



Simulación de Eventos Discretos  
Profesional

Guía para el profesor  
LSIN1813

# Contenido

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Metodología del curso .....       | 3  |
| Temario .....                     | 4  |
| Recursos especiales .....         | 6  |
| Evaluación .....                  | 7  |
| Notas de enseñanza por tema ..... | 17 |

## Metodología del curso

### 1. Características del curso

- Tiene una competencia.
- Tiene tres evidencias, una para cada módulo. Las evidencias son individuales.
- Tiene tres módulos, en los que están distribuidos los 15 temas que integran el contenido del curso.
- Se desarrolla lo siguiente:
  - 3 evidencias
  - 15 actividades en clase
  - 12 tareas fuera del aula
  - 2 exámenes parciales o examen de medio término
  - Evaluación final, que puede ser examen final, proyecto, casos, entre otros.
  - Las tareas 4, 8 y 12, que se realizan en el último tema de cada módulo, deben estar orientadas a que los estudiantes puedan hacer una síntesis de los conceptos revisados durante las semanas anteriores de los temas estudiados.

### Actividades

Las actividades deben enviarse a través de la plataforma educativa en la fecha indicada.

### Modelo didáctico

Esta técnica se utiliza en aquellos cursos en los cuales se complementa la teoría con prácticas en laboratorio de computación o algún taller. El maestro guía a los alumnos en su aprendizaje a través de la explicación del tema y posteriormente realiza una actividad individual o colaborativa en el aula a través de algún software o mediante una serie de instrucciones para la realización de un ejercicio práctico que complemente los conceptos aprendidos.

En el curso se desarrollan tareas que complementan a la actividad, tanto las actividades como las tareas se conjuntan para que se desarrollen durante el curso tres evidencias que van a justificar la competencia declarada para el mismo.

Las actividades y las tareas pueden ser individuales o colaborativas, esto queda a criterio del profesor impartidor.

# Temario

Los temas que se abordarán en este curso de certificado son los siguientes:

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Tema 1.</b>  | <b>Líneas de espera</b>                               |
| 1.1             | Conceptos básicos de líneas de espera                 |
| 1.2             | Elementos de un modelo de líneas de espera            |
| <b>Tema 2.</b>  | <b>Modelos de líneas de espera</b>                    |
| 2.1             | Variables relevantes de un modelo de líneas de espera |
| 2.2             | Modelo matemático                                     |
| <b>Tema 3.</b>  | <b>Líneas de espera en situaciones reales</b>         |
| 3.1             | Aplicación de líneas de espera en situaciones reales  |
| <b>Tema 4.</b>  | <b>Conceptos básicos de simulación</b>                |
| 4.1             | Definición de simulación                              |
| 4.2             | Ventajas y desventajas de la simulación               |
| <b>Tema 5.</b>  | <b>Elementos de un modelo de simulación</b>           |
| 5.1             | Elementos de un modelo de simulación                  |
| <b>Tema 6.</b>  | <b>Números pseudoaleatorios</b>                       |
| 6.1             | Definición de números pseudoaleatorios                |
| 6.2             | Generación de números pseudoaleatorios                |
| <b>Tema 7.</b>  | <b>Pruebas de los números pseudoaleatorios</b>        |
| 7.1             | Pruebas de media, forma y varianza                    |
| 7.2             | Pruebas de corrida, póquer y huecos                   |
| <b>Tema 8.</b>  | <b>Probabilidad básica</b>                            |
| 8.1             | Variables aleatorias                                  |
| 8.2             | Distribuciones comunes de probabilidad                |
| <b>Tema 9.</b>  | <b>Determinación del tipo de distribución</b>         |
| 9.1             | Prueba Chi-cuadrada                                   |
| 9.2             | Prueba [Kolmogórov-Smirnov]                           |
| <b>Tema 10.</b> | <b>Generación de variables aleatorias</b>             |
| 10.1            | Método de la transformada inversa                     |
| 10.2            | Método de aceptación y rechazo                        |
| <b>Tema 11.</b> | <b>Verificación de los modelos de simulación</b>      |
| 11.1            | Simulaciones terminales                               |
| 11.2            | Simulaciones no terminales                            |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Tema 12.</b> | <b>Modelos de simulación</b>                                    |
| 12.1            | Aplicación de modelos de simulación                             |
| <b>Tema 13.</b> | <b>Lenguajes de simulación</b>                                  |
| 13.1            | Selección del lenguaje de simulación                            |
| 13.2            | Conceptos básicos del lenguaje GPSS                             |
| <b>Tema 14.</b> | <b>Construcción de modelos mediante lenguajes de simulación</b> |
| 14.1            | Elementos básicos de simuladores                                |
| 14.2            | Construcción de un modelo                                       |
| <b>Tema 15.</b> | <b>Aplicación de un lenguaje de simulación</b>                  |
| 15.1            | Solución de problemas reales mediante un lenguaje de simulación |

