

FACULTAD DE CIENCIAS INFORMÁTICAS

TÉCNICAS DE SIMULACIÓN
ING. JORGE MOYA DELGADO

MANUAL DEL USUARIO DEL SISTEMA DE
MÉTODOS Y MODELOS.

OCTAVO “A”

OJEDA VELASCO JORGE FERNANDO
YTURRALDE MALDONADO DAVID ALEJANDRO

2020 (2)

Antes de iniciar con el manual por pestañas y ventanas vamos a definir como están divididos todos los métodos y modelos del sistema web creado:

1. Métodos Random

- Método del cuadrado medio
- Método congruencial aditivo
- Método congruencial multiplicativo
 - Autogenerar valores
 - Generador Excel-03 mod 30264
 - Generador Excel-07 mod 30307
 - Generador Excel-07 mod 30323

2. Métodos Probabilísticos

- Promedio móvil
- Alisamiento exponencial

3. Métodos de Regresión

- Regresión lineal
- Regresión no lineal

4. Métodos de Simulación

- Método Montecarlo
 - Por congruencial aditivo
 - Por congruencial multiplicativo
- Método de la transformada inversa
 - Por congruencial aditivo
 - Por congruencial multiplicativo

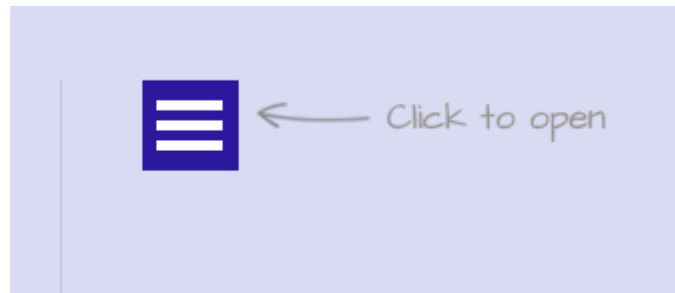
5. Modelos de simulación

- Modelo de inventario
 - Modelo EOQ
 - Simulación del inventario
 - Tabla de inventario para caso real
- Modelo de línea de espera
 - Valores random autogenerados
 - Por congruencial aditivo
 - Por congruencial multiplicativo

Al ingresar a la página nos encontraremos con la primera ventana la cual nos presenta la lista de opciones que tenemos para usar y una breve descripción del modelo o método en el que nos encontramos actualmente.



En cada una de estas vamos a encontrar el siguiente ícono:



El cual al darle click nos va a desplegar los diferentes tipos de métodos referentes a esa agrupación, por ejemplo en el caso de los métodos random nos va a mostrar lo siguiente:



Algunos de estos pueden contener sub-listas tal y como se mostró al inicio.

Para poder ejemplificar como funciona cada uno de los métodos a continuación se mostrará de cada grupo uno de estos, con sus ventanas, ingresos y resultados.

Métodos Random: Método congruencial aditivo

Comenzamos seleccionando este desde la ventana principal:



Al cargar nos va a mostrar un formulario de ingreso donde tenemos que ingresar los siguientes datos:

- Número de iteraciones.- Cantidad de muestras que nos devolverá.
- m = Módulo que usará.
- A = Multiplicador a usar en cada iteración.
- X_0 = Semilla, el primer número que usará el sistema.
- C = Incremento, valor que se sumará en cada iteración.

Todos estos campos deben llenarse con valores enteros, además se debe tener en cuenta que el Módulo debe ser mayor que el incremento. Por defecto van a estar estos campos llenos para poder dar un ejemplo de como se debe llenar cada parte.

Método congruencial aditivo

Número de iteraciones

Módulo

Multiplicador

Semilla

Incremento

Primeramente este algoritmo requiere una secuencia previa de n números enteros $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ para generar una nueva secuencia de números enteros que empiezan en $x_n + 1, x_n + 2, x_n + 3 \dots$. Su ecuación recursiva es:

$$X_i = (X_{i-1} + X_{i-n}) \bmod(m) \quad i = n+1, n+2, n+3, \dots, N$$

Al darle al botón de calcular este nos va a mostrar lo siguiente:

Un ejemplo de la resolución analítica:

