

# **INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGO**

# Simulación

- La administración, como ciencia, tiene muchas herramientas y técnicas para **analizar y tomar decisiones**.
- Requieren que la persona que las utiliza tome ciertos **SUPUESTOS** y/o que la información que se procese sea conocida con certeza.
- Desafortunadamente es muy difícil que tengamos **acceso a toda la información**, y muy probablemente, los supuestos que tomemos **no serán 100% reales**.

# ¿Qué es la simulación?

- La simulación es el proceso de construcción de un **modelo** matemático o lógico y **experimental** con ese modelo para obtener información sobre su comportamiento.
- Las dos palabras claves de esta definición son **MODELO y EXPERIMENTO.**
- La principal ventaja de la simulación como herramienta es su **flexibilidad.** Su aplicabilidad depende del tiempo que se dedique a construir el modelo y a analizar los resultados de esa simulación.

# ¿Qué pasa si...? (What if?)

## **Naturaleza de la simulación:**

- La simulación es muy utilizada en el mundo de los negocios **para predecir, explicar, entrenar y ayudar a identificar soluciones óptimas.**
- Problemas de producción: agendas de producción realistas, proyección de ventas, políticas de inventario, logística, etc.
- Usuarios: entidades financieras, empresas de consumo masivo, entidades sin fines de lucro tales como salud, gobierno y educación

# Modelos de simulación

Un modelo es una **abstracción** o una **representación de algo real**

Los modelos pueden ser:

- 1. Prescriptivos:** sugieren el mejor curso de acción a tomar, tal como la programación lineal.
- 2. Descriptivos:** simplemente describen relaciones y proveen información para su evaluación. Son utilizados para la toma de decisiones y para explicar el comportamiento de sistemas y/o para predecir futuros eventos en base a ciertos inputs.
- 3. Determinísticos:** los datos son conocidos o se asume que son conocidos **con certeza**.
- 4. Probabilísticos:** el comportamiento de las variables es probable.
- 5. Continuos o discretos,** lo que puede ser descripto en como las variables se modifican a través del tiempo

## Modelos descriptivos

- **La simulación es un modelo descriptivo**, simplemente evalúa la performance o el comportamiento de un sistema, dados ciertos inputs.
- Los inputs son las **variables controlables** (decisiones a tomar por el usuario) y las variables **exógenas**.
- La simulación incluye el elemento de la **probabilidad**, que Excel no necesariamente incluye

# Simulación de Monte Carlo

- Monte Carlo es básicamente un experimento de **muestreo** cuyo propósito es estimar la distribución de un resultado que depende de una o más variables probabilísticas.
- Es generalmente utilizado para **evaluar el impacto esperado de una decisión determinada y el riesgo relacionado con esa decisión.**