## Recursos especiales

| Requisitos especiales   | Especificación  | Temas en los que se usará |
|---|---|---------------------------|
| <b>Software</b>   | Tecnomatix Plant Simulation<br>La versión disponible en tu campus | Todos los temas           |
| <b>Laboratorio</b> (Gastronomía, Mecatrónica, Redes, Manufactura, Nutrición, Diseño, Electrónica) | Cómputo   |                           |

El libro de texto que deberán adquirir los participantes es el siguiente:

García, E., García, H., y Cárdenas, L. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con Promodel* (2ª ed.). México: Pearson.

ISBN: 9786973215114.

ISBN eBook: 9786073215015

El libro de apoyo es el siguiente:

Taha, H. (2017). *Investigación de Operaciones* (10ª ed.). México: Pearson.

ISBN: 978-607-32-41212.

ISBN eBook: 978-607-32-41205

## Evaluación

La evaluación del curso se estructura de la siguiente manera (semestral):

| Unidades      | Instrumento evaluador          | Puntos     |
|---------------|--------------------------------|------------|
| 15            | Actividades                    | 28         |
| 12            | Tareas                         | 12         |
| 3             | Evidencias                     | 20         |
| 1             | Primer examen parcial          | 10         |
| 1             | Segundo examen parcial         | 10         |
| 1             | Evaluación final: examen final | 20         |
| <b>Total:</b> |                                | <b>100</b> |

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Banner:

| Actividad             | Ponderación |
|-----------------------|-------------|
| Actividad 1           | 1           |
| Tarea 1               | 1           |
| Actividad 2           | 1           |
| Tarea 2               | 1           |
| Actividad 3           | 2           |
| Tarea 3               | 1           |
| Actividad 4           | 2           |
| Tarea 4               | 1           |
| Actividad 5           | 2           |
| Tarea 5               | -           |
| Evidencia 1           | 5           |
| Primer examen parcial | 10          |
| Actividad 6           | 2           |
| Tarea 6               | 1           |
| Actividad 7           | 2           |
| Tarea 7               | 1           |
| Actividad 8           | 2           |
| Tarea 8               | 1           |
| Actividad 9           | 2           |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| Tarea 9                | 1          |
| Actividad 10           | 2          |
| Tarea 10               | -          |
| Evidencia 2            | 7          |
| Segundo examen parcial | 10         |
| Actividad 11           | 2          |
| Tarea 11               | 1          |
| Actividad 12           | 2          |
| Tarea 12               | 1          |
| Actividad 13           | 2          |
| Tarea 13               | 1          |
| Actividad 14           | 2          |
| Tarea 14               | 1          |
| Actividad 15           | 2          |
| Tarea 15               | -          |
| Evidencia 3            | 8          |
| Examen final           | 20         |
| <b>TOTAL</b>           | <b>100</b> |

La evaluación del curso se estructura de la siguiente manera (tetramestral):

| Unidades      | Instrumento evaluador | Puntos     |
|---------------|-----------------------|------------|
| 6             | Actividades           | 30         |
| 4             | Tareas                | 30         |
| 2             | Evidencias            | 20         |
| 1             | Evaluación final      | 20         |
| <b>Total:</b> |                       | <b>100</b> |

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Banner:

| Actividad        | Ponderación |
|------------------|-------------|
| Actividad 1      | 5           |
| Tarea 1          | 7           |
| Actividad 2      | 5           |
| Tarea 2          | 7           |
| Actividad 3      | 5           |
| Actividad 4      | 5           |
| Tarea 3          | 7           |
| Actividad 5      | 5           |
| Evidencia 1      | 10          |
| Tarea 4          | 9           |
| Actividad 6      | 5           |
| Evidencia 2      | 10          |
| Evaluación final | 20          |
| <b>TOTAL</b>     | <b>100</b>  |

