



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SIMULACIÓN

Ing. Luis Delgado Lobo MBA



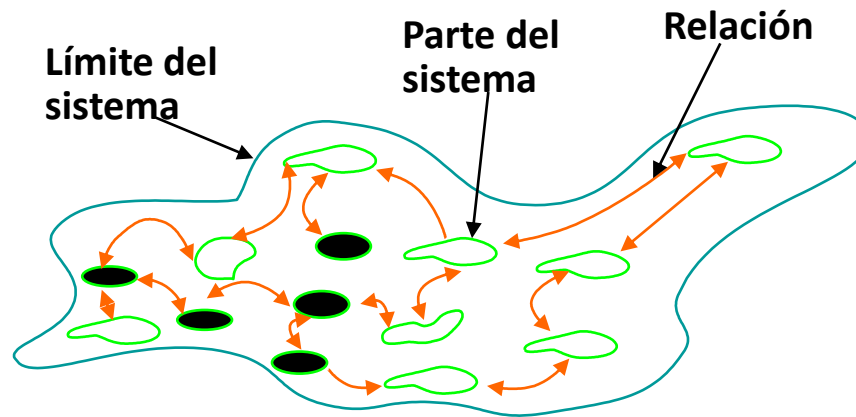
Resumen:

Para poder comprender la realidad y complejidad de las operaciones que se llevan acabo en un sistema real, ha sido necesario **construir métodos y herramientas que buscan imitar y experimentar el comportamiento de los sistemas reales**. La simulación por computadora es una técnica que imita los procesos de un sistema real para evaluarlo numéricamente y los datos generados por el software nos permitirán predecir el comportamiento del sistema que se está analizando o estudiando.

¿QUÉ ES UN SISTEMA?

Proveen entradas y salidas

Un sistema puede definirse como una colección de objetos o **entidades** que interactúan entre sí para alcanzar un cierto objetivo. Los sistemas reciben datos, energía o materia del ambiente (entradas) y proveen información, energía o materia (salidas).





Propiedades de los sistemas

Sinergia: Con los componentes y su interrelación se consigue más que lo que en principio resultaría de la simple suma de los componentes.

Entropía: Refleja el grado de desorden del sistema. Se puede reducir la entropía ingresando información al sistema.

Equilibrio homeostático: Equilibrio dinámico que mantiene los valores dentro de un rango establecido.



Tipos de Sistemas en Simulación

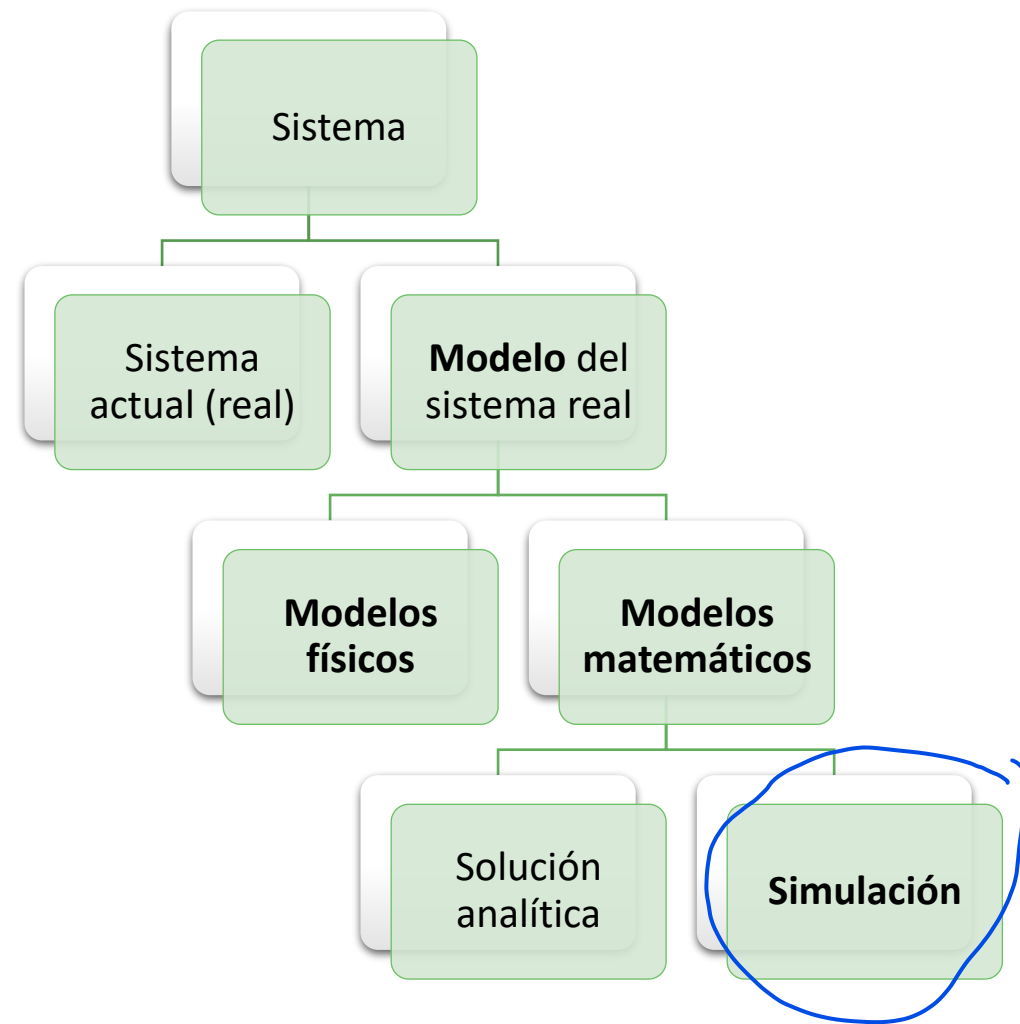
Sistema discreto: Se caracteriza porque las propiedades de interés (variables del estado de interés) del sistema cambian únicamente en un cierto instante o secuencia de instantes, y permanecen constantes el resto del tiempo.

