura. Para facilitar la simulación de planta se ha definido el número de

ocurrencias como infinito (inf) y la frecuencia de un minuto (1 min). También se ha establecido el arribo de 390 entidades por minuto en la celda Qty Each.

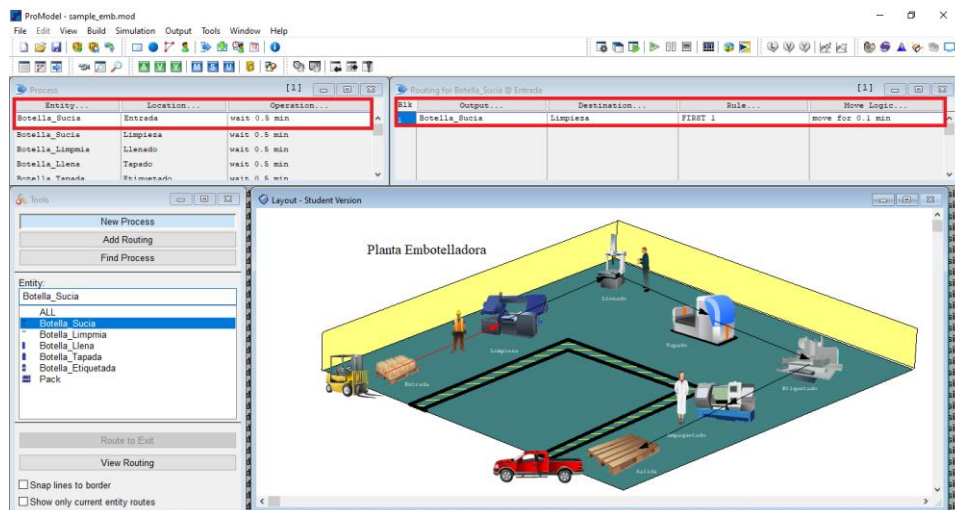
Figura 24. Arribo



Fuente: Autor

La definición de procesos es similar al de arribos. Al dar click sobre la opción Processing del menú Build en la barra de herramientas, aparecerán dos tablas donde se selecciona el proceso y ruta. Dicho de otra manera, en la tabla de proceso (Process) se indica la entidad junto con su locación actual y operación, que en nuestro caso será una espera de treinta segundos (wait 0.5 min). Por otro lado, en la ventana de ruta (Routing) se detalla la entidad de salida junto con el destino. Por simplicidad, la regla FIRST 1 y el movimiento lógico no han sido modificados. Debe notarse que, siguiendo la lógica del proceso, por ejemplo, en el proceso de Limpieza, la salida deberá ser la entidad Botella Limpia. Esto creara en el momento de la simulación una mejor comprensión gráfica del proceso general.

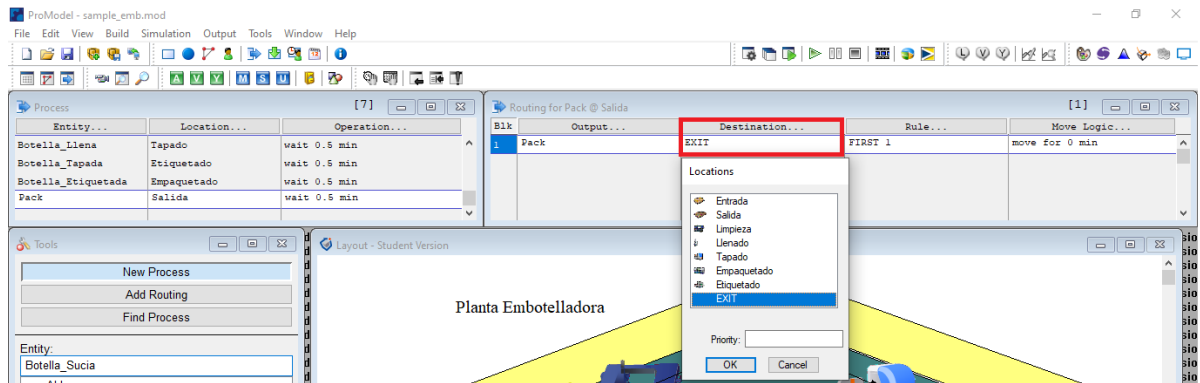
Figura 25. Procesos



Fuente: Autor

Una vez el pack de botellas haya llegado al punto de salida es necesario seleccionar el destino EXIT como se muestra en la figura:

Figura 26. Procesos de salida

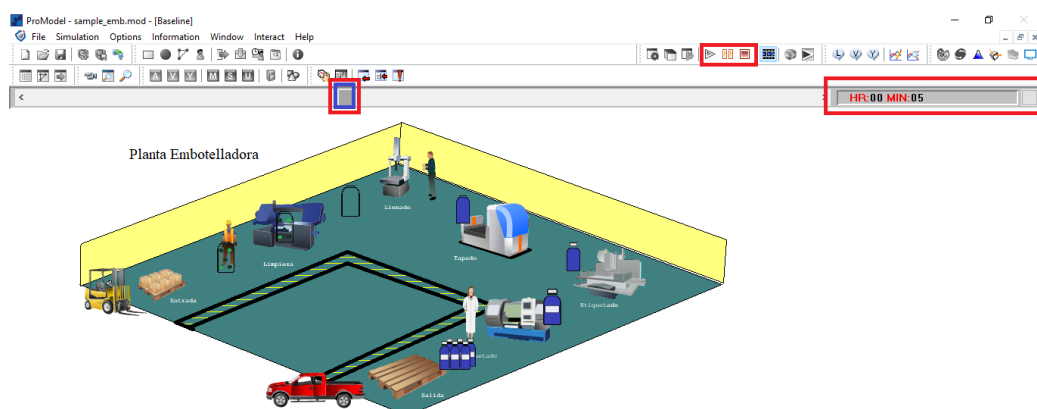


Fuente: Autor

10.2.7 Simulación y Resultados

Una vez todos los parámetros de la planta hayan sido establecidos, se puede proceder con la simulación presionando el botón Run del menú Simulation de la barra de herramientas. Al mover el cursor junto al indicador de tiempo transcurrido, el usuario podrá acelerar o retrasar la visualización del movimiento de entidades, esto no afecta en lo absoluto a la velocidad del funcionamiento de la planta, simplemente ayuda a visualizar de forma gráfica el movimiento de entidades entre las distintas estaciones de trabajo como se observa en la figura:

Figura 27. Simulación

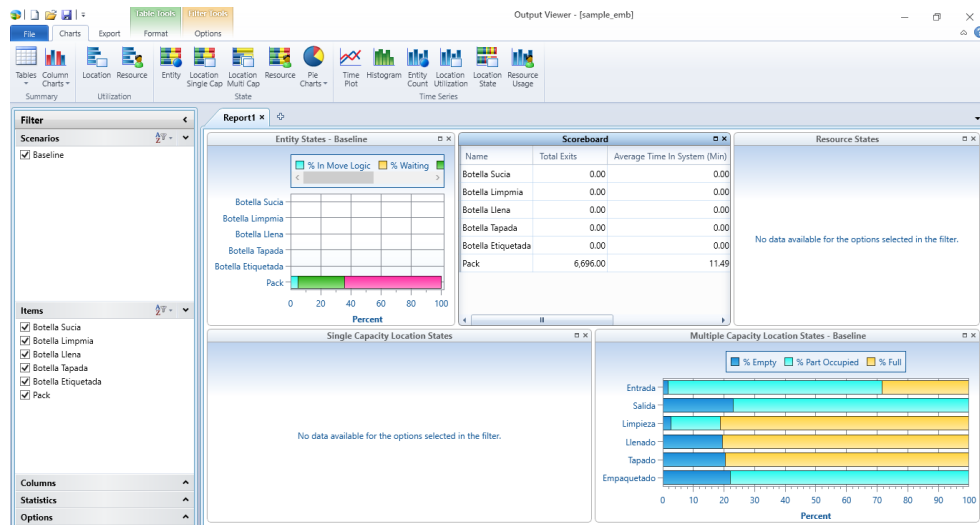


Fuente: Autor

Dado que la simulación pretender ser lo más didáctica y sencilla posible, el usuario deberá detener la simulación con el botón de STOP cuando el temporizador muestre la hora y minuto convenientes para el análisis. Posterior a esto aparecerá un cuadro de dialogo que confirmará si el usuario desea visualizar las estadísticas del proceso. Al aceptar, aparecerá una nueva

ventana con las respectivas gráficas de la simulación como se observa en la figura:

Figura 28. Ventana de resultados



Fuente: Autor

10.3 Objetivo 3

Elaborar guías de prácticas para el uso del simulador de la célula de producción.

10.3.1 Esquema de la Guía de Prácticas

Mediante el uso de una guía de práctica se facilitará la comprensión del proceso a simular y las variantes a emplear en cada caso. Los componentes dentro de la guía de práctica son los siguientes:

Tema

Se refiere a lo propuesto a trabajar y de este se desglosará diversos ítems en los mismos que conformaran la práctica mencionada.

Objetivo general

Se menciona a lo dispuesto alcanzar en el transcurso de la práctica en base a la experimentación y aplicabilidad de sus conocimientos.

Método

El medio por el cual se va a lograr cumplir el objetivo general mediante procedimientos, cálculos, ecuaciones, análisis y de la misma manera se mencionará como referencia el método en cuanto a la relación con la asignatura que se encuentra.

Equipos y Materiales

El detalle de todos los instrumentos con los que se realizó la práctica sean estos manuales o sistemas operativos que el alumno utilizó.

Marco Teórico

Abarca todo lo teórico dentro de la realización de la práctica propuesta, indica los fundamentos y descripción de temas.

Desarrollo

En la práctica se detalla todos los pasos a seguir, el manejo correcto de los materiales de estudio y el uso de equipos para el trabajo.

Resultados

En esta parte se detalla cálculo y formulas a trabajar, se menciona los pasos utilizados en la experimentación del alumno.

Actividades

El alumno muestra los conocimientos adquiridos durante la práctica, de esta manera se imparten el uso de datos matemáticos, resultados, gráficos, para su comprensión.

Conclusiones y Recomendaciones

El alumno dará a conocer sus conclusiones con sus propias palabras sobre todo lo expuesto y trabajado en la práctica, se deduce que en base a las conclusiones impartidas por el alumno se puede notar el cumplimiento del objetivo propuesto.

Preguntas

En la parte final de la guía se tiene las preguntas emitidas por parte del docente como parte del cumplimiento de enseñanza experimentada en la práctica, se tiene como análisis el marco teórico para el conocimiento del alumno.

10.4 Comprobación De Hipótesis

El análisis de resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes de la carrera de Ingeniería industrial, ha reflejado un resultado favorable en cuanto al diseño de un prototipo de un sistema de automatización para una célula de producción como apoyo al proceso de enseñanza práctica en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que complemente los contenidos teóricos correspondientes a las asignaturas de: Investigación de Operaciones I y II, Administración de la Producción



10.5 Guía De Prácticas

PRÁCTICA 1

Ciclo Académico	Código de la Asignatura	Nombre de la Asignatura
-----	-----	Administración de la producción

Práctica No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Duración (Horas)
01	ASIGNACIÓN PARÁMETROS BASE DE PLANTA EMBOTELLADORA	4

1. INTRODUCCIÓN

ProModel es un software de simulación utilizado por empresas de todo el mundo para simular sus operaciones en la búsqueda de mejoras en la productividad, optimización de la producción, disminución de costos, etc., así como para la evaluación de ideas y diseños de nuevos sistemas (Loaiza, Sarmiento et al. 2015).

Con ProModel es posible simular sistemas que reflejen el impacto que a lo largo del tiempo tiene las estrategias productivas como: Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Sistemas de Empujar, Jalar, Logística, etc. Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, minimizar el número de unidades en servicio muerto, etc (Valdivia

Sánchez 2013).

Según (Curiche Aguilera 2015) Para construir el modelo se deben definir los siguientes componentes:

- Las entidades, que son las piezas que son procesadas.
- Los arribos, que determinan la frecuencia de llegada de las entidades al sistema.
- Las localizaciones, que representan lugares físicos donde las entidades son procesadas o esperan su turno para ser procesadas.
- Los procesos, que permiten definir la lógica de simulación, es decir, las operaciones que se realizan sobre la entidad y que toman lugar en una localización.
- Los recursos, que son mecanismos que requieren las entidades para completar una operación y pueden ser estáticos o dinámicos. Los estáticos llevan a cabo una tarea dentro de una localización y no poseen ruta de movimiento. Los dinámicos permiten transportar entidades entre localizaciones y se mueven a través de una red de rutas.
- Las rutas de movimiento, que son las rutas de transporte por las que se mueven los recursos dinámicos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la asignación de parámetros y simulación en una planta embotelladora

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar el comportamiento general del sistema
- Determinar el número de locaciones a evaluar
- Generar los resultados de la simulación a 1 hora

3. METODOLOGÍA Y/O MÉTODO

3.1 Para el desarrollo de la práctica de laboratorio es necesario consultar los siguientes tópicos:

- a) Caracterización de procesos
- b) Simulación de procesos

Simulation Options

Output Path: Browse...

Run Name:

Run Length
 Time Only Weekly Time Calendar Date
 Warmup Period

Warmup Time*:
Run Time*:
*Time units default to hours unless otherwise specified.