La evaluación del curso se estructura de la siguiente manera (Online):

| Unidades      | Instrumento evaluador | Puntos     |
|---------------|-----------------------|------------|
| 3             | Ejercicios            | 25         |
| 4             | Exámenes rápidos      | 28         |
| 2             | Evidencias            | 27         |
| 1             | Evaluación final      | 20         |
| <b>Total:</b> |                       | <b>100</b> |

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Banner:

| Actividad        | Ponderación |
|------------------|-------------|
| Ejercicio 1      | 5           |
| Ejercicio 2      | 10          |
| Examen semanal 1 | 7           |
| Evidencia 1      | 12          |
| Examen semanal 2 | 7           |
| Ejercicio 3      | 10          |
| Examen semanal 3 | 7           |
| Evidencia 2      | 15          |
| Examen semanal 4 | 7           |
| Evaluación final | 20          |
| <b>TOTAL</b>     | <b>100</b>  |

## Notas de enseñanza por tema

Antes de impartir el curso, por favor revisa de manera general los datos y conceptos proporcionados en el mismo, con el fin de detectar y, en su caso, poder actualizar y/o enriquecer previamente la información específica al tiempo en que se está impartiendo el curso.

Un aspecto de gran importancia en el desarrollo de los temas es tu involucramiento como facilitador para propiciar que la competencia del curso se cumpla. Además, debes preparar a los participantes para que vayan desarrollando propuestas de soluciones innovadoras a problemas actuales propios del área de estudio.

Enseguida puedes revisar las notas de enseñanza generales y por tema para este curso.

### Generalidades

Para la impartición de este curso se sugiere:

1. Revisar con tiempo la lista de entregables y la agenda en Banner para saber en qué temas y semanas se deben realizar las actividades.
2. Revisar los tutoriales de Canvas para conocer las mejores formas de mantener una comunicación constante y efectiva con los estudiantes, despejar dudas y motivarlos. Puedes ver un tutorial de la plataforma en esta liga:  
[https://www.youtube.com/watch?v=N\\_eDOLzwqil&list=PLxtBF8TpS7EOUGaZ2vemmf8rUc47dPIGW&index=24](https://www.youtube.com/watch?v=N_eDOLzwqil&list=PLxtBF8TpS7EOUGaZ2vemmf8rUc47dPIGW&index=24)
3. Revisar periódicamente el foro de dudas en Canvas para resolver las preguntas e inquietudes de los participantes acerca de las actividades y la evidencia.
4. Motivar al alumno a participar y realizar sus actividades a tiempo.
5. Proveer retroalimentación constante de las actividades que realizan los participantes.
6. Elaborar una agenda y subirla a la plataforma para que los participantes puedan visualizar de manera esquemática los temas y actividades que deberán revisar cada semana.
7. Recordar (opcionalmente) a los participantes acerca de las entregas de sus actividades por medio de la sección de Avisos de Canvas.
8. Enriquecer el curso con videos o lecturas adicionales.

**Nota:** Aunque el curso cuente con 15 tareas, solamente se evaluarán 12. Las tareas son ejercicios que le servirán al alumno para practicar y construir su aprendizaje. Como facilitador puedes solicitar las 15 o solamente las que crea más convenientes, recordando que 12 cuentan con puntaje de evaluación.

## Tema 1

### Objetivos:

- Identificar los elementos básicos de las líneas de espera.
- Comprender el proceso de nacimiento y muerte.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Mostrar a los alumnos al menos dos ejemplos de cómo calcular la probabilidad de llegadas utilizando distribución exponencial para que quede claro cómo identificar su uso.
- Mostrar a los alumnos al menos dos ejemplos de cómo calcular el tiempo de servicio utilizando distribución exponencial para que quede claro cómo identificar su uso.
- Mostrar a los alumnos al menos dos ejemplos de cómo calcular la probabilidad de llegadas utilizando la distribución de Poisson para que quede claro cómo identificar su uso.

### Notas para la actividad:

- Instalar software de simulación Tecnomatix Plant Simulation.
- Conocer las herramientas de simulación.
- Aplicar los conceptos aprendidos para la creación de una simulación.
- Desarrollar un sistema de producción.

## Tema 2

### Objetivos:

- Comprender el modelo generalizado de sistemas de líneas de espera basado en el proceso de nacimiento y muerte.
- Entender la aplicación de los modelos M/M/1.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Utilizar diagrama del proceso de nacimiento y muerte para explicar el estado estable de un sistema.
- Repasar la aplicación de la distribución de Poisson y distribución exponencial.
- Mostrar a los alumnos ejemplos con aplicación de las medidas de desempeño de un sistema.