Sistema continuo: Se caracteriza porque las variables de estado cambian de forma continua.



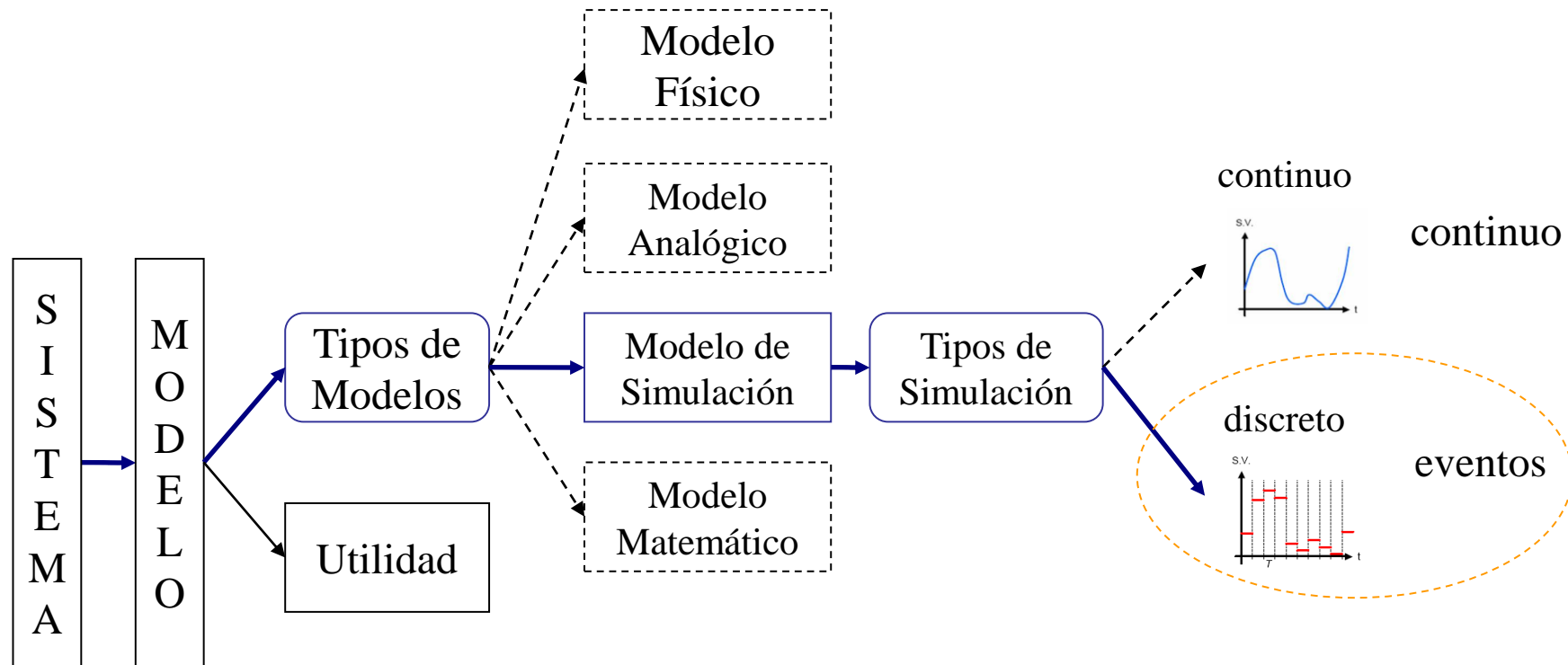
Modelo

La descripción de las características de interés de un sistema se conoce como modelo del sistema, y el proceso de abstracción para obtener esta descripción se conoce como modelado.





Formas de estudiar un sistema





Simulación

La simulación se refiere al conjunto de métodos y aplicaciones que **buscan imitar el comportamiento de sistemas reales**, generalmente en un computadora con un software apropiado.





Tipos de Simulación

Estático vs Dinámico: El tiempo no desempeña un papel natural en los modelos estáticos pero si en los dinámicos.

cambios continuos **tiempos separados**

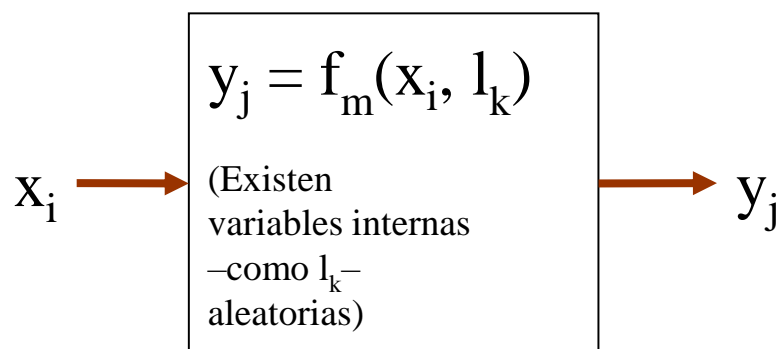