Clock Precision
0.001 Second Hour
 Minute Day

Output Reporting
 Standard Batch Mean Periodic

Interval Length:
Number of Replications:

Disable
 Animation Cost
 Array Export Time Series

At Start
 Pause Display Model Notes
 Trace Show Views Panel

General
 Adjust for Daylight Saving Time
 Generate Animation Script
 Common Random Numbers
 Skip Resource DTs if Off-shift
 Recompile Mappings

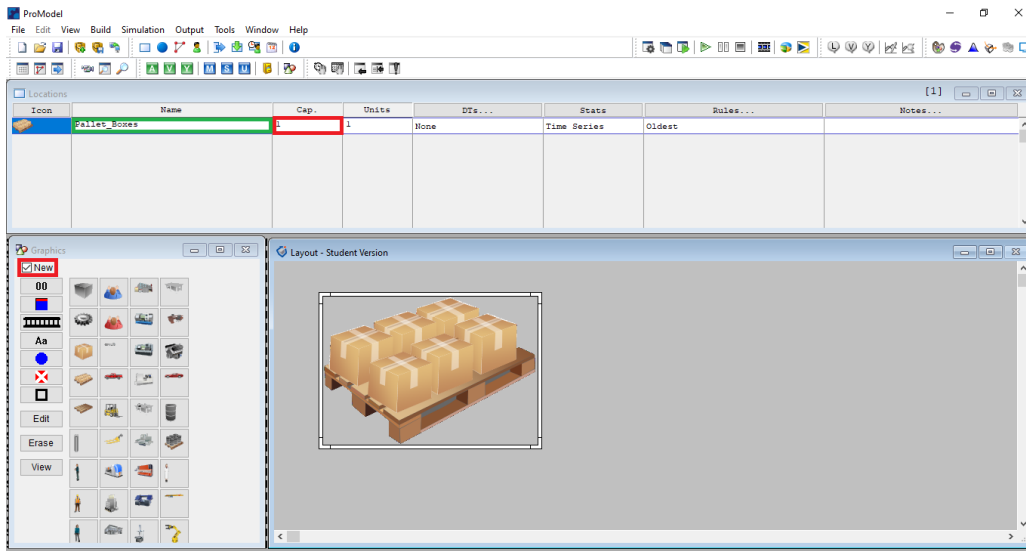
Output viewer(s) to launch
 Output Viewer
 Minitab

Run Cancel Help

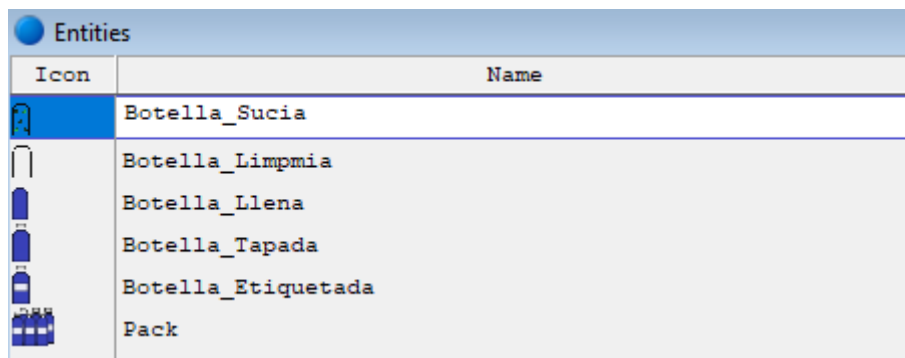
- Una vez instalado el programa, abrir y estructurar el proceso de embotellado con los siguientes parámetros en cada locación:

Locations			
Icon	Name	Cap.	Units
	Entrada	1000	1
	Salida	1000	1
	Limpieza	180	1
	Llenado	72	1
	Tapado	72	1
	Empaquetado	108	1
	Etiquetado	144	1

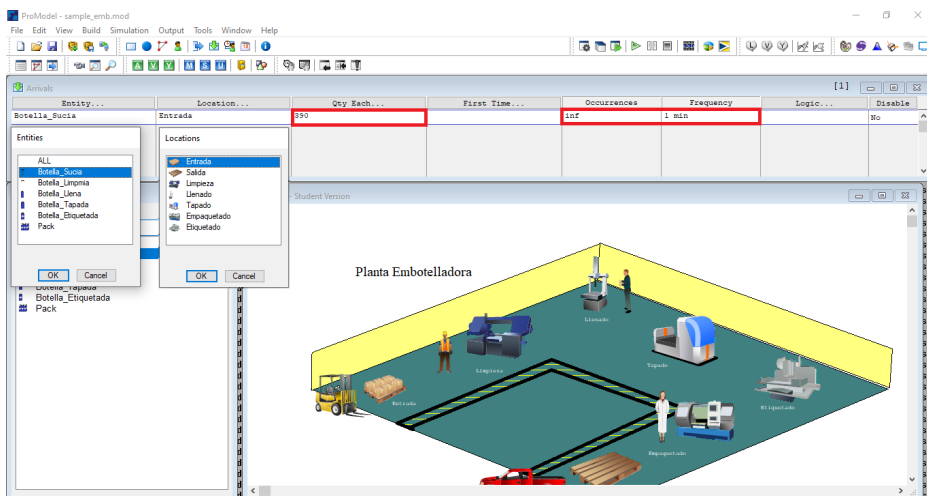
- En el menú Build (Construir) se debe seleccionar la opción Locations y aparecerá en pantalla: espacio de trabajo, ventana de gráficos y tabla de locaciones.



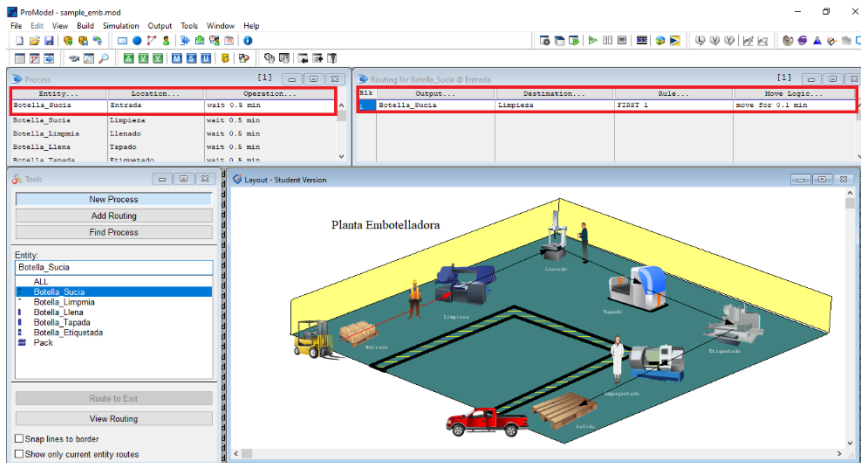
- Una vez levantado el proceso, se construyen las entidades



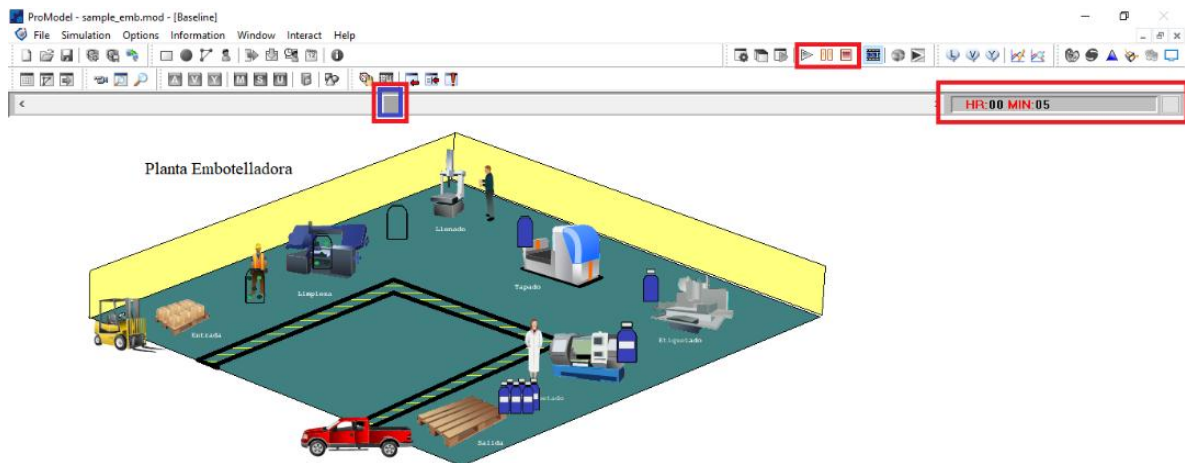
- A posterior se establecen los arribos



- - Finalmente se establecen los procesos



- Ponemos a correr el proceso simulado por una hora aumentando paulatinamente a velocidad de simulación



4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

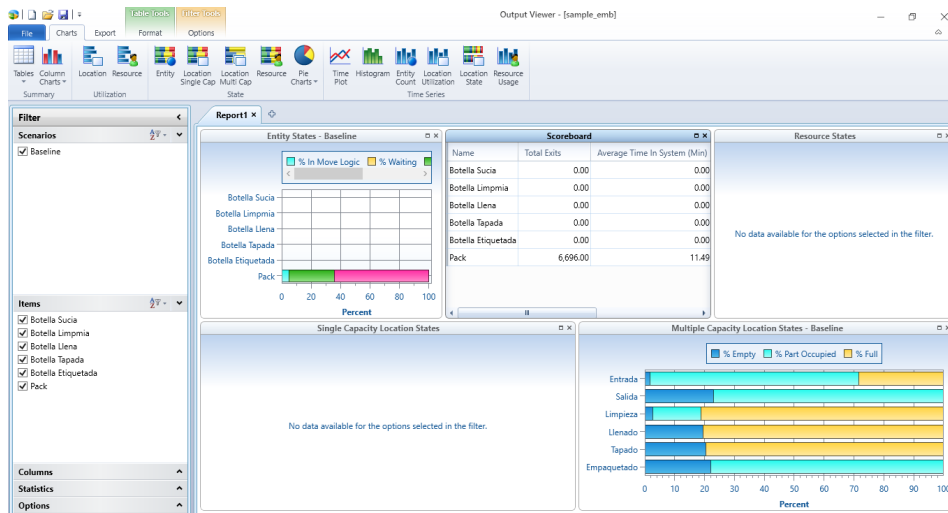
- Computador,
- Simulador ProModel
- Calculadora,

5. RESULTADOS

Actividades Formativas

- Tras simular por una hora detener la simulación con el botón de STOP cuando el

temporizador muestre la hora y minuto convenientes para el análisis. Posterior a esto aparecerá un cuadro de dialogo que confirmará si el usuario desea visualizar las estadísticas del proceso



i) Simulación

Presentar imágenes y comentarios que evidencien la realización de la parte de simulación.

iv) Tabulación de Resultados

Representar en una tabla los resultados obtenidos tras la simulación, en referencia a la capacidad empleada y producción luego de una hora de simulación

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar un comentario, sobre los resultados obtenidos, donde se realicen comparaciones y se discutan potenciales fuentes de error.

Actividades:

En la práctica presentada en este informe se detallan las siguientes actividades que se ha realizado para la experimentación del ejercicio:

- Determinación de locaciones
- Análisis y determinación de capacidades

- Establecimiento de arribos, entidades y procesos
- Simulación del proceso

Preguntas de análisis

¿En qué tipo de procesos considera aplicable este tipo de simulación?

.....
.....
.....

¿Cree que el no programar los arribos afecta el desempeño final de la simulación?

.....
.....
.....

¿Considera interactivo el interfaz 2D para simulación?

.....
.....

7. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que es posible simular procesos y enfocar propuestas de mejora de procesos a través de ProModel
- Se puede concluir que el correcto establecimiento de parámetros contribuye a una simulación acorde a parámetros reales
- Se puede concluir que la experiencia de la práctica fortalece los conocimientos adecuados para el proceso de enseñanza de la materia de Administración de la Producción.

8. RECOMENDACIONES

- Seguir los pasos para programar a célula
- Tener el equipo adecuado para la simulación

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cantú-González, J. R., et al. (2016). "Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional." *Revista Iberoamericana de producción académica y gestión educativa* 3(5): 1-21.
- Chi, R. I. G., et al. (2015). "Uso de la herramienta de software promodel como estrategia didáctica en el aprendizaje basado en competencias de simulación de procesos y servicios." *TECTZAPIC*(1).
- Cuesta Chávez, I. L. (2014). Estudio de un sistema orientador de tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
- González, C. D. and M. L. T. Vivas (2014). "COMPARACION DEL DESEMPEÑO DE LOS SIMULADORES ARENA® Y PROMODEL® EN UN MODELO DE PRODUCCIÓN." Mexico: Rockwell.
- Loaiza, M. E. B., et al. (2015). "Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane." *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento* 19(44): 133-144.
- Marmolejo, I. S. and J. M. Marín (2013). "PROMODEL: una herramienta al evaluar el rendimiento de la actividad industrial." *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering* 5(10): 232-250.
- Valdivia Sánchez, L. A. (2013). "Metodología para el modelamiento y simulación en Promodel: caso fabricación de pulpa de mango congelado."

10. ANEXOS

Incluir alguna información adicional que se considere necesaria. NO es obligatoria, solamente si es necesario.

11. INFORMACIÓN ADICIONAL

- a) Incluir como carátula, la hoja de portada que se adjunta al final de este documento.
- b) El trabajo se realizará en grupos de cuatro personas. La información que se incluya debe irse discutiendo en conjunto.
- c) Para realizar el trabajo basarse en el formato de este documento.
- d) Tipo de letra Times New Roman 12

- e) Espacio 1.5
- f) Márgenes Normales (2.54 cm a cada lado).
- g) Las imágenes que agregue deben estar correctamente numeradas y con su título.
- h) Adicionalmente, el archivo digital debe ser subido a Moodle en formato pdf y a Moodle en formato de Word, cual debe enviarlo un representante del grupo.

Para el nombre del archivo, tomar en cuenta el siguiente orden:

5A_CE_2021_Informe01_GrupoXX

Donde XX es el número de grupo.

Ejemplo: <5A_CE_2021_Informe01_Grupo01>

- i) NO COPIAR, este es un trabajo autónomo, por lo cual cualquier detección de copia será estrictamente penalizada.
- j) En la Hoja de Portada se encuentra detallada la Rúbrica para la Evaluación.
- k) Fecha de entrega impostergable

PRACTICA 2

Ciclo Académico	Código de la Asignatura	Nombre de la Asignatura
-----	-----	Administración de la producción

Práctica No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Duración (Horas)
02	ANALISIS DE CAPACIDADES	4

1. INTRODUCCIÓN

Por capacidad instalada se entiende como lo máximo que puede producir una planta en cierto tiempo determinado, utilizando plenamente sus recursos productivos (localización geográfica, materiales y edad de la planta) (Lemus, Cuevas et al. 2001).

La Capacidad instalada se define como el volumen de producción que puede obtenerse en un periodo determinado en una cierta rama de actividad. Cuando se proyecta añadir o reducir capacidad es preciso considerar muchas cuestiones; tres muy importantes son: conservar el equilibrio del sistema, la frecuencia de los aumentos de capacidad y el uso de capacidad externa.