### Notas para la actividad:

- Establecer los elementos básicos del programa.
- Generar la simulación del procesamiento de un producto.
- Establecer tiempos de operación en las estaciones de trabajo.
- Obtener estadísticos de las operaciones.

### Tema 3

#### Objetivos:

- Comprender la aplicación de los modelos de líneas de espera.
- Identificar las características de los modelos de sistemas de líneas de espera en cada ejemplo.

#### Notas para la enseñanza del tema:

- Mostrar al menos un ejemplo donde se utilicen las fórmulas de las medidas de desempeño para que quede claro cada concepto.
- Repasar con la ayuda de ejemplos cómo identificar el tipo de distribución en casos reales.

#### Notas para la actividad:

- Crear un sistema de producción con diferentes tiempos de operación.
- Generar fallas en cada una de las estaciones.
- Obtener los gráficos de operación de cada una de las estaciones.

### Tema 4

#### Objetivos:

- Entender los conceptos básicos de simulación.
- Conocer las ventajas y desventajas del uso de la simulación.

#### Notas para la enseñanza del tema:

- Mostrar a través de ejemplos de aplicación real de simulación de eventos discretos los elementos del sistema.
- Explicar cómo identificar los eventos de un sistema y las variables relevantes a estudiar.

#### Notas para la actividad:

- Crear un sistema de producción con diferentes tiempos de operación.
- Generar fallas.
- Obtener los gráficos de operación y estadísticos de cada una de las estaciones.
- Colocar un elemento de almacenamiento para optimizar la producción.
- Reiniciar la simulación y verificar que los resultados obtenidos se optimizaron a través de los gráficos y estadísticos.

## Tema 5

### Objetivos:

- Identificar los elementos de un modelo de simulación.
- Comprender los pasos para la construcción de un modelo de simulación.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar con dos ejemplos de situaciones reales la importancia de definir desde un principio los objetivos de un estudio de simulación.
- Mostrar con al menos dos ejemplos cómo definir los elementos de la simulación para que quede claro cada concepto.

### Notas para la actividad:

- Crear una simulación con un colaborador.
- Repartir la carga de trabajo entre dos operarios.

## Tema 6

### Objetivos:

- Entender la importancia de los números pseudoaleatorios.
- Aplicar los diferentes algoritmos de generación de números pseudoaleatorios.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar claramente las diferentes ecuaciones de los algoritmos de generación de números pseudoaleatorios.
- Proporcionar ejemplos de cálculos de números pseudoaleatorios haciendo usos de los diferentes algoritmos de generación.

### Notas para la actividad:

- Agregar estaciones y espacios de trabajo en el modelo.
- Designar servicios específicos a los espacios de trabajo.
- Designar transporte de productos.

## Tema 7

### Objetivos:

- Conocer las propiedades de los números pseudoaleatorios.
- Entender y aplicar las pruebas de media, forma, varianza, corrida, póquer y huecos.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar claramente qué tipo de pruebas se pueden utilizar para corroborar la independencia y uniformidad de los números pseudoaleatorios.
- Aclarar el procedimiento a seguir para el uso de cada tipo de prueba de números pseudoaleatorios.

### Notas para la actividad:

- Agregar estaciones y espacios de trabajo en el modelo.
- Asignar servicios específicos a los trabajadores.
- Designar trasportes específicos de los trabajadores.

## Tema 8

### Objetivos:

- Distinguir entre una variable aleatoria discreta y continua.
- Saber aplicar la distribución de probabilidad al tipo de variable aleatoria con la que se esté trabajando.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Puntualizar entre la diferencia de variable discreta y continua.
- Aplicar las fórmulas de función de distribución de probabilidad para asegurar que quede claro la diferencia entre ellas y el procedimiento para la resolución de problemas.

### Notas para la actividad:

- Designar los porcentajes de salida específicos.
- Designar un intervalo ajustable.
- Visualizar el reporte de las estaciones.

## Tema 9

### Objetivos:

- Asegurar la comprensión de la prueba de Chi-cuadrada para distribuciones de Poisson.
- Validar la distribución de Weibull mediante prueba de Kolmogórov-Smirnov.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Explicación sobre prueba de Chi-cuadrada y Kolmogórov-Smirnov.
- Revisar paso a paso la forma de validar las distribuciones de Poisson y Weibull con las pruebas vistas.