Continuo vs Discreto: En un modelo continuo el estado del sistema puede cambiar continuamente en el tiempo, en un modelo discreto el cambio puede ocurrir sólo en tiempos separados del tiempo.

aleatorios **no aleatorios**
Determinista vs Estocástico: Los modelos que no tienen entradas aleatorias son deterministas y los que tiene entradas aleatorias son estocásticos.



Estocástico (*)

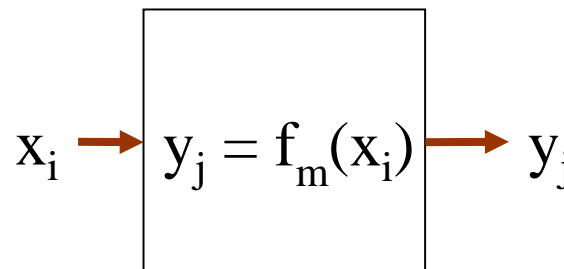
Si el estado de la variable en el siguiente instante de tiempo **no se puede determinar con los datos del momento actual.**



Método analítico: usa probabilidades para determinar la curva de distribución de frecuencias.

Determinístico

Si el estado de la variable en el siguiente instante de tiempo **se puede determinar con los datos del estado actual.**



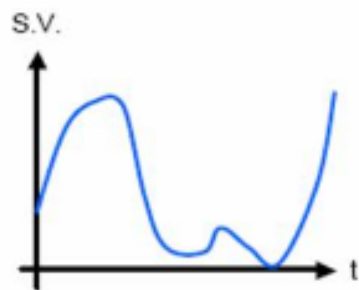
Método numérico: algún método de resolución analítica.