2. OBJETIVOS**2.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el impacto de la modificación de capacidades en la célula productiva

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Modificar la capacidad de las estaciones de trabajo de la planta embotelladora
- Calcular la diferencia de unidades producidas con respecto a la primera práctica de laboratorio con el simulador ProModel
- Generar los resultados de la simulación a 1 hora

3. METODOLOGÍA Y/O MÉTODO

3.1 Para el desarrollo de la práctica de laboratorio es necesario consultar los siguientes tópicos:

- i) Análisis de capacidades
- j) Balanceo de líneas
- k) Modificación de locaciones
- l) Determinación de entradas y salidas
- m) Determinación de arribos
- n) Instalar ProModel versión estudiantil en casa y leer el manual de usuario

Actividades Formativas

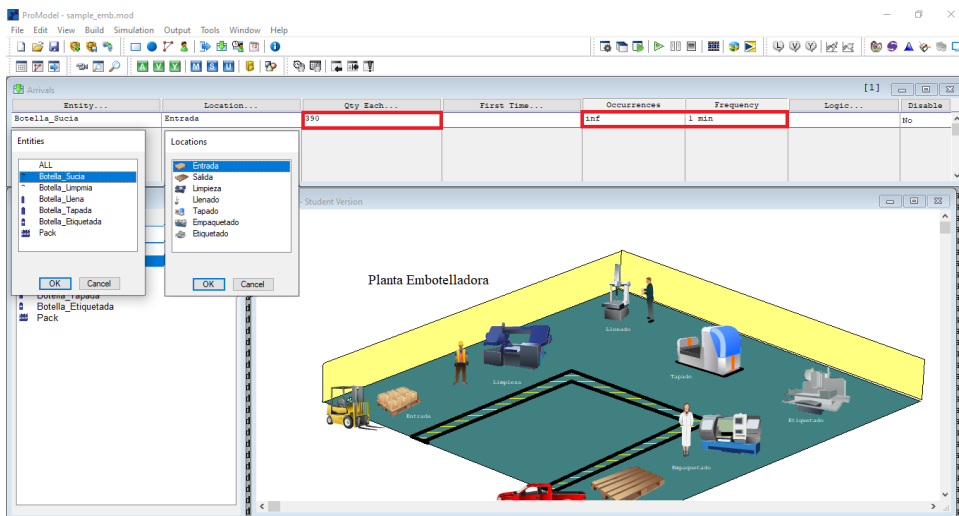
- Identificar el proceso
- Determinar los las locaciones entradas y salidas.
- Mediante el simulador ProModel establecer las nuevas capacidades de producción y arribo en cada locación
- Correr la simulación del programa
- Analizar las estadísticas del proceso simulado.

Desarrollo de la práctica

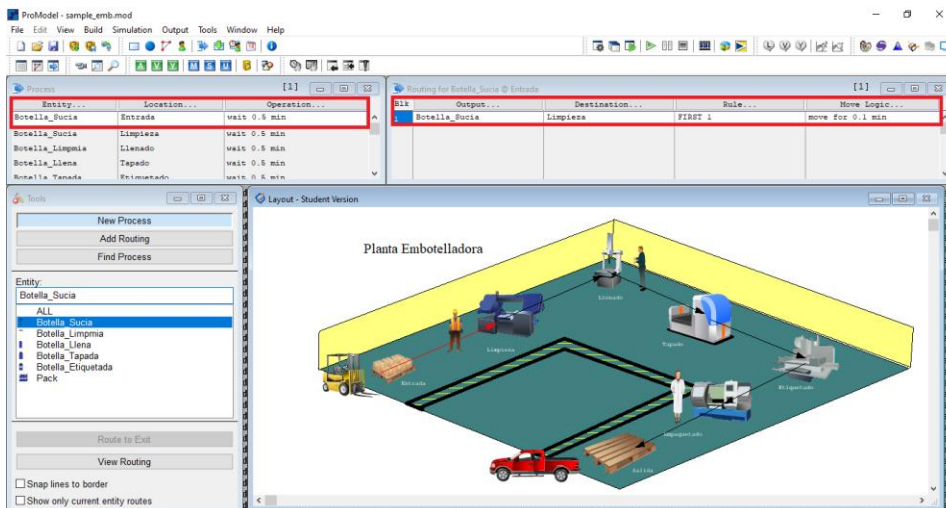
- En el modelo ya construido, sin variar mayormente los parámetros nos dirigimos a la ventana de Locaciones, y vamos a variar las capacidades de la planta de las originales programadas en la práctica 1.
- Una vez instalado el programa, abrir y estructurar el proceso de embotellado con los nuevos parámetros en cada locación:

Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...
	Entrada	300	1	None	Time Series	Oldest
	Salida	600	1	None	Time Series	Oldest
	Limpieza	350	1	None	Time Series	Oldest
	Llenado	85	1	None	Time Series	Oldest
	Tapado	85	1	None	Time Series	Oldest
	Empaquetado	140	1	None	Time Series	Oldest
	Etiquetado	350	1	None	Time Series	Oldest

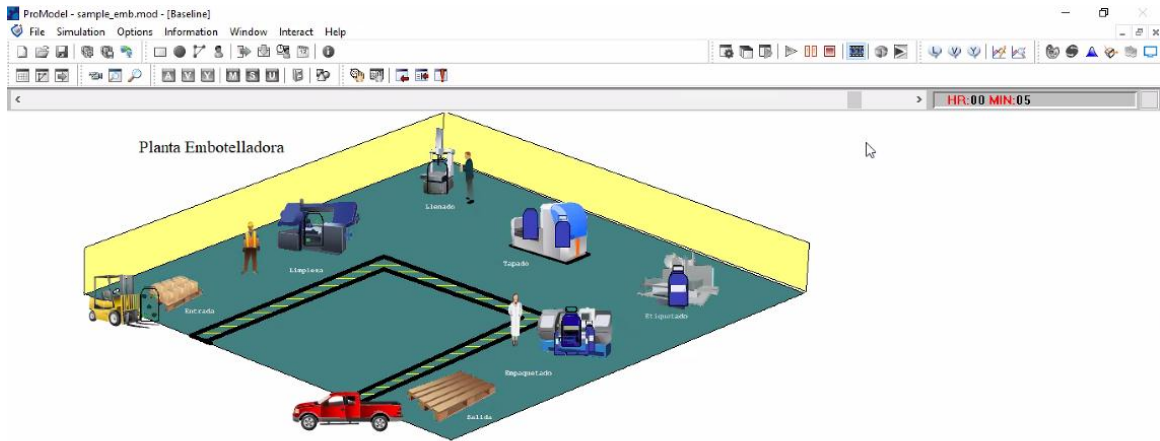
- Como no se va a modificar nada más se mantienen las entradas, salidas y arribos como se estableció originalmente.



- Finalmente se establecen los procesos



- Ponemos a correr el proceso simulado por una hora aumentando paulatinamente a velocidad de simulación



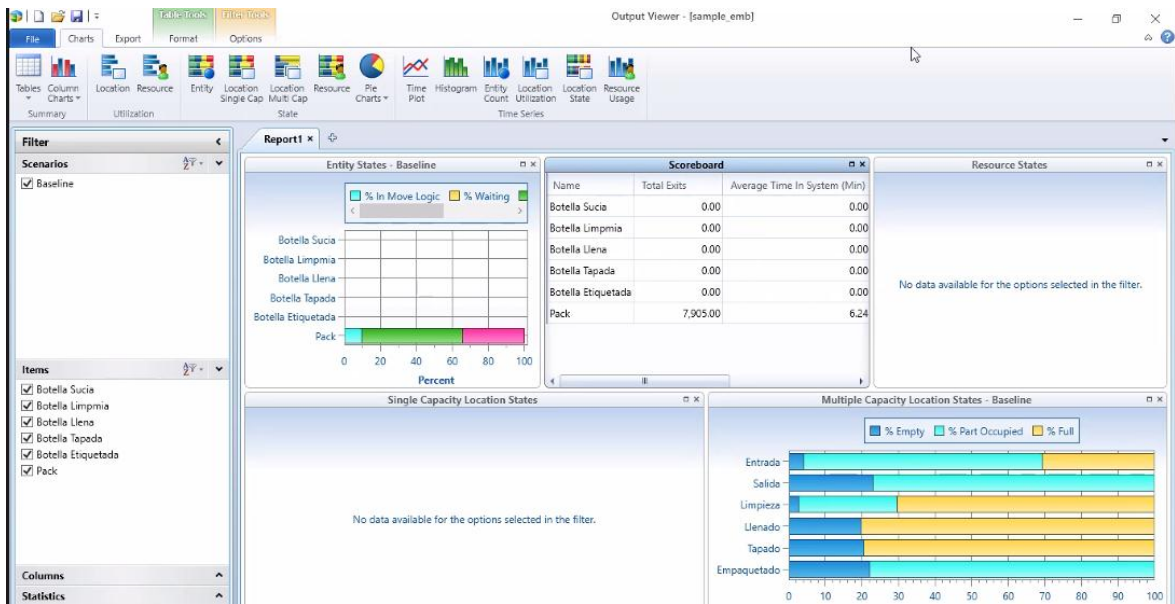
4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

- Computador,
- Simulador ProModel
- Calculadora,

5. RESULTADOS

Actividades Formativas

Tras simular por una hora detener la simulación con el botón de STOP cuando el temporizador muestre la hora y minuto convenientes para el análisis. Posterior a esto aparecerá un cuadro de dialogo que confirmará si el usuario desea visualizar las estadísticas del proceso



i) Simulación

Presentar imágenes y comentarios que evidencien la realización de la parte de simulación.

iv) Tabulación de Resultados

Representar en una tabla los resultados obtenidos tras la simulación, en referencia a la capacidad empleada y producción luego de una hora de simulación

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar un comentario, sobre los resultados obtenidos, donde se realicen comparaciones y se discutan potenciales fuentes de error.

Actividades:

En la práctica presentada en este informe se detallan las siguientes actividades que se ha realizado para la experimentación del ejercicio:

- Modificación de capacidades
- Establecimiento de arribos, entidades y procesos
- Simulación del proceso

Preguntas de análisis

¿En qué equipos tuvo mayor variación el % de utilización?

.....

¿Qué simulación arrojó resultados de mayor producción de unidades embotelladas?

.....

¿En cuál de los dos casos cree usted que la planta fue más eficiente?

.....

7. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que es la modificación de capacidades puede variar en menor o mayor escala el % de utilización de planta
- Se puede concluir que el correcto establecimiento de parámetros contribuye a una simulación acorde a parámetros reales
- Se puede concluir que las unidades producidas dependen del material inicial proporcionado y de las capacidades individuales de cada eslabón productivo.

8. RECOMENDACIONES

- Programar las capacidades acordes a la sugerencia
- Tener el equipo adecuado para la simulación
- Simular por el mismo período de tiempo para obtener resultados que puedan compararse.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Loaiza, M. E. B., et al. (2015). "Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane." Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando

el Conocimiento 19(44): 133-144.

Marmolejo, I. S. and J. M. Marín (2013). "PROMODEL: una herramienta al evaluar el rendimiento de la actividad industrial." Iberoamerican Journal of Industrial Engineering 5(10): 232-250.

Lemus, E. S., et al. (2001). Evaluación de la capacidad instalada de plantas de mezcla asfáltica en Colombia, Uniandes.

Ramos, G. P. (2003). "Capacidad Óptima De Plantas Industriales." Revista de Ingeniería (18): 148-155

10. ANEXOS

Incluir alguna información adicional que se considere necesaria. NO es obligatoria, solamente si es necesario.

11. INFORMACIÓN ADICIONAL

- l) Incluir como carátula, la hoja de portada que se adjunta al final de este documento.
- m) El trabajo se realizará en grupos de cuatro personas. La información que se incluya debe irse discutiendo en conjunto.
- n) Para realizar el trabajo basarse en el formato de este documento.
- o) Tipo de letra Times New Roman 12
- p) Espacio 1.5
- q) Márgenes Normales (2.54 cm a cada lado).
- r) Las imágenes que agregue deben estar correctamente numeradas y con su título.
- s) Adicionalmente, el archivo digital debe ser subido a Moodle en formato pdf y a Moodle en formato de Word, cual debe enviarlo un representante del grupo.

Para el nombre del archivo, tomar en cuenta el siguiente orden:

5A_CE_2021_Informe01_GrupoXX

Donde XX es el número de grupo.

Ejemplo: <5A_CE_2021_Informe01_Grupo01>

- t) NO COPIAR, este es un trabajo autónomo, por lo cual cualquier detección de copia será estrictamente penalizada.
- u) En la Hoja de Portada se encuentra detallada la Rúbrica para la Evaluación.
- v) Fecha de entrega impostergable

PRÁCTICA 3

Ciclo Académico	Código de la Asignatura	Nombre de la Asignatura
-----	-----	Administración de la producción

Práctica No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Duración (Horas)
03	INCREMENTO DE ESTACIONES PRODUCTIVAS EN PLANTA EMBOTELLADORA	4

1. INTRODUCCIÓN

La manufactura celular es una técnica de manufactura de distribución de las estaciones de trabajo para una secuencia óptima, que se traduce en ventajas operativas debido a que se

puede reducir el tiempo de ciclo de la operación (Álvarez 2006).

Según (Vilcarromero Ruiz 2017) Todos los bienes y servicios se realizan usando alguna de las siguientes variantes:

- a) Enfoque en el Proceso: Se refiere a instalaciones de la producción organizadas alrededor de los procesos para facilitar la producción de bajo volumen y alta variedad.
- b) Enfoque repetitivo: Se refiere a la línea de ensamble clásica y usa módulos.
- c) Enfoque en el producto: Este enfoque está basado en producir el producto en grandes cantidades y en poca variedad.
- d) Enfoque en la personalización masiva: Es la producción rápida y de bajo costo que atiende los cambios constantes en los deseos personales de los clientes. (Render and Heizer 2007)

Cuando se analizan y diseñan procesos de transformación de recursos en bienes y servicios, surgen preguntas como las siguientes:

- ¿El proceso está diseñado para lograr una ventaja competitiva en términos de diferenciación, respuesta o bajo costo?
- ¿El proceso elimina pasos que no agregan valor?
- ¿El proceso maximiza el valor para el cliente según lo percibe el cliente?
- ¿El proceso permitirá obtener pedidos?

Algunas herramientas nos ayudan a entender las complejidades del diseño y rediseño del proceso. Son formas sencillas de hacer que tenga sentido lo que sucede o debe suceder en un proceso.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la producción y utilización de planta en un sistema modular con equipos auxiliares

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar el comportamiento general del sistema

- Generar los resultados de la simulación a 1 hora
- Evaluar el impacto en la producción que tiene el añadir estaciones a dos de los eslabones productivos

3. METODOLOGÍA Y/O MÉTODO

3.1 Para el desarrollo de la práctica de laboratorio es necesario consultar los siguientes tópicos:

- o) Análisis de capacidades
- p) Manufactura celular
- q) Rediseño de proceso
- r) Ampliación de locaciones
- s) Determinación de entradas y salidas
- t) Determinación de arribos
- u) Instalar ProModel versión estudiantil en casa y leer el manual de usuario

Actividades Formativas

- Identificar el proceso
- Mediante el simulador ProModel establecer el número de unidades de producción en cada locación
- Correr la simulación del programa
- Analizar las estadísticas del proceso simulado.