### Notas para la actividad:

- Designar intervalo ajustable.
- Programar las salidas.
- Iniciar la simulación y corroborar las salidas según lo programado.

## Tema 10

### Objetivos:

- Distinguir el procedimiento a seguir para los tipos de distribución en caso de uso del método de transformada inversa.
- Saber que, en caso de no poder usar el método de transformada inversa, se puede hacer uso del método de aceptación y rechazo.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Enfatizar en las diferentes distribuciones en las cuales puede aplicarse la transformada inversa.
- Proporcionar al alumno la cantidad de ejemplos necesarios para la comprensión del tema.

### Notas para la actividad:

- Crear un sistema de entrada y salida.
- Establecer una valla delimitadora.

## Tema 11

### Objetivos:

- Entender las diferencias entre simulaciones terminales y no terminales.
- Identificar los posibles casos que se pueden presentar en las simulaciones terminales y no terminales para la correcta aplicación de fórmulas en el cálculo de intervalos de confianza o longitud de réplica.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar claramente las diferentes ecuaciones de los algoritmos de generación de números pseudoaleatorios.
- Proporcionar ejemplos de cálculos de números pseudoaleatorios haciendo uso de los diferentes algoritmos de generación.

### Notas para la actividad:

- Crear un sistema de producción que contemple una banda transportadora y un brazo robótico.
- Agregar una estación de ensamble.
- Crear un nuevo producto.

## Tema 12

### Objetivos:

- Realizar una correcta relación lógico-matemática a la hora de desarrollar el modelo de simulación en hojas de cálculo.
- Definir el tamaño de réplica lo suficientemente grande para asegurar la estabilidad de los resultados finales.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Explicar detalladamente y con muchos ejemplos la relación lógico-matemática.
- Aclarar dudas en cuanto a las funciones usadas en Excel, donde pueden buscarlas y obtenerlas.

### Notas para la actividad:

- Crear dos líneas de producción.
- Establecer colaboradores específicos en cada línea.

## Tema 13

### Objetivos:

- Conocer los diferentes lenguajes de simulación que existen, tales como GPSS.
- Conocer las características de los lenguajes de simulación y criterios de selección.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Enfatizar en la evolución de los lenguajes de simulación, de preferencia elaborar una tabla comparativa para detallar nombres, fechas y funcionalidad.
- Aclarar todas las dudas que se puedan presentar sobre las instrucciones del lenguaje GPSS.
- Explicar las instrucciones del lenguaje GPSS.

### Notas para la actividad:

- Establecer un ambiente de trabajo industrial.
- Generar paredes y barandales.
- Crear una plataforma.

## Tema 14

### Objetivos:

- Conocer las aplicaciones de ProModel.
- Revisar cada una de las opciones del menú principal de ProModel.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Aprovechar el tiempo en el laboratorio para explicar todos los menús de ProModel.
- Ubicar las diferentes funciones de ProModel.
- Realizar un modelo de simulación en el laboratorio y despejar todas las dudas que puedan presentar los alumnos.

### Notas para la actividad:

- Crear estaciones de trabajo en dos niveles.
- Establecer colaboradores.
- Realizar la simulación de un sistema de producción en un ambiente industrial con dos niveles.

## Tema 15

### Objetivos:

- Conocer los menús de ProModel.
- Aprender la secuencia de pasos en el desarrollo del modelo de simulación.

### Notas para la enseñanza del tema:

- Realizar la explicación del uso de ProModel paso a paso.
- Reforzar los menús de ProModel y sus aplicaciones.

### Notas para la actividad:

- Generar una simulación que incluya contenedores y transportadores.
- Configurar los caminos de los transportadores.
- Iniciar la simulación que representa un ciclo automatizado de transporte.

## Evidencia

A continuación, se explicarán las evidencias (semestral):

### Avance de Evidencia 1

#### Evidencia 1:

Automatizar todos los procesos de manufactura en cada línea de trabajo con los elementos básicos de Tecnomatix Plant Simulation.

#### Instrucciones para realizar evidencia:

##### Descripción:

A continuación se presenta un ejercicio de los temas, el cual te permitirá reforzar el aprendizaje adquirido hasta este módulo. Calcula de forma ordenada y clara lo que se te pide. Recuerda incluir los elementos, su programación y las justificaciones necesarias, además de tu simulación en el software Tecnomatix y reporte sobre los pasos que realizaste y su programación.