Continuo

El estado de las variables cambia de forma continua a lo largo del tiempo.

$$e = f(t)$$

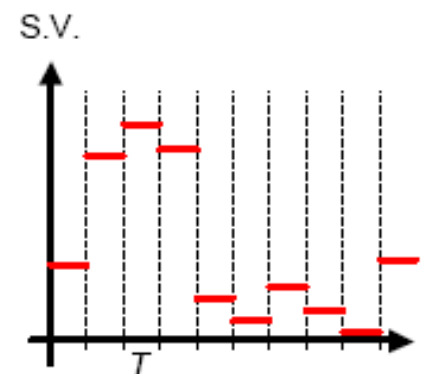


Método analítico: emplea razonamiento de matemáticas deductivas para definir y resolver el sistema.

Discreto (*)

El estado del sistema cambia en tiempos discretos del tiempo

$$e = f(nT)$$



Método numérico: utiliza procedimientos computacionales para resolver el modelo matemático.



Estático

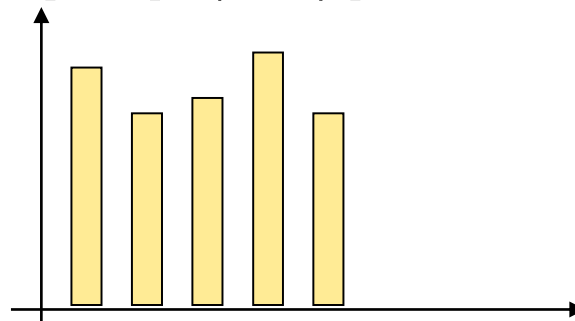
Entre las variables no se encuentra la variable *tiempo*.

Método analítico: algún método de resolución analítica.

Dinámico (*)

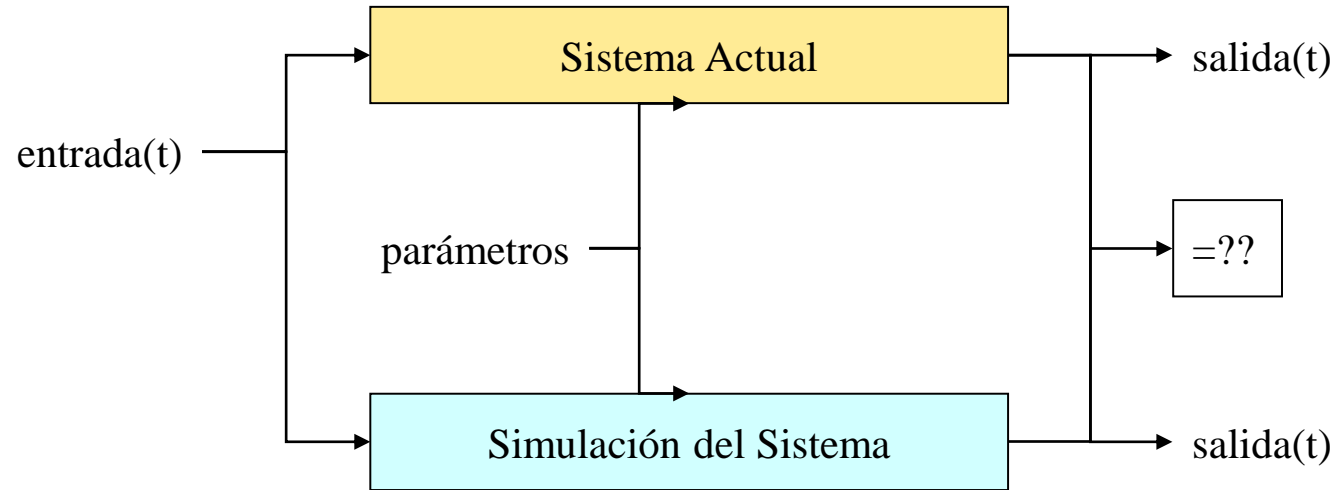
Si el estado de las variables puede cambiar mientras se realiza algún cálculo

$$f[nT] \neq f[n(T+1)]$$



Método numérico: usa procedimientos computacionales para resolver el modelo matemático.

Simulación



- ❑ La simulación del sistema imita la operación del sistema actual sobre el tiempo.
- ❑ La historia artificial del sistema puede generarse, observarse y analizarse.
- ❑ La escala de tiempo puede alterarse según la necesidad.
- ❑ Las conclusiones acerca de las características del sistema actual se pueden inferir.