Desarrollo de la práctica

- En el proceso ya realizado nos dirigimos a la ventana de “locaciones” y configuramos dos de las estaciones con una unidad adicional de igual capacidad, en este caso las unidades seleccionadas son las de LIMPEZA y EMPAQUETADO:

ProModel - sample_emb.mod

File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help

Icon	Name	Cap.	Units
	Entrada	200	1
	Salida	600	1
	Limpieza	350	2
	Limpieza.1	350	1
	Limpieza.2	350	1
	Llenado	85	1
	Tapado	85	1
	-	-	-

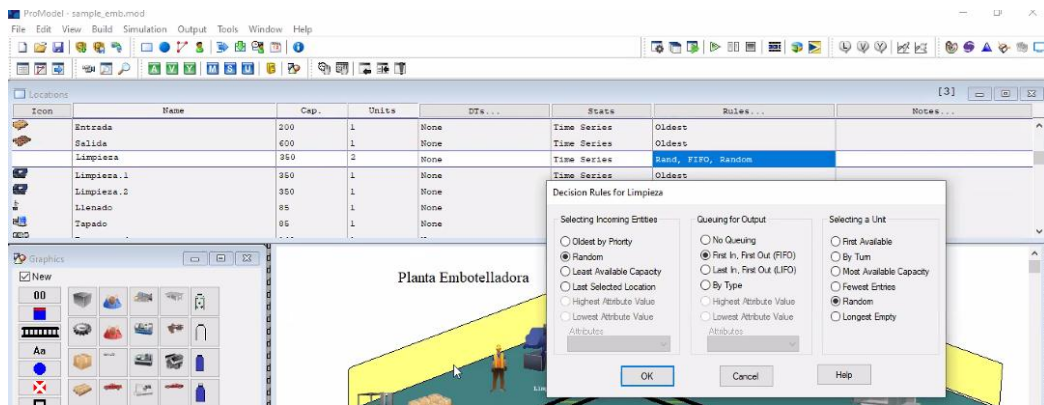
ProModel - sample_emb.mod

File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help

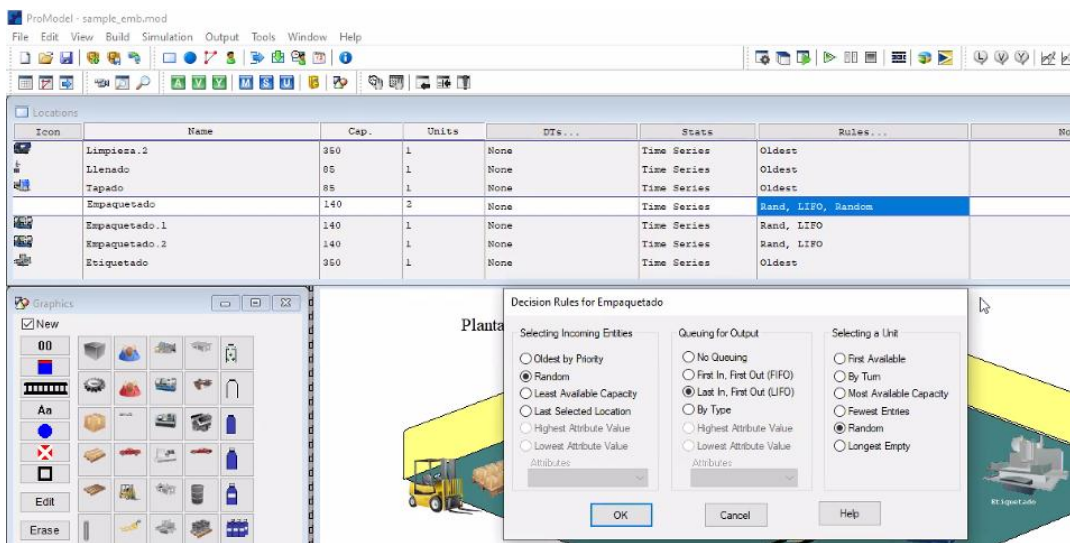
Icon	Name	Cap.	Units
	Limpieza.2	350	1
	Llenado	85	1
	Tapado	85	1
	Empaquetado	140	2
	Empaquetado.1	140	1
	Empaquetado.2	140	1
	Etiquetado	350	1

- En cada uno de los casos procedemos a configurar las reglas de decisión para entidades entrantes, filas de salida y selección de unidad.

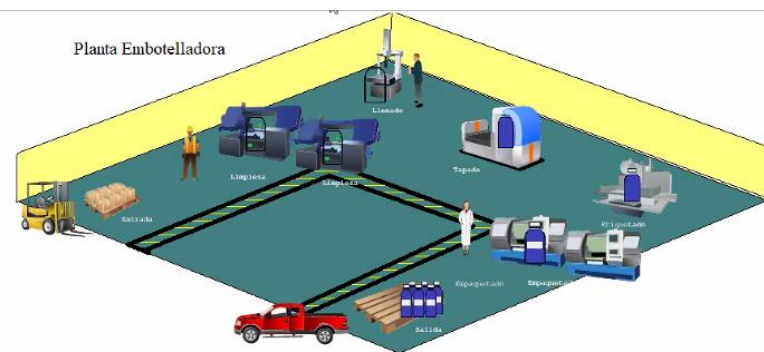
En el caso de los equipos de Limpieza



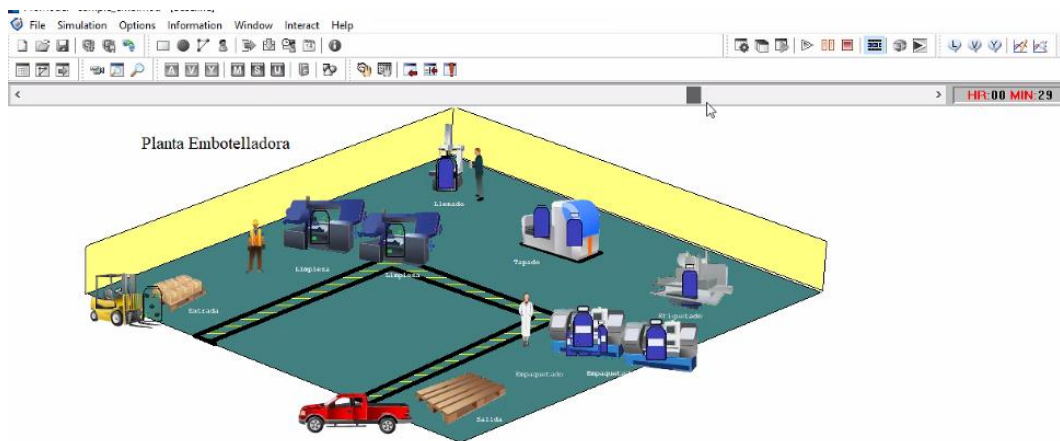
Y en el caso de la empaquetadora



- Se mantienen las entradas, arribos y los procesos tal y como estaban programados inicialmente



- Ponemos a correr el proceso simulado por una hora aumentando paulatinamente a velocidad de simulación



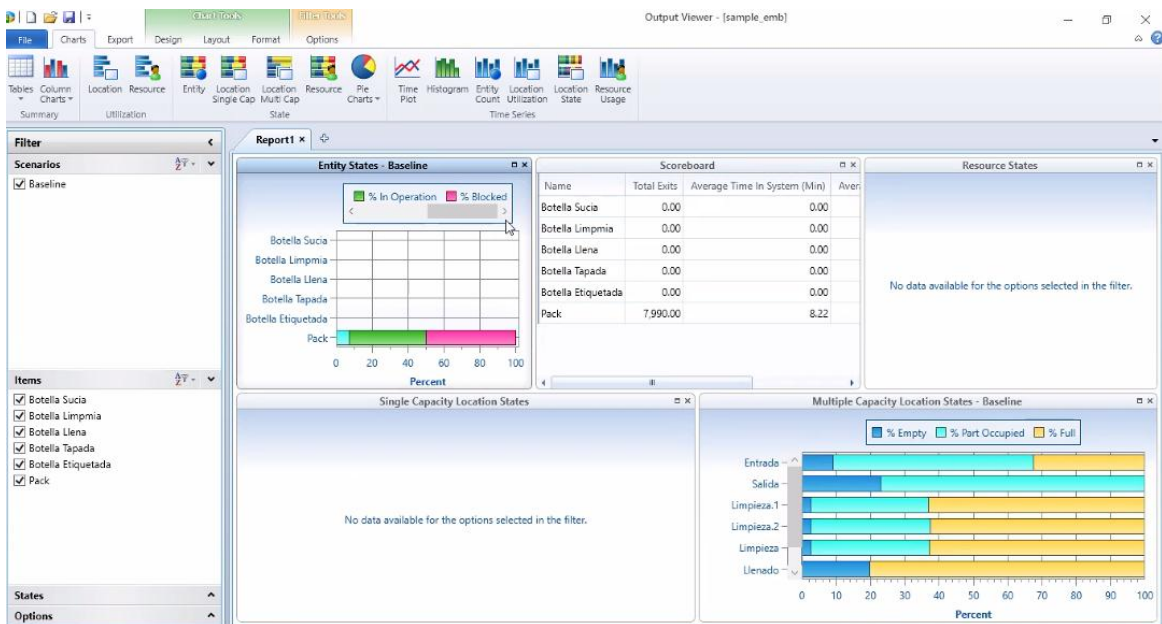
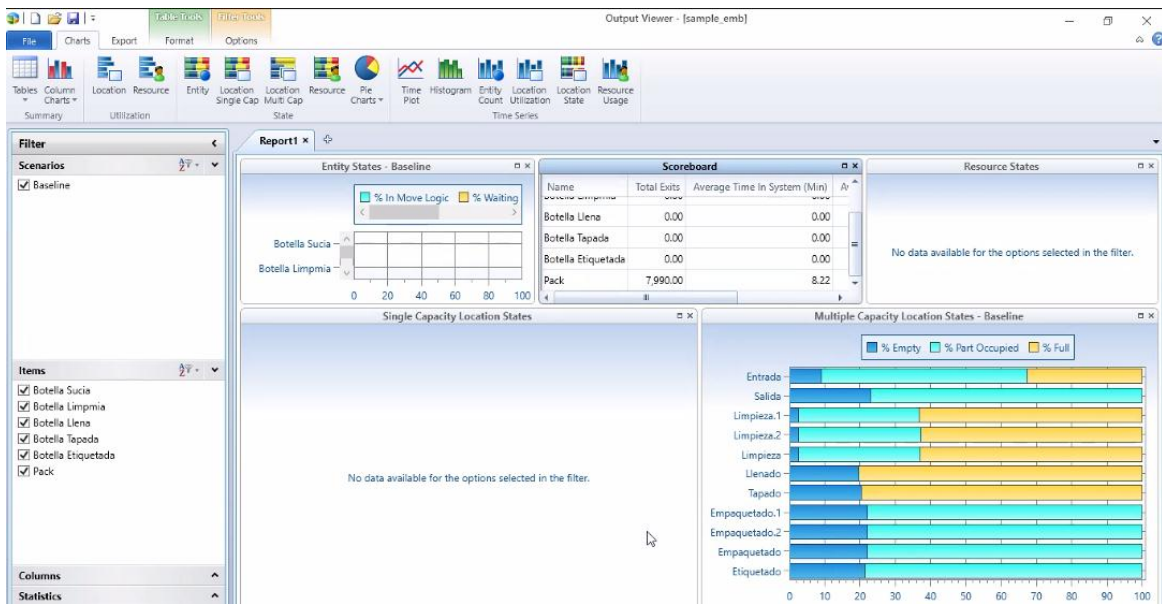
4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

- Computador,
- Simulador ProModel
- Calculadora,

5. RESULTADOS

Actividades Formativas

- Tras simular por una hora detener la simulación con el botón de STOP cuando el temporizador muestre la hora y minuto convenientes para el análisis. Posterior a esto aparecerá un cuadro de dialogo que confirmará si el usuario desea visualizar las estadísticas del proceso



Para efectos de visualización se ha hecho dos capturas, pues al añadir dos estaciones de trabajo se duplica también el cuadro de utilización y se añade uno de utilización global de estación.

i) Simulación

Presentar imágenes y comentarios que evidencien la realización de la parte de simulación.

iv) Tabulación de Resultados

Representar en una tabla los resultados obtenidos tras la simulación, en referencia a la capacidad empleada y producción luego de una hora de simulación

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar un comentario, sobre los resultados obtenidos, donde se realicen comparaciones y se discutan potenciales fuentes de error.

Actividades:

En la práctica presentada en este informe se detallan las siguientes actividades que se ha realizado para la experimentación del ejercicio:

- Determinación de locaciones
- Establecimiento de las reglas de decisión para entregadas, filas de salida y selección de unidad en cada estación duplicada
- Establecimiento de arribos, entidades y procesos
- Simulación del proceso
- Análisis de los resultados

Preguntas de análisis

¿Cuál de las locaciones considera usted que debía duplicarse? Justifique su respuesta

.....

¿En qué % ha variado la Utilización de cada locación en referencia a la práctica anterior?

.....

¿En cuántas unidades ha variado la producción en referencia a la práctica anterior?

.....

7. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que es posible simular procesos y modificar uno o más parámetro de una línea productiva con la finalidad de ver la alternativa más rentable a corto, mediano y largo plazo
- Se puede concluir que el añadir estaciones de trabajo permite modificar los % de utilización de planta
- Se puede concluir que las unidades producidas por hora varían independientemente de sus entradas, si, las estaciones de trabajo duplican su capacidad.

8. RECOMENDACIONES

- Seguir los pasos para programar a célula
- Configurar adecuadamente cada locación duplicada
- Tener el equipo adecuado para la simulación

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. G. C. (2006). "Un modelo de productividad y competitividad para la gestión de operaciones." *Mercados y Negocios* (2594-0163 línea, 1665-7039 impreso) (14): 61-78.
- Chi, R. I. G., et al. (2015). "Uso de la herramienta de software promodel como estrategia didáctica en el aprendizaje basado en competencias de simulación de procesos y servicios." *TECTZAPIC* (1).
- Fernández, I. and D. De la Fuente (2005). "Distribución en planta." Oviedo: Ediuno.
- Leyva, M., et al. (2013). "Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución." *Industrial Data* 16(2): 132-143.
- Loaiza, M. E. B., et al. (2015). "Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane." *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento* 19(44): 133-144.
- Render, B. and J. Heizer (2007). "Administración de la producción." México: Hugo Rivera Oliver.