##### Desarrollo:

Crear una serie de modelos de simulación siguiendo las instrucciones:

1. Crea un modelo y renómbralo como Planta1.
2. Incluye tres líneas de producción y que cada una tenga:
  - Cinco estaciones de trabajo.
  - Uso de operadores.
3. Incluye en alguna línea el uso de:
  - Entradas y salidas de la línea.
  - Simulación de fallas en las estaciones.
  - Un chart del desempeño de los procesos.
4. Agrega al final un ensamble donde se muestren los nombres de las entidades utilizadas.
5. Redacta una conclusión sobre el aprendizaje obtenido con esta actividad.

## Avance de Evidencia 2

### Evidencia 2:

Automatizar todos los procesos de manufactura en cada línea de trabajo con los elementos aprendidos en el módulo.

### Instrucciones para realizar evidencia:

#### Descripción:

A continuación se presenta un ejercicio de los temas, el cual te permitirá reforzar el aprendizaje adquirido hasta este módulo. Calcula de forma ordenada y clara lo que se te pide. Recuerda incluir los elementos, su programación y las justificaciones necesarias, además de tu simulación en el software Tecnomatix y reporte sobre los pasos que realizaste y su programación.

#### Desarrollo:

Crear una serie de modelos de simulación siguiendo las instrucciones:

1. Crea un "Frame" y renombrarlo como Planta1.
2. Incluye tres líneas de producción, y que cada una tenga:
  - Cinco estaciones de trabajo.
  - Uso de operadores.
  - Caminos para transitarse por los operadores.
3. Incluye en alguna línea el uso de:
  - Entradas y salidas de la línea.
  - Simulación de fallas en las estaciones.
  - Un elemento chart del desempeño de los procesos.
  - Displays.
  - Una estrategia de salida para la entrada al proceso en cada línea.
4. Agrega al final un ensamble donde se muestren los nombres de las entidades utilizadas.
5. Redacta una conclusión sobre el aprendizaje obtenido con esta actividad.

## Avance de Evidencia 3

### Evidencia 3:

Automatizar todos los procesos de manufactura en cada línea de trabajo, de forma integral.

### Instrucciones para realizar evidencia:

#### Descripción:

A continuación se presenta un ejercicio para su análisis sobre el diseño de celdas de manufactura, el cual te permitirá reforzar el aprendizaje adquirido en este curso. Calcula de forma ordenada y clara lo que se te pide. Recuerda incluir las operaciones y justificaciones necesarias, además de tu simulación en el software Tecnomatix y reporte sobre los pasos que realizaste y su programación.

#### Desarrollo:

Una fábrica de componentes mecánicos tiene una lista de productos básica (**ver tabla 1**) que son elaborados en una línea de producción funcional, según se muestra en la **figura 1**.

El dueño de la empresa está por firmar un contrato de venta, pero los requisitos del mismo son que debe entregar las piezas dentro de cierto tiempo límite. De lo contrario, incurriría en penalizaciones. La empresa no cuenta con opciones para comprar más maquinaria, así que debe cumplir el pedido con la maquinaria actual.

Para el ejercicio planteado aplica el algoritmo de ordenamiento binario, el cual puedes guiarte con la siguiente lectura:

Varela, P., Trejos, E., y Candelario, M. (2010). Generación de celdas de manufactura usando el algoritmo de ordenamiento binario (AOB). *Scientia et technica*, 1(44). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/4562386.pdf>

Calcula lo siguiente:

- El número de celdas.
- Las máquinas de cada celda.
- Las familias de productos a fabricar en cada celda (algunas pueden coincidir por su proceso).
- La diferencia de tiempo para fabricar todos los productos entre *Layout* actual (por proceso) y el *Layout* propuesto (celular).

Los tiempos de traslado entre máquinas son de 15 minutos cuando se traslada entre áreas contiguas y de dos minutos cuando se traslada entre máquinas de la misma área. No es posible moverse en diagonal. Solo se permiten hasta tres máquinas por área y no es posible mover el área de recepción ni el área de envío. También considera la tabla de procesamiento de la **tabla 2** para cada máquina.