# Beneficios de la simulación

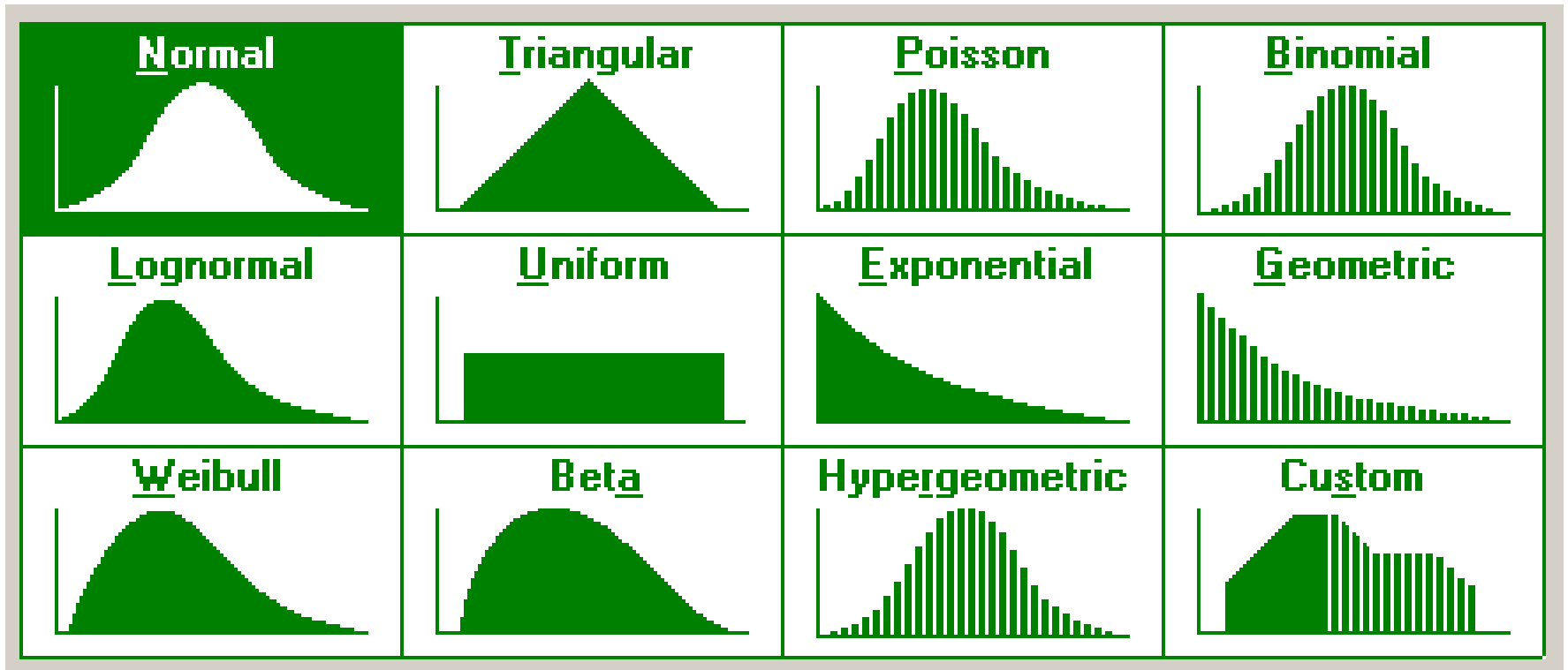
1. Permite simular **sin correr los riesgos** asociados a la implementación (responder a la pregunta what if?)
2. Es una técnica **muy sencilla de utilizar y fácil de explicar** (interpretación de resultados).
3. Otorga un **cierto nivel de confianza** para la toma de decisiones.