Vilcarromero Ruiz, R. (2017). "Gestión de la Producción."

10. ANEXOS

Incluir alguna información adicional que se considere necesaria. NO es obligatoria, solamente si es necesario.

11. INFORMACIÓN ADICIONAL

- a) Incluir como carátula, la hoja de portada que se adjunta al final de este documento.
- b) El trabajo se realizará en grupos de cuatro personas. La información que se incluya debe irse discutiendo en conjunto.
- c) Para realizar el trabajo basarse en el formato de este documento.
- d) Tipo de letra Times New Roman 12
- e) Espacio 1.5
- f) Márgenes Normales (2.54 cm a cada lado).
- g) Las imágenes que agregue deben estar correctamente numeradas y con su título.
- h) Adicionalmente, el archivo digital debe ser subido a Moodle en formato pdf y a Moodle en formato de Word, cual debe enviarlo un representante del grupo.

Para el nombre del archivo, tomar en cuenta el siguiente orden:

5A_CE_2021_Informe01_GrupoXX

Donde XX es el número de grupo.

Ejemplo: <5A_CE_2021_Informe01_Grupo01>

- i) NO COPIAR, este es un trabajo autónomo, por lo cual cualquier detección de copia será estrictamente penalizada.
- j) En la Hoja de Portada se encuentra detallada la Rúbrica para la Evaluación.
- k) Fecha de entrega impostergable

PRÁCTICA 4

Ciclo Académico	Código de la Asignatura	Nombre de la Asignatura
-----	-----	Administración de la producción

Práctica No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Duración (Horas)
04	MODIFICACIÓN DE LAS ESPERAS EN OPERACIONES UNITARIAS	4

1. INTRODUCCIÓN

Componentes a parametrizar en ProModel

Según (Chi, Alvarez et al. 2015) en ProModel, todo se ajusta al paradigma de Locaciones, Entidades, Recursos, Llegadas y Proceso.

- **Locaciones (Locations):** Las locaciones representan lugares físicos fijos en el sistema donde ocurren las cosas. Las locaciones pueden ser objetos como máquinas, fila de espera, banda de transporte, un escritorio o una estación de trabajo.
- **Entidades (Entities):** Cosas que “se mueven a través” del modelo se llaman “entidades”. Algunos ejemplos incluyen piezas, productos, personas o documentos. Las entidades viajan de locación a locación, realizando actividades.
- **Llegadas (Arrivals):** Cuando una entidad aparece inicialmente en una locación en el modelo, se le llama llegada. Las llegadas pueden ocurrir de acuerdo al tiempo, o a alguna otra condición.

- Proceso (Processing): El proceso describe las operaciones que toman lugar cuando una entidad está en una locación, como la cantidad de tiempo que la entidad permanece ahí, los recursos que necesita para completar el proceso y cualquier otra cosa que sucede en la locación, incluyendo seleccionar el siguiente destino.
- Recursos (Resources): Un tipo de objeto que se utiliza por entidades o locaciones para realizar algún tipo de actividad, como un operario o un montacargas.
- Ejecución (Run Simulation): Esta acción permitirá ejecutar la simulación estableciendo el tiempo de proceso en las opciones de la Simulación.
- Salida (Output): Se muestran las estadísticas obtenidas por la simulación. Estas se deben presentar de manera gráfica, por locación, por entidad o promedios.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto de la modificación de esperas unitarias en el proceso de embotellamiento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Modificar los parámetros de espera en 3 de las estaciones
- Generar los resultados de la simulación a 1 hora
- Evaluar los cuadros de resultados tras modificar las esperas en 3 estaciones a dos de los eslabones productivos

3. METODOLOGÍA Y/O MÉTODO

3.1 Para el desarrollo de la práctica de laboratorio es necesario consultar los siguientes tópicos:

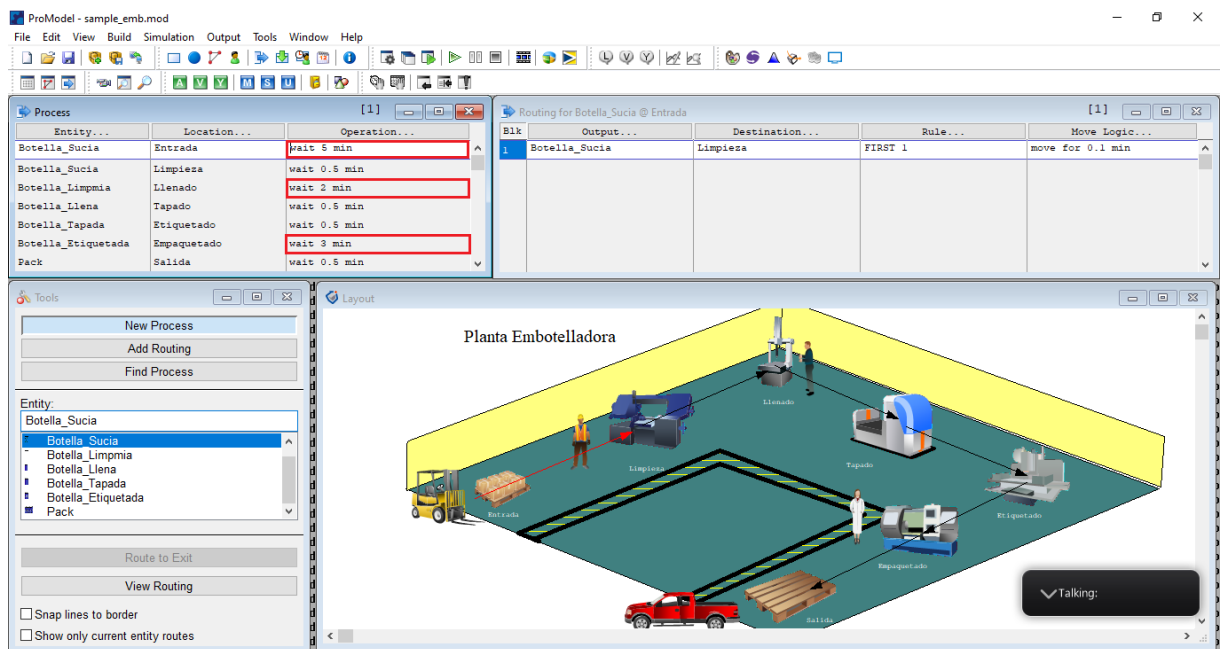
- a) Esperas
- b) Manufactura celular
- c) Rediseño de proceso
- d) Determinación de entradas y salidas
- e) Determinación de arribos
- f) Instalar ProModel versión estudiantil en casa y leer el manual de usuario

Actividades Formativas

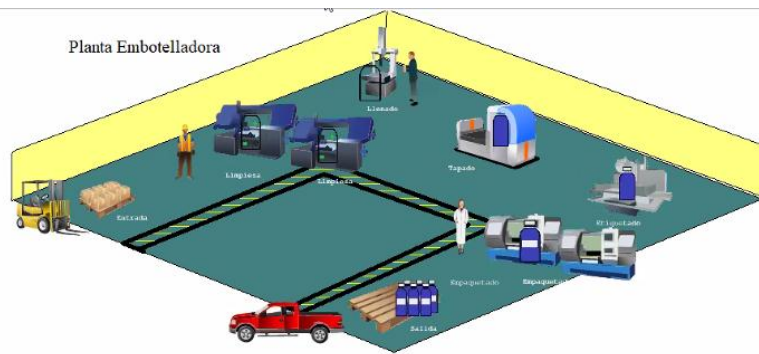
- Identificar el proceso
- Mediante el simulador ProModel establecer en cada locación las esperas.
- Correr la simulación del programa
- Analizar las estadísticas del proceso simulado.

Desarrollo de la práctica

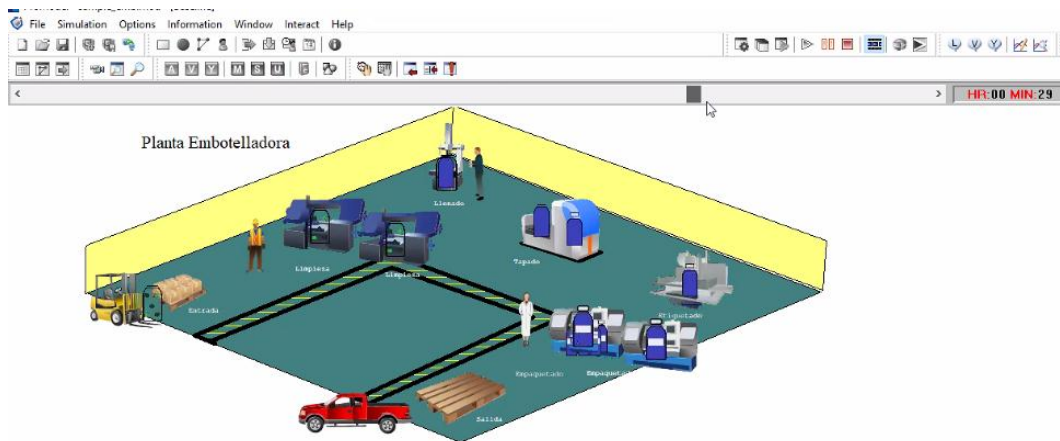
- En el proceso ya realizado nos dirigimos a la ventana de “Proceso” y configuramos tres de las estaciones con un tiempo de espera superior al establecido, en este caso las unidades seleccionadas son las de ENTRADA, LLENADO y EMPAQUETADO:



- Se mantienen las capacidades y esquema general tal y como estaban programados inicialmente



- Ponemos a correr el proceso simulado por una hora aumentando paulatinamente a velocidad de simulación



4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

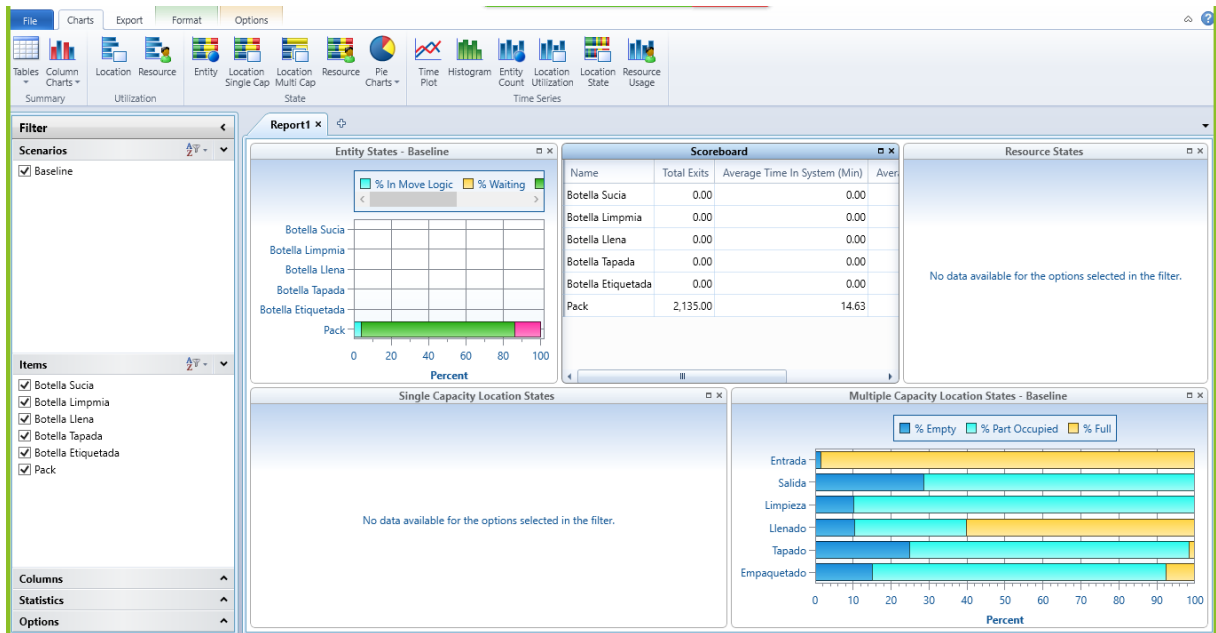
- Computador,
- Simulador ProModel
- Calculadora,

5. RESULTADOS

Actividades Formativas

- Tras simular por una hora detener la simulación con el botón de STOP cuando el temporizador muestre la hora y minuto convenientes para el análisis. Posterior a esto aparecerá un cuadro de dialogo que confirmará si el usuario desea visualizar las estadísticas

del proceso



i) Simulación

Presentar imágenes y comentarios que evidencien la realización de la parte de simulación.

ii) Tabulación de Resultados

Representar en una tabla los resultados obtenidos tras la simulación, en referencia a la capacidad empleada y producción luego de una hora de simulación

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar un comentario, sobre los resultados obtenidos, donde se realicen comparaciones y se discutan potenciales fuentes de error.

Actividades:

En la práctica presentada en este informe se detallan las siguientes actividades que se ha realizado para la experimentación del ejercicio:

- Determinación de las esperas en cada una de las locaciones
- Establecimiento de las reglas de decisión para entregadas, filas de salida y selección de unidad en cada estación duplicada

- Establecimiento de arribos, entidades y procesos
- Simulación del proceso
- Análisis de los resultados

Preguntas de análisis

¿Cuál de las locaciones fue la más afectada por la modificación? Justifique su respuesta

.....

.....

.....

¿En qué % ha variado la Utilización de cada locación en referencia a la práctica anterior?

.....

.....

.....

¿En cuántas unidades ha variado la producción en referencia a la práctica anterior?

.....

.....

.....

7. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que es posible simular procesos y modificar los parámetros de espera en una línea productiva con la finalidad de tomar decisiones que mejoren la productividad a mediano y largo plazo
- Se puede concluir que el aumento de tiempos de espera permite modificar los % de utilización de planta
- Se puede concluir que las unidades producidas por hora disminuyen en tanto las esperas en las locaciones incrementen.

8. RECOMENDACIONES

- Seguir los pasos para programar a célula
- Configurar adecuadamente cada locación duplicada

- Tener el equipo adecuado para la simulación

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, J. G. C. (2006). "Un modelo de productividad y competitividad para la gestión de operaciones." *Mercados y Negocios* (2594-0163 línea, 1665-7039 impreso) (14): 61-78.

Chi, R. I. G., et al. (2015). "Uso de la herramienta de software promodel como estrategia didáctica en el aprendizaje basado en competencias de simulación de procesos y servicios." *TECTZAPIC* (1).