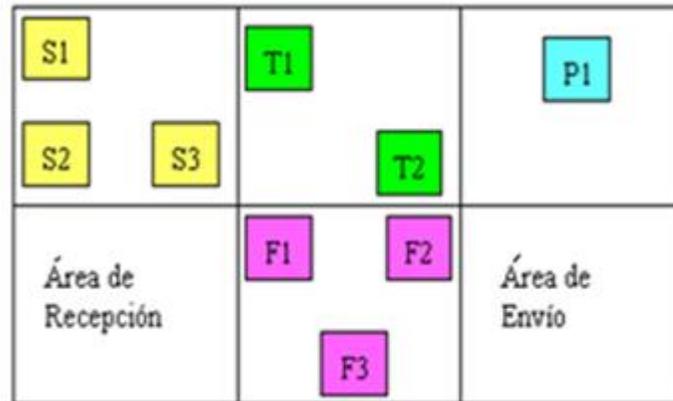


Figura 1. Distribución de las diferentes máquinas que utilizarás para cada producto.

| Producto | Proceso a realizar | Máquina     |
|----------|--------------------|-------------|
| BB-3301  | Torneado           | Torno-2     |
|          | Fresado            | Fresadora-1 |
| EA-1222  | Desbaste           | Fresadora-3 |
|          | Torneado           | Torno-1     |
| GB-2202  | Torneado           | Torno-2     |
|          | Corte              | Sierra-1    |
|          | Fresado            | Fresadora-1 |
| AB-2202  | Corte              | Sierra-3    |
|          | Pulido             | Pulidor-1   |
|          | Desbaste           | Fresadora-2 |
| DB-3223  | Pulido             | Pulidor-1   |
|          | Fresado            | Fresadora-2 |
| BB-3511  | Corte              | Sierra-1    |
|          | Fresado            | Fresadora-1 |
| FC-2131  | Torneado           | Torno-1     |

|         |          |             |
|---------|----------|-------------|
|         | Desbaste | Fresadora-3 |
| AB-2101 | Corte    | Sierra-3    |
|         | Fresado  | Fresadora-2 |
| CA-4672 | Corte    | Sierra-2    |
|         | Fresado  | Fresadora-3 |

Tabla 1. Datos de operación para los diferentes productos.

| Locación            | Tiempo de procesamiento |
|---------------------|-------------------------|
| Entrada de material | 3 minutos               |
| S1 (Sierra-1)       | 3 minutos               |
| S2 (Sierra-2)       | 3 minutos               |
| S3 (Sierra-3)       | 3 minutos               |
| T1 (Torno-1)        | 4 minutos               |
| T2 (Torno-2)        | 4 minutos               |
| F1 (Fresadora-1)    | 4 minutos               |
| F2 (Fresadora-2)    | 4 minutos               |
| F3 (Fresadora-3)    | 4 minutos               |
| P1 (Pulido-1)       | 3 minutos               |
| Salida de productos | 3 minutos               |

Tabla 2. Tiempos de operación para los diferentes procesos.

## Evidencia

A continuación, se explicarán las evidencias (tetramestral):

### Avance de Evidencia 1

#### Evidencia 1. Realizar la simulación de una línea sencilla

##### Objetivo:

Automatizar todos los procesos de manufactura en cada línea de trabajo con los elementos básicos de Tecnomatix Plant Simulation.

##### Descripción:

A continuación se presenta un ejercicio de los temas, el cual te permitirá reforzar el aprendizaje adquirido hasta este módulo. Calcula de forma ordenada y clara lo que se te pide. Recuerda incluir los elementos, su programación y las justificaciones necesarias, además de tu simulación en el software Tecnomatix y reporte sobre los pasos que realizaste y su programación.

##### Desarrollo:

Crear una serie de modelos de simulación siguiendo las instrucciones:

1. Crea un modelo y renómbralo como Planta1.
2. Incluye tres líneas de producción y que cada una tenga:
  - Cinco estaciones de trabajo.
  - Uso de operadores.
3. Incluye en alguna línea el uso de:
  - Entradas y salidas de la línea.
  - Simulación de fallas en las estaciones.
  - Un chart del desempeño de los procesos.
4. Incluye al final un ensamble donde se muestren los nombres de las entidades utilizadas.
5. Redacta una conclusión sobre el aprendizaje obtenido con esta actividad.

## Avance de Evidencia 2

### Evidencia 2. Automatización total de una celda de manufactura

#### Objetivo:

Automatizar todos los procesos de manufactura en cada línea de trabajo, de forma integral.