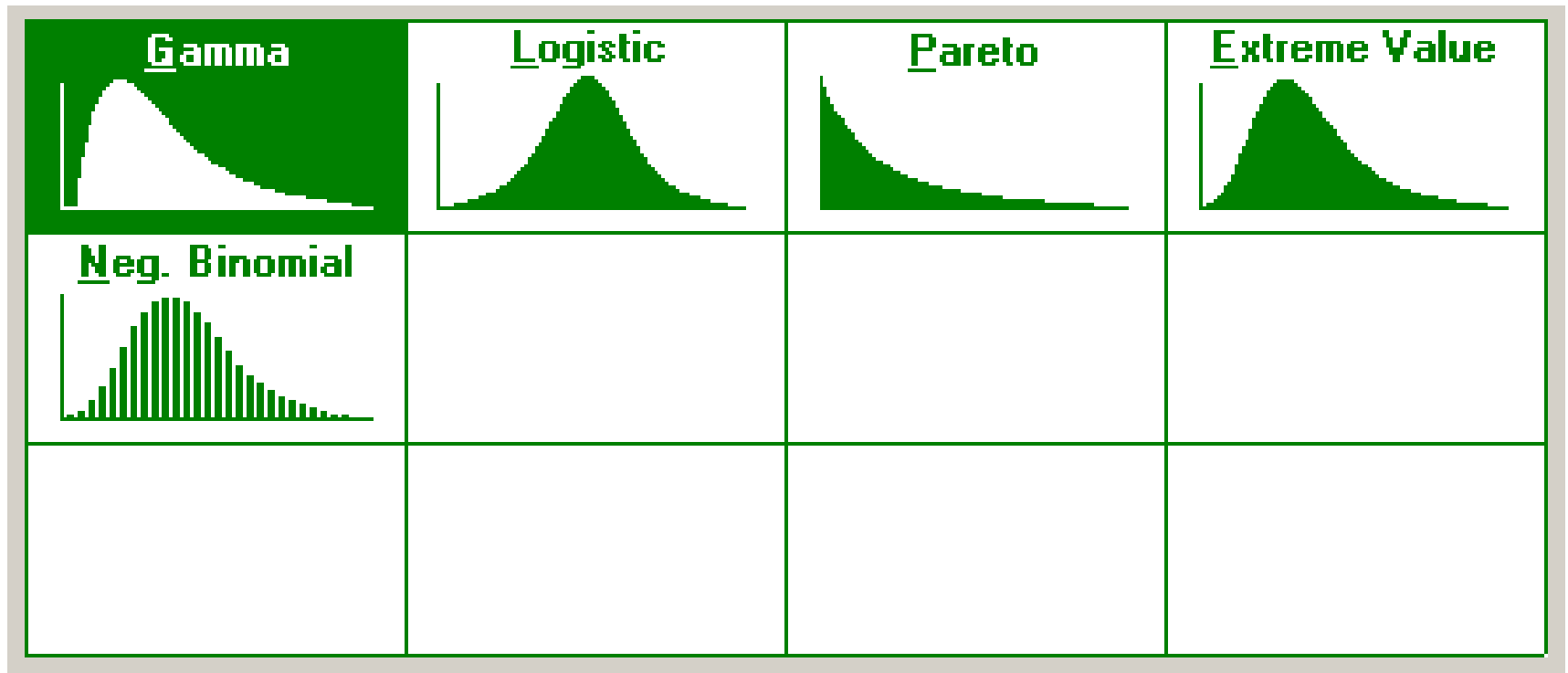
# Desventajas

1. **El tiempo para desarrollar un modelo** detallado se incrementa con la dificultad del problema a resolver
2. **Falta de respuestas concretas** (es necesario repetir un experimento varias veces como para poder repetir sus resultados), en contraposición con ciertos modelos analíticos que tienen sólo una solución correcta (sería lo ideal).

# Distribuciones de probabilidad



# Otras distribuciones de probabilidad



# Posición, forma y dispersión

- Hay distribuciones de probabilidad ***discretas*** y ***continuas***
- Cada distribución tiene sus propias características:
  - La **posición** en base a una medida central que indique donde se ubica la distrib. de la variable
  - La **dispersión**: se refiere a la magnitud o al grado de concentración de los valores de la variable en torno a la media
  - La **forma**: deformaciones horizontales o verticales que presentan los datos en su comportamiento

# Normal - Triangular

## **NORMAL**

- La distribución normal es continua, se observa en muchísimos fenómenos naturales, es la más general, la de mayor utilización.

## **TRIANGULAR**

- Es continua.
- Es definida mediante un valor mínimo, un valor máximo, y un valor más probable.
- Es utilizada como una aproximación a la distribución normal cuando no se tiene información en forma completa (aplica rangos)

# Poisson - Binomial

## **POISSON** (discreta)

- Es aplicable a variables que suceden en un determinado período de tiempo, como por ejemplo, el número de items que compra un cliente en un día, las salidas por mes de inventario, los errores por línea de programación de un código de software.
- Asume que el promedio es constante.

## **BINOMIAL** (discreta)

- Está basada en la distribución de Bernoulli, que se caracteriza por ser una distribución de una variable aleatoria con dos resultados posibles (éxito o fracaso).
- La distribución binomial hace “n” replicas de las pruebas de Bernoulli y puede utilizarse, por ejemplo, para campañas de venta (telemarketing, etc.)

# Lognormal - Exponencial

## **LOGNORMAL** (continua)

- Tiene aplicación en funciones en las que altos valores de la variable tengan muy poca probabilidad (y que tampoco puedan ser negativos), tales como tiempos de proceso de tareas de producción, valores de acciones, valores inmobiliarios, etc.

## **EXPONENCIAL** (continua)

- Es representativa de hechos que ocurren aleatoriamente a través del tiempo. Es por ejemplo utilizada para estimar desde el tiempo de arribo de clientes (servicios) o el tiempo de falla de maquinarias, luces, y otro tipo de instrumentos mecánicos o electrónicos
- Esta función no tiene memoria, es decir, un evento actual no tiene incidencia sobre el próximo (pueden llegar 2 clientes, uno detrás del otro, o ninguno, una maquina puede romperse tan pronto fue reparada...)