Leyva, M., et al. (2013). "Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución." *Industrial Data* 16(2): 132-143.

Loaiza, M. E. B., et al. (2015). "Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane." *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento* 19(44): 133-144.

Render, B. and J. Heizer (2007). "Administración de la producción." México: Hugo Rivera Oliver.

10. ANEXOS

Incluir alguna información adicional que se considere necesaria. NO es obligatoria, solamente si es necesario.

11. INFORMACIÓN ADICIONAL

- a) Incluir como carátula, la hoja de portada que se adjunta al final de este documento.
- b) El trabajo se realizará en grupos de cuatro personas. La información que se incluya debe irse discutiendo en conjunto.
- c) Para realizar el trabajo basarse en el formato de este documento.
- d) Tipo de letra Times New Roman 12
- e) Espacio 1.5
- f) Márgenes Normales (2.54 cm a cada lado).
- g) Las imágenes que agregue deben estar correctamente numeradas y con su título.
- h) Adicionalmente, el archivo digital debe ser subido a Moodle en formato pdf y a Moodle en formato de Word, cual debe enviarlo un representante del grupo.

Para el nombre del archivo, tomar en cuenta el siguiente orden:

5A_CE_2021_Informe01_GrupaXX

Donde XX es el número de grupo.

Ejemplo: <5A_CE_2021_Informe01_Grupa01>

- i) NO COPIAR, este es un trabajo autónomo, por lo cual cualquier detección de copia será estrictamente penalizada.
- j) En la Hoja de Portada se encuentra detallada la Rúbrica para la Evaluación.
- k) Fecha de entrega impostergable

PRÁCTICA 5

Ciclo Académico	Código de la Asignatura	Nombre de la Asignatura
-----	-----	Administración de la producción

Práctica No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Duración (Horas)
05	MODIFICACIÓN DE LAS ESPERAS ENTRE LOCACIONES	4

1. INTRODUCCIÓN

Componentes a parametrizar en ProModel

Según (Chi, Alvarez et al. 2015) en ProModel, todo se ajusta al paradigma de Locaciones, Entidades, Recursos, Llegadas y Proceso.

- **Locaciones (Locations):** Las locaciones representan lugares físicos fijos en el sistema donde ocurren las cosas. Las locaciones pueden ser objetos como máquinas, fila de espera, banda de transporte, un escritorio o una estación de trabajo.
- **Entidades (Entities):** Cosas que “se mueven a través” del modelo se llaman “entidades”. Algunos ejemplos incluyen piezas, productos, personas o documentos. Las entidades viajan de locación a locación, realizando actividades.
- **Llegadas (Arrivals):** Cuando una entidad aparece inicialmente en una locación en el modelo, se le llama llegada. Las llegadas pueden ocurrir de acuerdo al tiempo, o a alguna otra condición.
- **Proceso (Processing):** El proceso describe las operaciones que toman lugar cuando una

entidad está en una locación, como la cantidad de tiempo que la entidad permanece ahí, los recursos que necesita para completar el proceso y cualquier otra cosa que sucede en la locación, incluyendo seleccionar el siguiente destino.

- Recursos (Resources): Un tipo de objeto que se utiliza por entidades o locaciones para realizar algún tipo de actividad, como un operario o un montacargas.
- Ejecución (Run Simulation): Esta acción permitirá ejecutar la simulación estableciendo el tiempo de proceso en las opciones de la Simulación.
- Salida (Output): Se muestran las estadísticas obtenidas por la simulación. Estas se pueden presentar de manera gráfica, por locación, por entidad o promedios.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto de la modificación de esperas entre locaciones en el proceso de embotellamiento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Modificar los parámetros de espera entre las estaciones productivas
- Generar los resultados de la simulación a 1 hora
- Evaluar los cuadros de resultados tras modificar las esperas entre estaciones productivas

3. METODOLOGÍA Y/O MÉTODO

3.1 Para el desarrollo de la práctica de laboratorio es necesario consultar los siguientes tópicos:

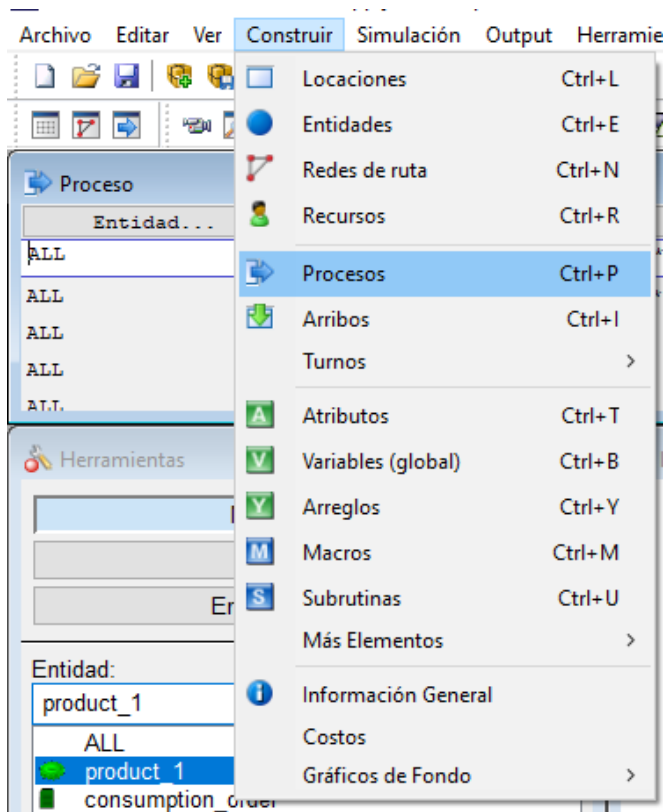
- a) Esperas
- b) Manufactura celular
- c) Rediseño de proceso
- d) Determinación de entradas y salidas
- e) Determinación de arribos
- f) Instalar ProModel versión estudiantil en casa y leer el manual de usuario

Actividades Formativas

- Identificar el proceso
- Mediante el simulador ProModel establecer en cada locación las esperas.
- Correr la simulación del programa
- Analizar las estadísticas del proceso simulado.

Desarrollo de la práctica

- En el proceso ya realizado nos dirigimos al menú “Construir” y seleccionamos la opción “Procesos”



Una vez desplegada la pantalla vamos modificando los tiempos de espera entre cada una de las estaciones.

Entre Limpieza y Llenado

ProModel - sample_emb.mod

File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help

Process [2]

Entity...	Location...	Operation...
Botella_Sucia	Entrada	wait 5 min
Botella_Sucia	Limpieza	wait 0.5 min
Botella_Limpia	Llenado	wait 2 min
Botella_Llena	Tapado	wait 0.5 min
Botella_Tapada	Etiquetado	wait 0.5 min
Botella_Etiquetada	Empaquetado	wait 3 min
Pack	Salida	wait 0.5 min

Routing for Botella_Sucia @ Limpieza [1]

Blok	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Botella_Limpia	Llenado	FIRST 1	move for 1 min

Tools

New Process
Add Routing
Find Process

Entity:
Botella_Sucia
Botella_Limpia
Botella_Llena
Botella_Tapada
Botella_Etiquetada
Pack

Route to Exit
View Routing

Snap lines to border
 Show only current entity routes

Layout

Planta Embotelladora

Talking: [button]

Entre Tapado y Etiquetado

ProModel - sample_emb.mod

File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help

Process [4]

Entity...	Location...	Operation...
Botella_Sucia	Entrada	wait 5 min
Botella_Sucia	Limpieza	wait 0.5 min
Botella_Limpia	Llenado	wait 2 min
Botella_Llena	Tapado	wait 0.5 min
Botella_Tapada	Etiquetado	wait 0.5 min
Botella_Etiquetada	Empaquetado	wait 3 min
Pack	Salida	wait 0.5 min

Routing for Botella_Llena @ Tapado [1]

Blok	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Botella_Tapada	Etiquetado	FIRST 1	move for 0.5 min

Tools

New Process
Add Routing
Find Process

Entity:
Botella_Sucia
Botella_Limpia
Botella_Llena
Botella_Tapada
Botella_Etiquetada
Pack

Route to Exit
View Routing

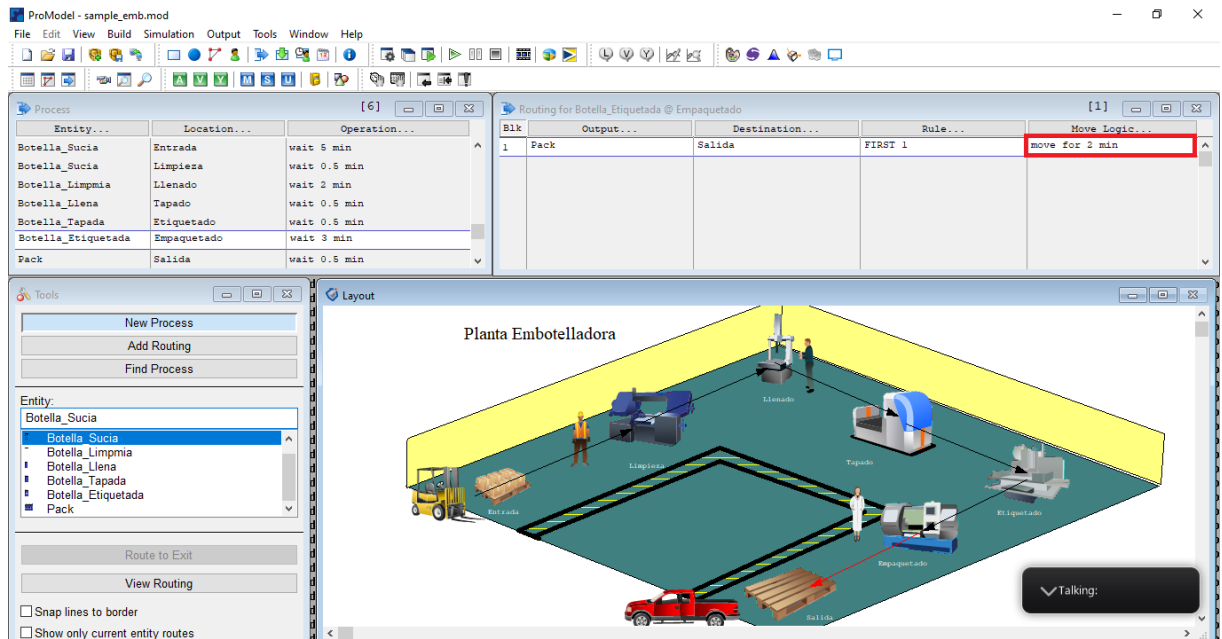
Snap lines to border
 Show only current entity routes

Layout

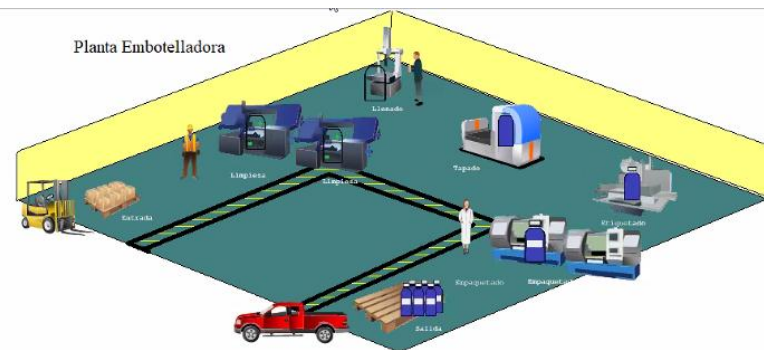
Planta Embotelladora

Talking: [button]

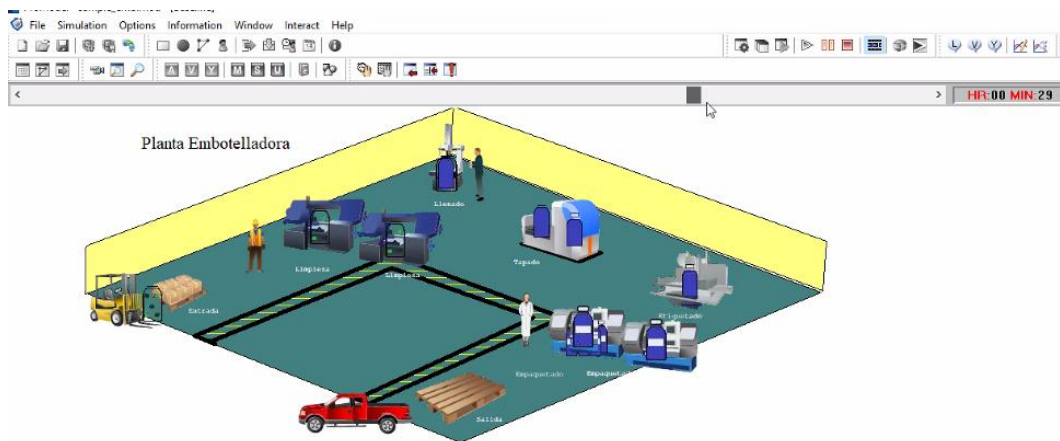
Entre Etiquetado y Salida



- Se mantienen las capacidades y esquema general tal y como estaban programados inicialmente



- Ponemos a correr el proceso simulado por una hora aumentando paulatinamente a velocidad de simulación



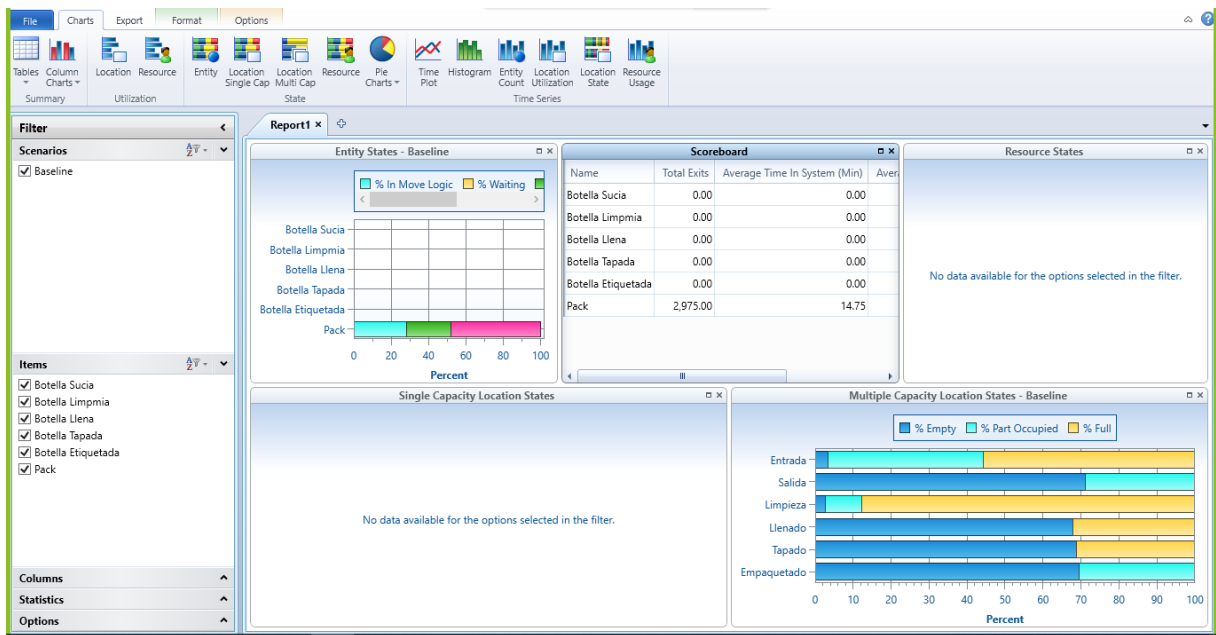
4. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

- Computador,
- Simulador ProModel
- Calculadora,

5. RESULTADOS

Actividades Formativas

- Tras simular por una hora detener la simulación con el botón de STOP cuando el temporizador muestre la hora y minuto convenientes para el análisis. Posterior a esto aparecerá un cuadro de dialogo que confirmará si el usuario desea visualizar las estadísticas del proceso



i) Simulación

Presentar imágenes y comentarios que evidencien la realización de la parte de simulación.

ii) Tabulación de Resultados

Representar en una tabla los resultados obtenidos tras la simulación, en referencia a la capacidad empleada y producción luego de una hora de simulación

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar un comentario, sobre los resultados obtenidos, donde se realicen comparaciones y se discutan potenciales fuentes de error.