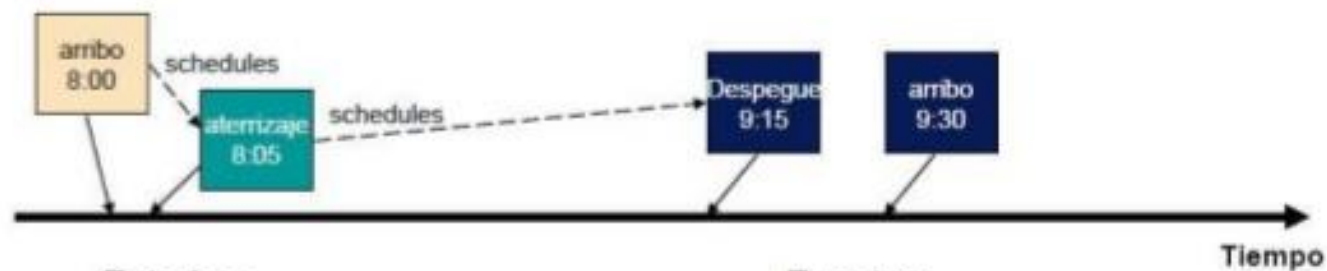
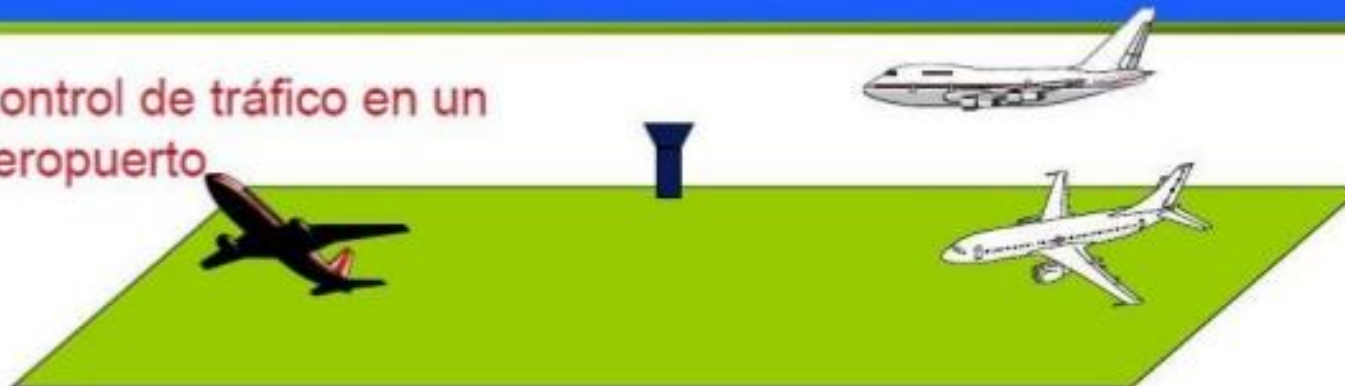


Simulación de eventos discretos

En este tipo de simulación se generan y administran eventos en el tiempo por medio de una cola de eventos ordenada según el tiempo de simulación en que deben ocurrir y de esta forma el simulador lee de la cola y dispara nuevos eventos. Un evento puede ser: la llegada de un cliente, la llegada de un camión, el inicio del proceso de una pieza, la finalización de un proceso de fabricación. Esta modalidad de simulación se usa típicamente en el diseño de la mayoría de eslabones de la cadena de suministro tales como: líneas de producción, plantas de procesamiento, bodegas de materia prima, bodegas de producto terminado, puntos de atención a clientes, hospitales, centros de atención médica.

Sistemas de Eventos Discretos

Control de tráfico en un aeropuerto



Estados:

- En el aire
- En la tierra
- Pista disponible: Booleana

Eventos:

- Arribar
- Aterrizar
- Despegar



SISTEMA EN SIMULACIÓN

Entidades: Son los objetos que fluyen a través del sistema, podrían ser: clientes, productos, cajas, camiones y pallets entre otros.

Atributos: Son las diferentes características que definen a las entidades, por ejemplo tipo, edad, género, peso, volumen, tiempo de inicio de un proceso.

Variables: Una variable es un fragmento de información que refleja alguna característica del sistema, independientemente de las entidades que se muevan por el modelo.



SISTEMA EN SIMULACIÓN

- **Recursos:** Las entidades compiten por ser servidas por recursos que representan cosas como **personal, equipo, espacio en un almacén de tamaño limitado**, etc.
- **Colas:** Cuando una entidad no puede continuar su movimiento a través del modelo, a menudo porque necesita un recurso que está ocupado, necesita un espacio donde esperar que le recurso quede libre, ésta es la función de las colas.