# Menos frecuentes

## GEOMÉTRICA

- Es una secuencia de la distribución de Bernoulli que describe el número de intentos hasta el primer “suceso” o “falla”.
- Es aplicable a producción (número de partes hasta que ocurre una falla).

## WEIBULL

- Es utilizada para pruebas de fatiga y estrés en piezas o componentes, tiempos de falla en equipamientos, etc.



## **Menos frecuentes (2)**

### **BETA**

- Mide variaciones entre el valor cero de la variable y sus positivos.
- No tiene mayores aplicaciones...

### **HIPERGEOMETRICA**

- Similar a la binomial, pero utiliza un muestreo sin reposición.
- Se utiliza para el control de calidad.

## **Menos frecuentes (3)**

### **GAMA**

- Variables que impliquen el paso del tiempo en procesos que no sean completamente aleatorios (tiempos para completar una tarea, inventarios, insurance risk theory)

### **LOGISTIC**

- Utilizada para medir el crecimiento de la población a través del tiempo.

### **PARETO**

- Describe sucesos en los que una pequeña proporción de items representa una gran proporción de la variable medida (control de inventarios, rentabilidad por línea de productos, variación en índices accionarios, etc.)

## **Menos frecuentes (4)**

### **NEG. BINOMIAL**

- Similar a la distribución geométrica, pero mide el numero de intentos hasta la consecución del suceso (cantidad de llamados para que un telemarketer cierre una venta)

### **EXTREME VALUE**

- Describe el limite máximo de un suceso a través del tiempo (lluvia por período, etc.)

### **CUSTOM**

### **UNIFORME**

# Tests

## **“Skewness”**

- Describe en que grado una distribución no es simétrica.
- Una distribución puede estar orientada hacia la izquierda (negativamente) o hacia la derecha (positivamente).
- Hay que analizar si el valor es positivo o negativo.
- Mientras mas se acerque a cero, es mas simétrica.
- Mayor a 1 o menor a -1 es altamente asimétrica.
- Coeficientes normales de simetría podrían estar ubicados entre -0,5 y 0,5.

## Tests (2)

### **“Kurtosis”**

- Coeficiente que mide la forma de la distribución (si es chata, si tiene un pico alto, etc.).
- La distribución normal tiene una kurtosis igual a 3.
- Si es menor a 3, significa que la distribución es relativamente chata y no tiene alta dispersión.
- Si es mayor a 3, la distribución tiene mayor dispersión.

### **“Chi Square”**

- Crystal Ball lo calcula. Si el “p value” que arroja Crystal Ball es mayor a 0,5 indica un “close fit”, es decir, que el comportamiento de la variable se aproxima a la distribución seleccionada.

## **Tests (3)**

### **Kolmogorov - Smirnov Test**

- El valor debe ser menor a 0,03 (close fit).