Actividades:

En la práctica presentada en este informe se detallan las siguientes actividades que se ha realizado para la experimentación del ejercicio:

- Determinación de las esperas entre cada una de las locaciones
- Establecimiento de las reglas de decisión para entregadas, filas de salida y selección de unidad en cada estación duplicada
- Establecimiento de arribos, entidades y procesos

- Simulación del proceso
- Análisis de los resultados

Preguntas de análisis

¿Cuál de las locaciones se liberó de unidades en espera tras la modificación? Justifique su respuesta

.....

.....

.....

¿En qué % ha variado la Utilización de cada locación en referencia a la práctica anterior?

.....

.....

.....

¿En cuántas unidades ha variado la producción en referencia a la práctica anterior?

.....

.....

.....

7. CONCLUSIONES

- Se puede concluir que es posible simular procesos y modificar los parámetros de espera entre locaciones con la finalidad de tomar decisiones que mejoren la productividad a mediano y largo plazo
- Se puede concluir que el aumento de tiempos de espera permite modificar los % de utilización de planta
- Se puede concluir que las unidades producidas por hora disminuyen en tanto las esperas en las locaciones incrementen.

8. RECOMENDACIONES

- Seguir los pasos para programar a célula
- Configurar adecuadamente cada locación duplicada

- Tener el equipo adecuado para la simulación

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, J. G. C. (2006). "Un modelo de productividad y competitividad para la gestión de operaciones." *Mercados y Negocios* (2594-0163 línea, 1665-7039 impreso)(14): 61-78.

Chi, R. I. G., et al. (2015). "Uso de la herramienta de software promodel como estrategia didáctica en el aprendizaje basado en competencias de simulación de procesos y servicios." *TECTZAPIC*(1).

Leyva, M., et al. (2013). "Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución." *Industrial Data* 16(2): 132-143.

Loaiza, M. E. B., et al. (2015). "Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane." *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento* 19(44): 133-144.

Render, B. and J. Heizer (2007). "Administración de la producción." México: Hugo Rivera Oliver.

10. ANEXOS

Incluir alguna información adicional que se considere necesaria. NO es obligatoria, solamente si es necesario.

11. INFORMACIÓN ADICIONAL

- Incluir como carátula, la hoja de portada que se adjunta al final de este documento.
- El trabajo se realizará en grupos de cuatro personas. La información que se incluya debe irse discutiendo en conjunto.
- Para realizar el trabajo basarse en el formato de este documento.
- Tipo de letra Times New Roman 12
- Espacio 1.5
- Márgenes Normales (2.54 cm a cada lado).
- Las imágenes que agregue deben estar correctamente numeradas y con su título.
- Adicionalmente, el archivo digital debe ser subido a Moodle en formato pdf y a Moodle en formato de Word, cual debe enviarlo un representante del grupo.

Para el nombre del archivo, tomar en cuenta el siguiente orden:

5A_CE_2021_Informe01_GrupoXX

Donde XX es el número de grupo.

Ejemplo: <5A_CE_2021_Informe01_Grupo01>

- i) NO COPIAR, este es un trabajo autónomo, por lo cual cualquier detección de copia será estrictamente penalizada.
- j) En la Hoja de Portada se encuentra detallada la Rúbrica para la Evaluación.
- k) Fecha de entrega impostergable

Análisis e interpretación

La presente guía de prácticas permitirá al estudiante aprender a configurar el entorno virtual de simulación a través del programa ProModel de un proceso productivo de tipo repetitivo como es el de Embotellamiento de envases.

En la simulación de la práctica se pudo ingresar los datos correspondientes a diversos parámetros relacionados a la capacidad y número de unidades productivas, luego se obtuvo el rendimiento de cada proceso y se ha podido confirmar que la modificación de los parámetros bases pueden contribuir a disminuir e incrementar la eficacia global de proceso en función a la utilización de planta y las unidades producidas.

14. IMPACTOS

Técnicos

Mediante las simulaciones efectuadas se pueden modificar de manera digital una o varias condiciones de producción de diversos tipos de procesos, permitiendo mejorar los criterios de toma de decisión basados en evidencia.

Económicos

La simulación de procesos permite a largo plazo la optimización de recursos físicos en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial, pues al ser un entorno netamente digital, las opciones de simulación son diversas y no es necesario implementar nuevos y costosos equipos cuya depreciación hace que a largo plazo la inversión no sea beneficiosa, pues es complicado mantener un laboratorio en vanguardia con las tecnologías vigentes en la industria a nivel mundial.

Ambientales

El trabajar con entornos digitales permite evitar el uso de equipos que en algún momento de su vida útil han de ser desechados, convirtiéndose en basura digital, o desechos que contengan sustancias de alta peligrosidad.

Sociales

La facilidad de uso del entorno de simulación hace accesible la educación en diversos niveles para los estudiantes de todo tipo de estrato, ya que sus requerimientos tecnológicos son básicos.

15. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 13. Presupuesto para el diseño del proyecto

Presupuesto del diseño del proyecto				
N o.	Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Investigación web	29 h	0,8	23,00
2	Impresiones	320	0,1	32,00
3	Alimentación	10	3,00	30,00
4	Viajes	3	10,00	30,00
5	Flash memory	1	11,00	11,00
Sub Total				126
Imprevistos 10%				12,6
Total				138,6

Fuente: Autor.

En la tabla anterior se detalla los gastos efectuados para el diseño del proyecto reflejando un total de \$ 138,6 correspondiente al desarrollo de la investigación realizada.

A continuación, se detalla el presupuesto para el desarrollo de la célula productiva, en donde se tomó en cuenta los requerimientos necesarios para su adquisición:

Tabla 14. Presupuesto para ejecución

Presupuesto Ejecución			
Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Escritorio	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Sillas	1	\$ 30,00	\$ 420,00

Computador	1	\$ 1500,00	\$ 1500,00
Impresora multi función	1	\$ 450,00	\$ 450,00
Licencia estudiantil ProModel	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Subtotal			\$ 3170,00
Imprevistos 10%			\$ 317,00
Total			\$ 3487,00
COSTO TOTAL			
Descripción	Valor Total	Porcentaje	Total
Diseño	\$ 138,60		
Ejecución	\$ 3487,00		
Inversión Total	\$ 3625,60		
Financiamiento			
Capital propio		100%	\$ 3625,60
Préstamos		0%	\$ -

Fuente: Autor.

Análisis e interpretación

En la tabla presentada podemos visualizar los implementos en los que se va adquirir de forma detallada para el presente proyecto, se ha establecido un presupuesto aproximado de \$3625,60 dólares americanos, mismos que han sido financiados por el autor en su totalidad, cabe recalcar que se ha incluido tanto costos tecnológicos como físicos para acercar al proyecto a su realidad.

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- A través de las encuestas realizadas se pudo identificar la factibilidad de levantamiento de una guía de prácticas para la Asignatura de Administración de la Producción que es una de las materias claves dentro del desarrollo del futuro profesional en la carrera de Ingeniería Industrial.
- El software ProModel fue seleccionado por ser uno de los más amigables con el usuario en cuanto al uso de la interfaz, además de proporcionar herramientas gráficas de diseño y análisis.
- La Célula productiva fue diseñada en base a un proceso de embotellado, ya que es un proceso repetitivo y de producción masiva donde la variación de parámetros será mayormente visible, además es un proceso con el que los estudiantes pueden familiarizarse con mayor facilidad que con otros más elaborados.
- Se ha diseñado una guía de prácticas que contiene 3 prácticas en donde el estudiante puede visualizar cada uno de los entornos productivos factibles en el caso del proceso en cuestión, lo que le permitirá proyectar datos y tomar decisiones en función a la factibilidad de cada una de las opciones.

Recomendaciones

- El uso de la guía de prácticas es un complemento académico que debe estar sujeto al acompañamiento del docente responsable de la cátedra.
- Incluir en el sílabo de la asignatura unas horas destinadas a la enseñanza de diseño de locaciones productivas a través de ProModel
- Adquirir licencias para los estudiantes para que ya sea en la institución educativa o vía remota puedan complementar su aprendizaje.

17- BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J. G. C. (2006). "Un modelo de productividad y competitividad para la gestión de operaciones." Mercados y Negocios (2594-0163 línea, 1665-7039 impreso)(14): 61-78.

Cantú-González, J. R., et al. (2016). "Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional." Revista Iberoamericana de producción académica y gestión educativa 3(5): 1-21.

Carro, R. (2014). "Investigación de operaciones en administración."

Chi, R. I. G., et al. (2015). "Uso de la herramienta de software promodel como estrategia didáctica en el aprendizaje basado en competencias de simulación de procesos y servicios." TECTZAPIC(1).

Coali, N. E., et al. (2018). Simulación del proceso de embotellado y embotellado de Cerveza Artesanal. XXI Concurso de Trabajos Estudiantiles (EST)-JAIIO 47 (CABA, 2018).

Contreras, A. V. (2003). "Modelo de gestión de operaciones para pymes innovadoras." Revista escuela de administración de negocios(47): 66-87.

Cuesta Chávez, I. L. (2014). Estudio de un sistema orientador de tapas para determinar tiempos de producción en el proceso de embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Curiche Aguilera, D. M. (2015). "Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico por medio de aprendizaje basado en problemas y aprendizaje colaborativo mediado por computador en alumnos de tercer año medio en la asignatura de filosofía en el Internado Nacional Barros Arana."

Fernández, I. and D. De la Fuente (2005). "Distribución en planta." Oviedo: Ediuno.

Garcés, M. and F. Rolando (2015). Comunicación OPC para optimizar el proceso de embotellado, envasado y etiquetado de botellas cilíndricas en el Laboratorio de Control de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

González, C. D. and M. L. T. Vivas (2014). "COMPARACION DEL DESEMPEÑO DE LOS SIMULADORES ARENA® Y PROMODEL® EN UN MODELO DE PRODUCCIÓN." Mexico: Rockwell.

Jácome Castro, A. F. (2015). Sistemas de empacado de botellas para mejorar el tiempo de almacenamiento en el proceso de embotellado en el laboratorio de automatización y control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Jaramillo Caliz, R. J. (2011). Aplicación de un proceso de mejora continua en un taller mecánico utilizando la técnica de manufactura celular.

Lemus, E. S., et al. (2001). Evaluación de la capacidad instalada de plantas de mezcla asfáltica en Colombia, Uniandes.

Leyva, M., et al. (2013). "Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución." Industrial Data **16**(2): 132-143.

Loaiza, M. E. B., et al. (2015). "Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane." Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento **19**(44): 133-144.

López, P., et al. (2008). "Estudio técnico." Recuperado El **13**.

Marmolejo, I. S. and J. M. Marín (2013). "PROMODEL: una herramienta al evaluar el rendimiento de la actividad industrial." Iberoamerican Journal of Industrial Engineering **5**(10): 232-250.

Medina, G. R., et al. (2002). "Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial." Revista de Ciencias Sociales (Ve) **8**(1): 135-156.

Mejia, H., et al. (2011). "Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución." Scientia et technica **3**(49): 63-68.

Paucar Gallo, E. D. (2014). Estudio de sistemas de lavado de botellas para la optimización de tiempos de producción en el proceso de embotellado en el Laboratorio de Automatización y Control de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Ramos, G. P. (2003). "Capacidad Óptima De Plantas Industriales." Revista de Ingeniería(18): 148-155.

Render, B. and J. Heizer (2007). "Administración de la producción." México: Hugo Rivera Oliver.

Valdivia Sánchez, L. A. (2013). "Metodología para el modelamiento y simulación en Promodel: caso fabricación de pulpa de mango congelado."

Vera Villavicencio, M. J. (2014). Análisis de los factores de riesgos en el proceso de embotellado en Ecuador Bottling Company, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de

Vilcarrero Ruiz, R. (2017). "Gestión de la Producción."

ANEXOS

Anexo A. Encuesta.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

La siguiente encuesta ayudará al desarrollo fundamental de los saberes académicos de nuestra carrera, gracias por su tiempo.

¿Cree Ud. necesario el fortalecimiento académico de su carrera, con el uso de software que permita la simulación interactiva de procesos?

Sí ()

No ()

¿Conoce Ud. ¿Algún programa relacionado a simulación de procesos industriales?

Sí ()

No ()

¿De las asignaturas enlistadas, señale la que a su criterio requiere de prácticas simuladas?

Ingeniería en Procesos Industriales ()

Administración de la Producción ()

Seguridad e Higiene Industrial ()

Investigación de Operaciones ()

Ingeniería en Mantenimiento ()

Control de la Calidad ()

Ingeniería en Métodos ()

Ingeniería económica ()

Control Industrial ()

¿Cree usted que la aplicación práctica por medios virtuales mejorará la comprensión de uno o varios temas del sílabo de las asignaturas citadas en la pregunta anterior?