SISTEMA EN SIMULACIÓN

- **Acumuladores de estadísticos:** Para obtener las medidas de eficiencia finales, podría ser conveniente hacer un seguimiento de algunas variables intermedias en las que se calculan estadísticas, por ejemplo: **el número total de piezas producidas, todos estos acumuladores deberían ser inicializados a 0.**
- **Eventos:** Un evento es algo que sucede en un instante determinado de tiempo en la simulación, que podría hacer **cambiar los atributos, variables, o acumuladores de estadísticas.**



SISTEMA EN SIMULACIÓN

- **Reloj de la Simulación:** El valor del tiempo transcurrido, se almacena en una variable denominada Reloj de Simulación. Este reloj irá avanzando de evento en evento, ya que al no cambiar nada entre eventos, no es necesario gastar tiempo llegando de uno a otro.

Simulación de Monte Carlo

- La simulación Monte Carlo es una técnica matemática computarizada que permite tener en cuenta el riesgo en análisis cuantitativos y tomas de decisiones. Esta técnica es utilizada por profesionales de campos tan dispares como los de finanzas, gestión de proyectos, energía, manufacturación, ingeniería, investigación y desarrollo, seguros, petróleo y gas, transporte y medio ambiente.



Simulación de Monte Carlo

- La simulación Monte Carlo ofrece a la persona responsable de tomar las decisiones una serie de posibles resultados, así como la probabilidad de que se produzcan según las medidas tomadas. Muestra las posibilidades extremas —los resultados de tomar la medida más arriesgada y la más conservadora— así como todas las posibles consecuencias de las decisiones intermedias.
- Los científicos que trabajaron con la bomba atómica utilizaron esta técnica por primera vez; y le dieron el nombre de Monte Carlo, la ciudad turística de Mónaco conocida por sus casinos. Desde su introducción durante la Segunda Guerra Mundial, la simulación Monte Carlo se ha utilizado para modelar diferentes sistemas físicos y conceptuales.



**Stanisław
Ulam**



**John von
Neumann**





Ejemplo

- La Portátil S. A., fabrica computadoras personales y periféricos. El grupo de diseño de productos de la compañía elaboró un prototipo para una nueva impresora portátil de alta calidad. La nueva impresora presenta un diseño innovador y el potencial de captar una porción significativa del mercado de las impresoras portátiles. Los análisis financieros y de mercadotecnia preliminares proporcionan los siguientes datos: precio de venta de \$249 por unidad, costo administrativo de \$400,000 y costos de publicidad de \$600,000. El costo de la mano de obra directa, el costo de las partes y la demanda del primer año para la impresora no se conocen con certeza y se consideran entradas probabilísticas.



Ejemplo

- La empresa supone que el costo de la mano de obra directa variará de \$43 a \$47 por unidad con una probabilidad de ocurrencia de: 10% para \$43, 20% para \$44, 40% para \$45, 20% para \$46 y 10% para \$47. El departamento de manufactura estima que el costo de las partes variará uniformemente de \$80 a \$100 por unidad, por otro lado la gente de mercadeo estima que la demanda para el primer año se describe con una distribución de probabilidad normal con un valor medio de 15,000 y una desviación estándar de 4,500 unidades. Gabriela, gerente general de la compañía, quisiera un análisis de la utilidad potencial de la impresora en el primer año. Debido a la situación de flujo de efectivo restringido Gabriela está particularmente preocupada por el potencial de una pérdida.



Referencias

- Kelton, David., Sadowski, Randall y Sturrock, David. Simulación Con Software Arena. 4 th. ed. México, Mc Graw Hill. 2008. pp 1-194.
- García D, Eduardo., García R, Heriberto. y Cárdenas B, Leopoldo. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México, Prentice Hall. 2088.
- Averill M, Law. Simulación modeling and analysis. 4 th. ed. New York, USA, Mc Graw Hill. 2007. pp 1-84.
- Beaverstock Malcolm, Greenwood Allen G., Lavery Eamonn y Nordgren William (2012). Applied Simulation Modeling and Analysis using FlexSim, (3a ed.), Published by FlexSim Software Products, Inc. All rights reserved. Printed in Orem, UT 84097 USA.