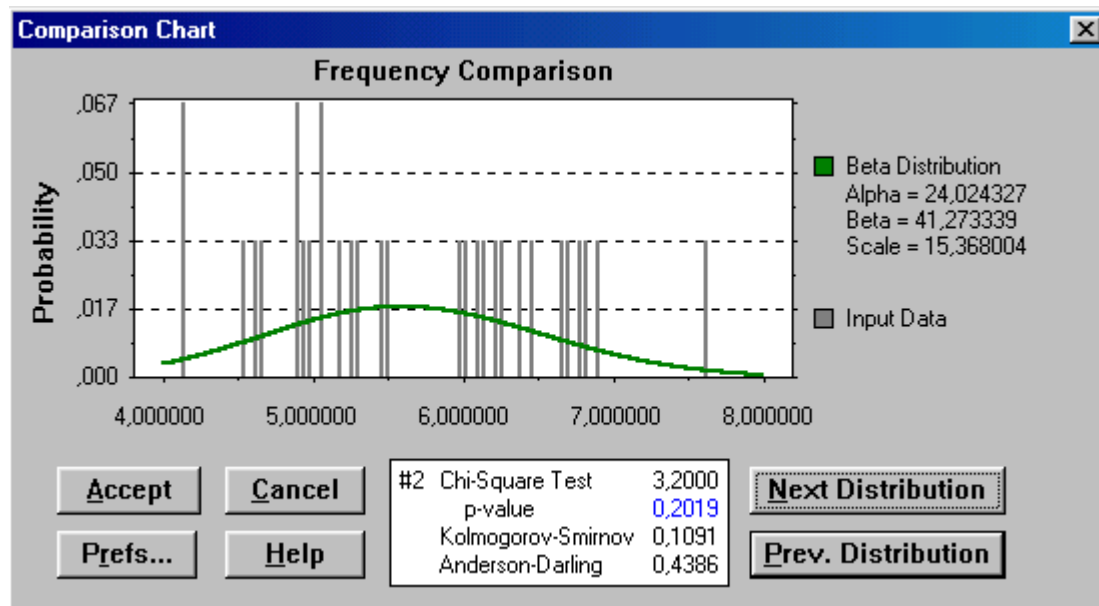
### **Anderson - Darling Test**

- Debe arrojar un valor menor a 1,5.

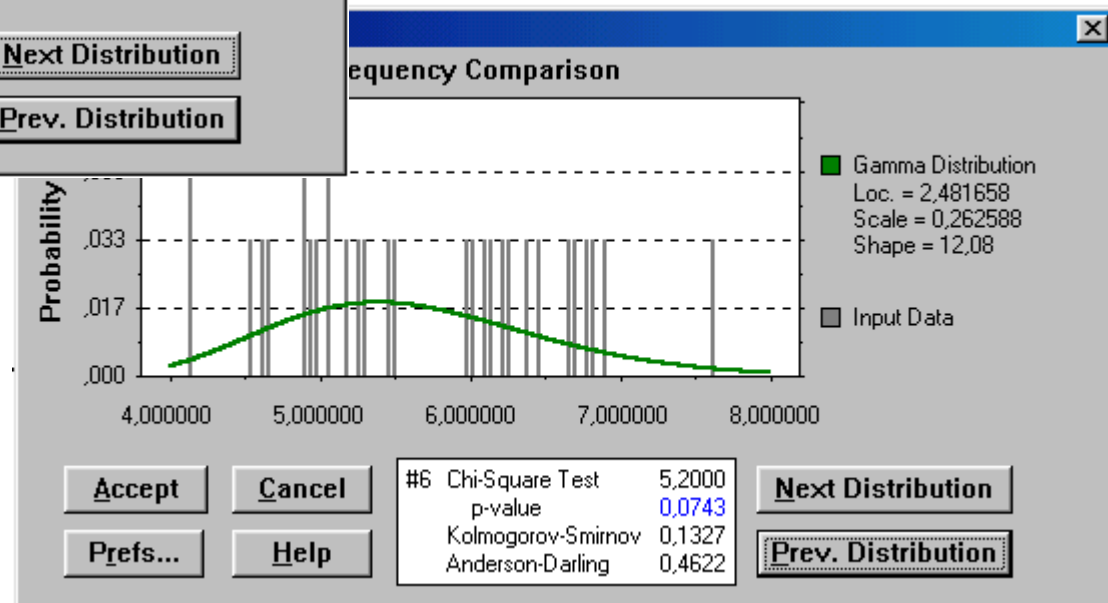
## Distribution fitting

5,076808	5,050842	6,398492
4,895876	5,300643	4,615494
6,778780	6,236305	6,091197
6,909572	6,829625	6,121048
6,474918	4,524959	4,927547
7,607923	4,913438	6,651687
6,699065	4,965261	5,968593
6,019929	5,505035	4,147587
5,249301	5,170052	5,468820
4,653011	4,132489	6,241657