Sí ()

No ()

¿Considera favorable la actualización de los sílabos de las asignaturas, incluyendo prácticas de casos reales o simulados?

Sí ()

No ()

¿Ante el contexto actual, considera usted que un entorno de simulación es el espacio propicio para complementar el conocimiento teórico adquirido?

Sí ()

No ()

¿Cuenta usted con los medios tecnológicos para la instalación de un software de simulación de procesos?

Sí ()

No ()

¿Considera usted que la simulación de procesos facilita la toma de decisiones en las industrias?

Sí ()

No ()

¿Desearía usted conocer sobre ProModel, sus características y aplicaciones en el mundo industrial?

Sí ()

No ()

Anexo B. Modelo de práctica.

PRÁCTICA N.

Ciclo Académico	Código de la Asignatura	Nombre de la Asignatura
-----	-----	Administración de la producción

Práctica No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Duración (Horas)
---	--- Colocar el nombre de la Práctica ---	---

12. INTRODUCCIÓN

----- En esta sección se debe contemplar todos los conceptos introductorios a la práctica a realizar -----

13. OBJETIVOS

13.1 OBJETIVO GENERAL

----- En función a la finalidad de la practica -----

13.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

----- En función a las actividades que se deben realizar para cumplir con el objetivo general -----

14. METODOLOGÍA Y/O MÉTODO

14.1 Para el desarrollo de la práctica de laboratorio es necesario consultar los siguientes tópicos:

----- colocar los temas a analizar -----

Actividades Formativas

----- se coloca de manera general los pasos que hay que realizar para dar cumplimiento a la práctica, con temáticas relacionadas a los tópicos consultados -----

Desarrollo de la práctica

----- se coloca de manera detallada los pasos que hay que realizar para dar cumplimiento a la práctica, con temáticas relacionadas a los tópicos consultados ----

15. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPO

----- se coloca el material y equipo a emplear -----

16. RESULTADOS

Actividades Formativas

----- colocar los pasos finales con las ventanas de resultados ----

i) Simulación

----- Presentar imágenes y comentarios que evidencien la realización de la parte de simulación. -----

iv) Tabulación de Resultados

----- Representar en una tabla los resultados obtenidos tras la simulación, en referencia a la capacidad empleada y producción luego de una hora de simulación -----

17. ANÁLISIS DE RESULTADOS

----- Realizar un comentario, sobre los resultados obtenidos, donde se realicen comparaciones y se discutan potenciales fuentes de error. -----

Actividades:

----- Se detallan las actividades complementarias que permitirán hacer el análisis de cada práctica -----

Preguntas de análisis

----- Se responderán a las inquietudes en función al desarrollo de la práctica y presentación de resultados -----

18. CONCLUSIONES

----- La redacción se enfocará a los hallazgos en función a los objetivos propuestos -----
-

19. RECOMENDACIONES

----- La redacción se enfocará a los hallazgos en función a los objetivos propuestos -----

20. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---- Detallar las fuentes físicas o digitales empleadas para el desarrollo de cada una de las prácticas -----

21. ANEXOS

Incluir alguna información adicional que se considere necesaria. NO es obligatoria, solamente si es necesario.

22. INFORMACIÓN ADICIONAL

- a) Incluir como carátula, la hoja de portada que se adjunta al final de este documento.
- b) El trabajo se realizará en grupos de cuatro personas. La información que se incluya debe irse discutiendo en conjunto.
- c) Para realizar el trabajo basarse en el formato de este documento.
- d) Tipo de letra Times New Roman 12
- e) Espacio 1.5
- f) Márgenes Normales (2.54 cm a cada lado).
- g) Las imágenes que agregue deben estar correctamente numeradas y con su título.
- h) Adicionalmente, el archivo digital debe ser subido a Moodle en formato pdf y a Moodle en formato de Word, cual debe enviarlo un representante del grupo.

Para el nombre del archivo, tomar en cuenta el siguiente orden:

5A_CE_2021_Informe01_GrupaXX

Donde XX es el número de grupo.

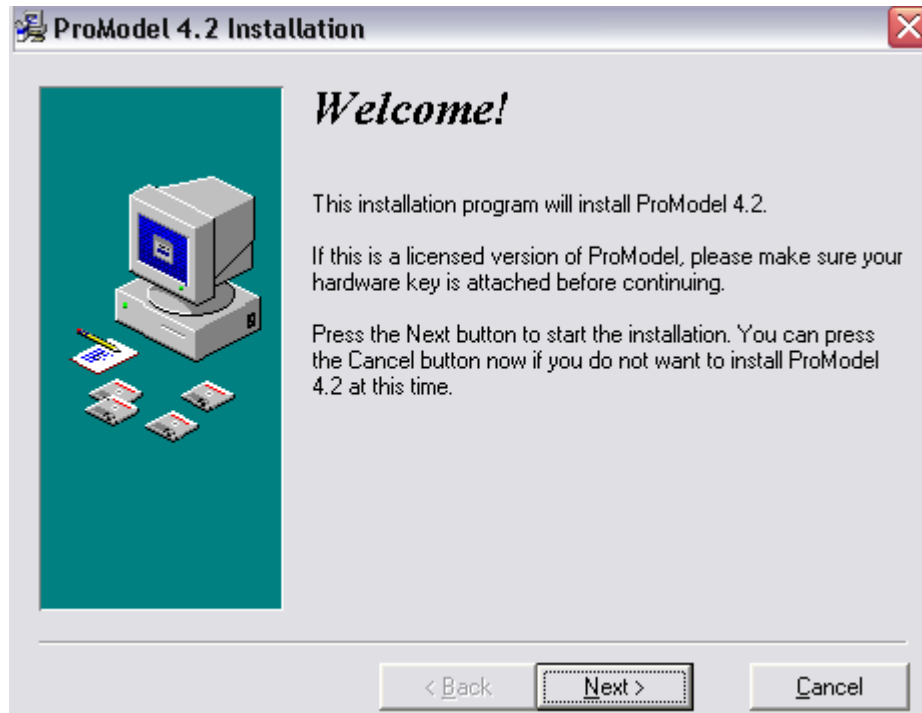
Ejemplo: <5A_CE_2021_Informe01_Grupa01>

- i) NO COPIAR, este es un trabajo autónomo, por lo cual cualquier detección de copia será estrictamente penalizada.
- j) En la Hoja de Portada se encuentra detallada la Rúbrica para la Evaluación.
- k) Fecha de entrega impostergable

Anexo C. Manual ProModel

II - COMO INSTALAR PROMODEL

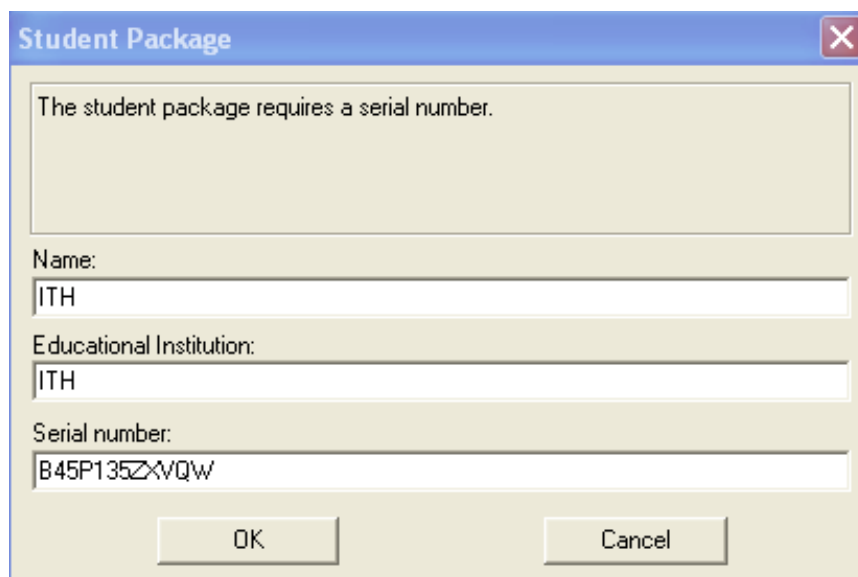
Para comenzar con la instalación del programa tenemos que correr el programa de instalación pmsetup.exe y a continuación se desplegará en pantalla el siguiente menú.



Esta pantalla es la de bienvenida, aquí solamente se menciona cual es la versión de promodel que se está instalando. Para cancelar la instalación solo es necesario presionar el botón Cancel; de lo contrario si queremos continuar con la instalación solo presionamos Next >.

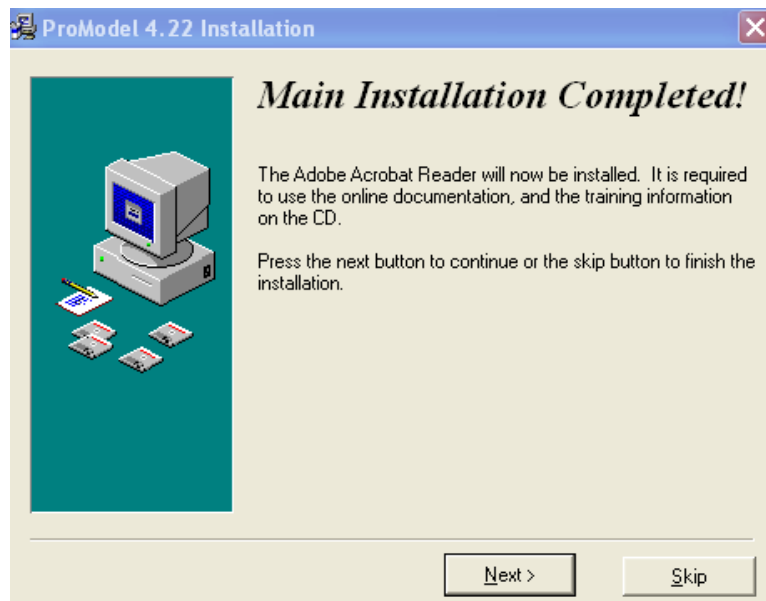


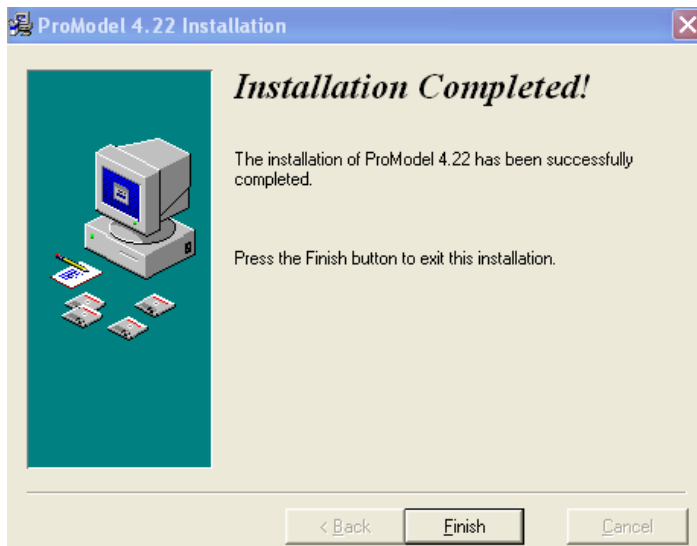
En esta pantalla se nos pide que seleccionemos que tipo de paquete es el que deseamos instalar en nuestra PC. Después de seleccionar *Student package*, solo presionamos el botón Next > para continuar con el proceso de instalación.



Cuando ya hemos seleccionado el tipo de paquete, lo que nos muestra la instalación es una breve descripción del mismo, así como del tipo de licencia.

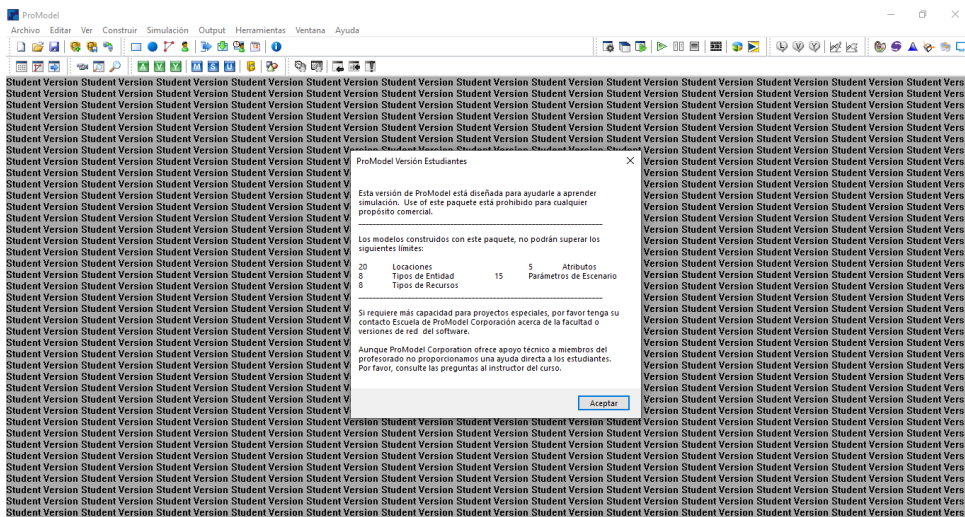
Después de introducir la información requerida, comienza la instalación, posteriormente aparece la siguiente ventana:





Aquí es muy importante seleccionar el botón *Skip*

La pantalla final muestra que la instalación ha sido completada con éxito.



Una vez instalado abrimos nuestro programa, aceptamos los términos que la versión estudiantil nos permite realizar.

Anexo D. Certificado de guía practica

Latacunga, 05 de marzo de 2020

Estimados miembros del tribunal

De mis consideraciones,

Por medio del presente documento, me dirijo a Uds. con la finalidad de informar, que tras la revisión pormenorizada de la guía de prácticas presentada por el Sr. Estudiante: CHÁVEZ ROJAS BRYAN MAURICIO, en su proyecto de titulación: **“PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA UNA CÉLULA DE PRODUCCIÓN COMO APOYO AL PROCESO DE ENSEÑANZA PRÁCTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, puedo certificar que las guías están vinculadas a temáticas relacionadas al silabo de la Asignatura de *“Administración de la Producción”* y su aplicación permitirá complementar los saberes teóricos adquiridos como parte del desarrollo de la cátedra.

Sin más que añadir, me suscribo de uds

Atentamente



Ing.-MSc. Raúl Andrango
CI: 1717526253