#### Descripción:

A continuación se presenta un ejercicio para su análisis y en cuanto al diseño de celdas de manufactura, que te permitirá reforzar el aprendizaje adquirido en este curso. Calcula de forma ordenada y clara lo que se te pide. Recuerda incluir las operaciones y justificaciones necesarias, además de tu simulación en el software Tecnomatix y reporte sobre los pasos que realizaste y su programación.

#### Desarrollo:

Una fábrica de componentes mecánicos tiene una lista de productos básica (**ver tabla 1**) que son elaborados en una línea de producción funcional, según se muestra en la **figura 1**.

El dueño de la empresa está por firmar un contrato de venta, pero los requisitos del mismo incluyen que debe entregar las piezas dentro de cierto tiempo límite. De lo contrario, incurriría en penalizaciones. La empresa no cuenta con opciones para comprar más maquinaria, así que debe cumplir el pedido con la maquinaria actual. Para el ejercicio planteado aplica el algoritmo de ordenamiento binario, el cual puedes guiarte con la siguiente lectura:

Varela, P., Trejos, E., y Candelario, M. (2010). Generación de celdas de manufactura usando el algoritmo de ordenamiento binario (AOB). *Scientia et technica*, 1(44). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4562386.pdf>

Calcula lo siguiente:

- El número de celdas.
- Las máquinas de cada celda.
- Las familias de productos a fabricar en cada celda (algunas pueden coincidir por su proceso).
- La diferencia de tiempo para fabricar todos los productos entre *Layout* actual (por proceso) y el *Layout* propuesto (celular).

Los tiempos de traslado entre máquinas son de 15 minutos cuando se traslada entre áreas contiguas y de dos minutos cuando se traslada entre máquinas de la misma área. No es posible moverse en diagonal. Solo se permiten hasta tres máquinas por área y no es posible mover el área de recepción ni el área de envío. También considera la tabla de procesamiento de la **tabla 2** para cada máquina.

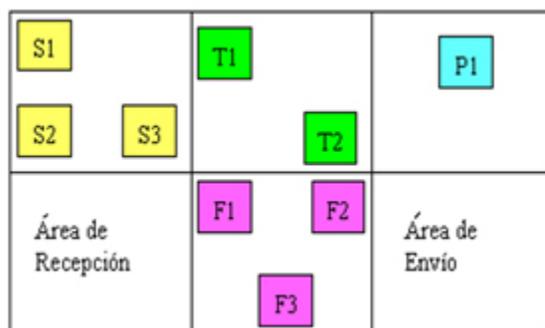


Figura 1. Distribución de las diferentes máquinas que utilizarás para cada producto.

| Producto | Proceso a realizar | Máquina     |
|----------|--------------------|-------------|
| BB-3301  | Torneado           | Torno-2     |
|          | Fresado            | Fresadora-1 |
| EA-1222  | Desbaste           | Fresadora-3 |
|          | Torneado           | Torno-1     |
| GB-2202  | Torneado           | Torno-2     |
|          | Corte              | Sierra-1    |
|          | Fresado            | Fresadora-1 |
| AB-2202  | Corte              | Sierra-3    |
|          | Pulido             | Pulidor-1   |
|          | Desbaste           | Fresadora-2 |
| DB-3223  | Pulido             | Pulidor-1   |
|          | Fresado            | Fresadora-2 |
| BB-3511  | Corte              | Sierra-1    |
|          | Fresado            | Fresadora-1 |
| FC-2131  | Torneado           | Torno-1     |
|          | Desbaste           | Fresadora-3 |
| AB-2101  | Corte              | Sierra-3    |

|         |         |             |
|---------|---------|-------------|
|         | Fresado | Fresadora-2 |
| CA-4672 | Corte   | Sierra-2    |
|         | Fresado | Fresadora-3 |

Tabla 1. Datos de operación para los diferentes productos.

| Locación            | Tiempo de procesamiento |
|---------------------|-------------------------|
| Entrada de material | 3 minutos               |
| S1 (Sierra-1)       | 3 minutos               |
| S2 (Sierra-2)       | 3 minutos               |
| S3 (Sierra-3)       | 3 minutos               |
| T1 (Torno-1)        | 4 minutos               |
| T2 (Torno-2)        | 4 minutos               |
| F1 (Fresadora-1)    | 4 minutos               |
| F2 (Fresadora-2)    | 4 minutos               |
| F3 (Fresadora-3)    | 4 minutos               |
| P1 (Pulido-1)       | 3 minutos               |
| Salida de productos | 3 minutos               |

Tabla 2. Tiempos de operación para los diferentes procesos.