# Resultados

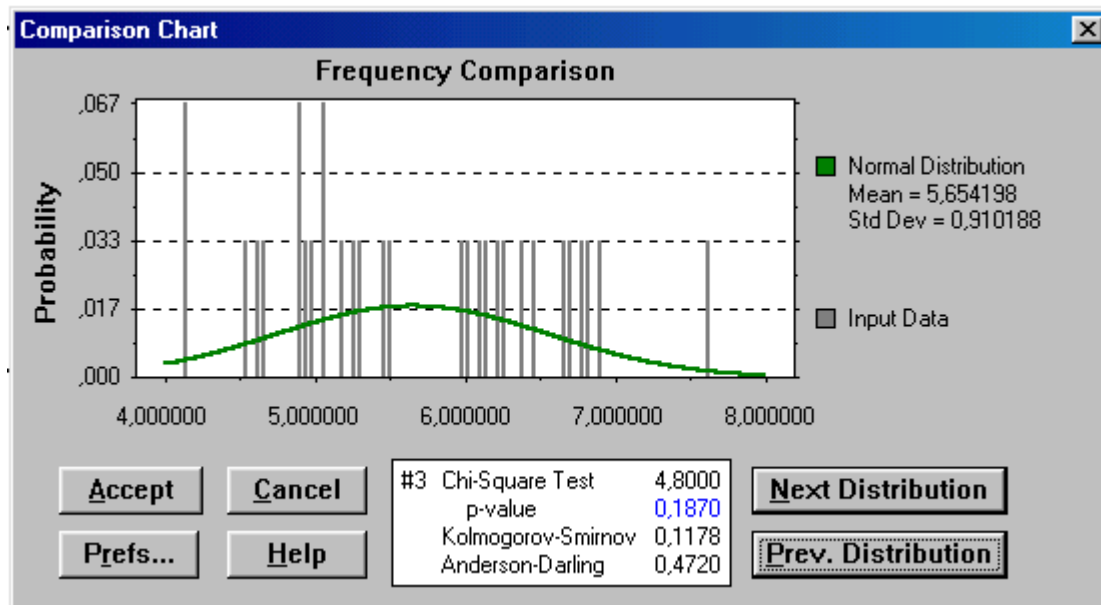


**P value > 0,5**  
**Kolmogorov - Smirnov < 0,03**  
**Anderson - Darling Test < 1,5.**

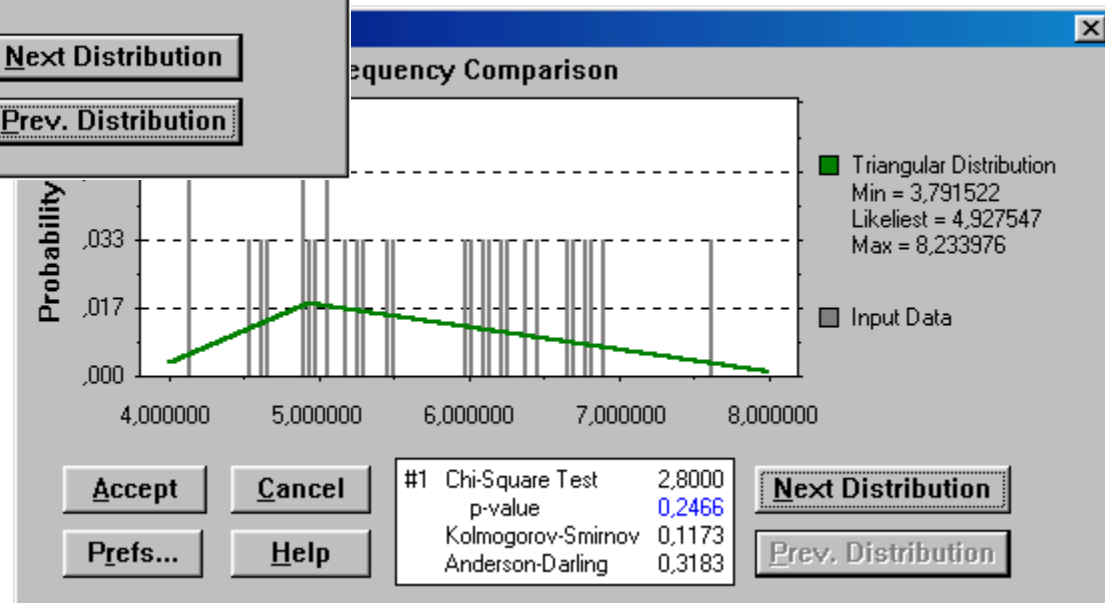




# Resultados



**P value > 0,5**  
**Kolmogorov - Smirnov < 0,03**  
**Anderson - Darling Test < 1,5.**



# **Bibliografía**

## **Introduction to Simulation and Risk Analysis**

James R. Evans – David L. Olson (Prentice Hall)