Número de iteraciones

Módulo

Multiplicador

Semilla

Incremento

Primeramente este algoritmo requiere una secuencia previa de n números enteros $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ para generar una nueva secuencia de números enteros que empiezan en $x_n + 1, x_n + 2, x_n + 3 \dots$. Su ecuación recursiva es:

$$X_i = (X_{i-1} + X_{i-n}) \bmod(m) \quad i = n+1, n+2, n+3, \dots, N$$

Teniendo los datos iniciales se procede a multiplicar la semilla con el multiplicador, para luego sumarle el incremento:

$$(4 * 101) + 457 = 861$$

A este se le aplica el módulo que designamos, el cual nos va a dejar solo el residuo de la división realizada por este, con esto habremos descubierto cual es nuestro valor pseudorandómico y nuestra nueva semilla para la siguiente iteración:

$$\frac{861}{1000} = 0.861 \quad 0.861 * 1000 = 861$$

Esto se puede apreciar de mejor manera en la siguiente iteración como se ve a continuación usando la nueva semilla:

$$(861 * 101) = 87418 \quad \frac{87418}{1000} = 0.418 = 418$$

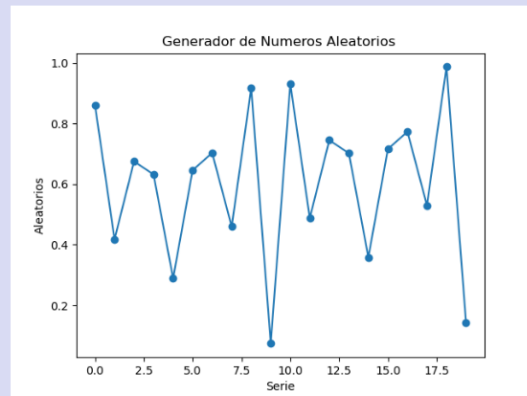
De ahí solo hay que repetir el proceso las veces necesarias teniendo en cuenta el reemplazar la semilla en cada iteración.

La tabla y el gráfico de valores:

Tabla de valores randoms

	Número generado	Valor random
0	861	0.861
1	418	0.418
2	675	0.675
3	632	0.632
4	289	0.289
5	646	0.646
6	703	0.703
7	460	0.460
8	917	0.917
9	74	0.074
10	931	0.931
11	488	0.488
12	745	0.745
13	702	0.702
14	359	0.359
15	716	0.716
16	773	0.773
17	530	0.530
18	987	0.987
19	144	0.144

Gráfica de los números aleatorios generados



Métodos probabilísticos: Promedio móvil

Seleccionamos desde la ventana principal:



Métodos Probabilísticos

La mayoría de las actividades en las diferentes empresas públicas y privadas necesitan información futura, esto es la predicción del comportamiento de los datos en series de tiempo, ya que mucha de la información tiene variación estacional o cíclica de la tendencia donde los modelos de pronóstico nos permiten hallar el valor esperado de acuerdo al comportamiento de los datos y permita a quien toma las decisiones poder realizar cambios en el comportamiento de los sistemas.



← Click to open

Promedio Móvil

Alisamiento Exponencial

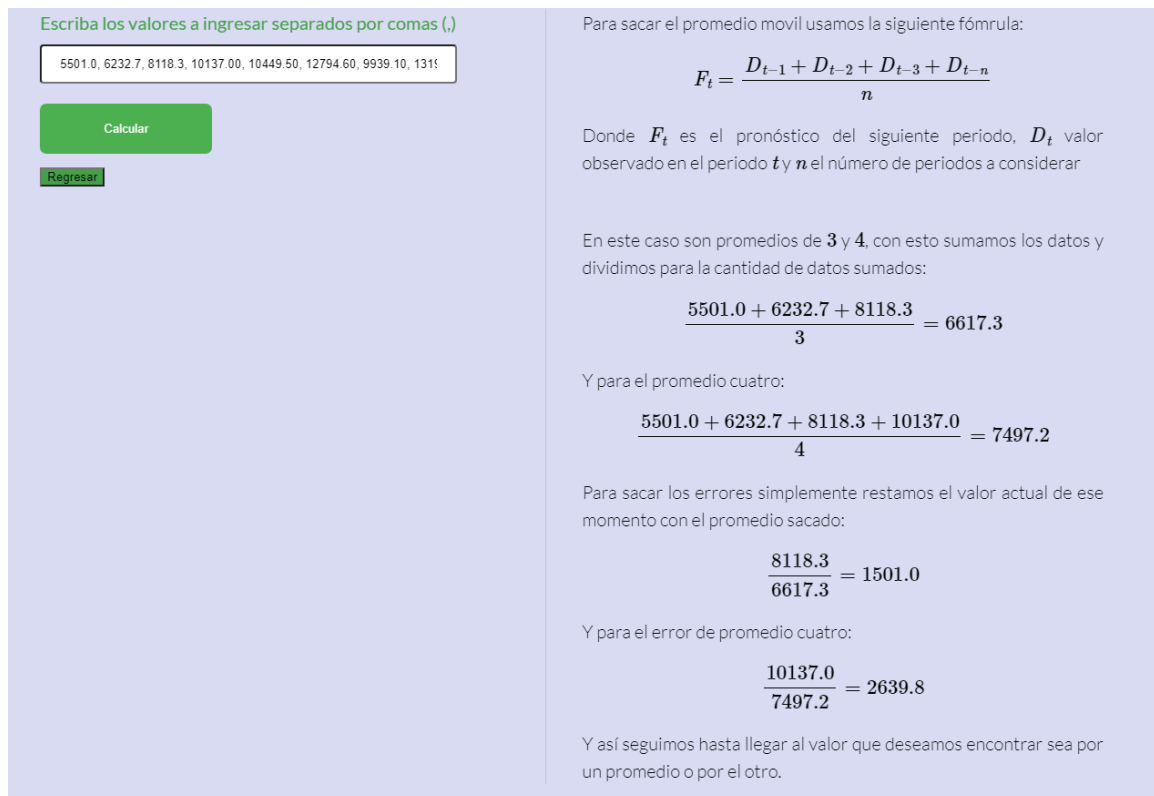
Al cargar nos encontraremos con solo un campo a ser llenado, el programa se encargará de hacer el resto:

- Valores por ingresar = Estos deben estar separados por comas, y formarán nuestra columna de valores ingresados.



Le damos al botón de calcular y nos mostrará los siguientes datos:

Un ejemplo analítico del resultado:



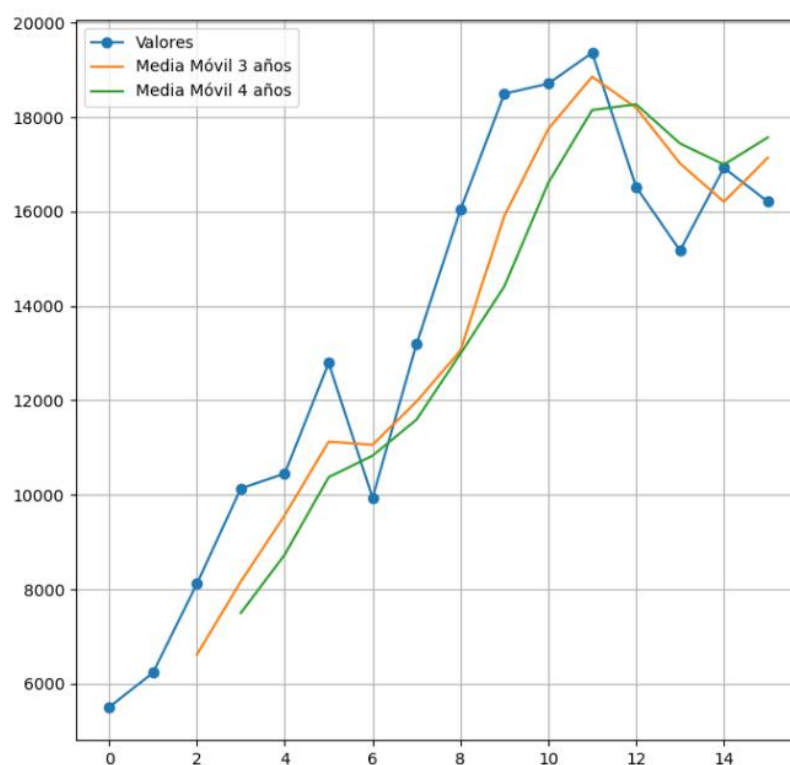
Una tabla de los promedios:

Tabla de promedios

	Valores	Promedio a 3	Promedio a 4	Error promedio 3	Error promedio 4
0	5501.000000	NaN	NaN	NaN	NaN
1	6232.700000	NaN	NaN	NaN	NaN
2	8118.300000	6617.300000	NaN	1501.0	NaN
3	10137.000000	8162.700000	7497.200000	1974.3	2639.8
4	10449.500000	9568.300000	8734.400000	881.2	1715.1
5	12794.600000	11127.000000	10374.800000	1667.6	2419.8
6	9939.100000	11061.100000	10830.000000	-1122.0	-890.9
7	13193.000000	11975.600000	11594.000000	1217.4	1599.0
8	16036.200000	13056.100000	12990.700000	2980.1	3045.5
9	18496.900000	15908.700000	14416.300000	2588.2	4080.6
10	18709.300000	17747.500000	16608.900000	961.8	2100.4
11	19363.500000	18856.600000	18151.500000	506.9	1212.0
12	16521.500000	18198.100000	18272.800000	-1676.6	-1751.3
13	15175.400000	17020.100000	17442.400000	-1844.7	-2267.0
14	16927.000000	16208.000000	16996.800000	719.0	-69.8
15	16207.966667	17142.066667	17570.666667	-934.1	-1362.7

Una gráfica de los promedios:

Gráfica comparativa de promedios



Métodos de Regresión: Regresión Lineal

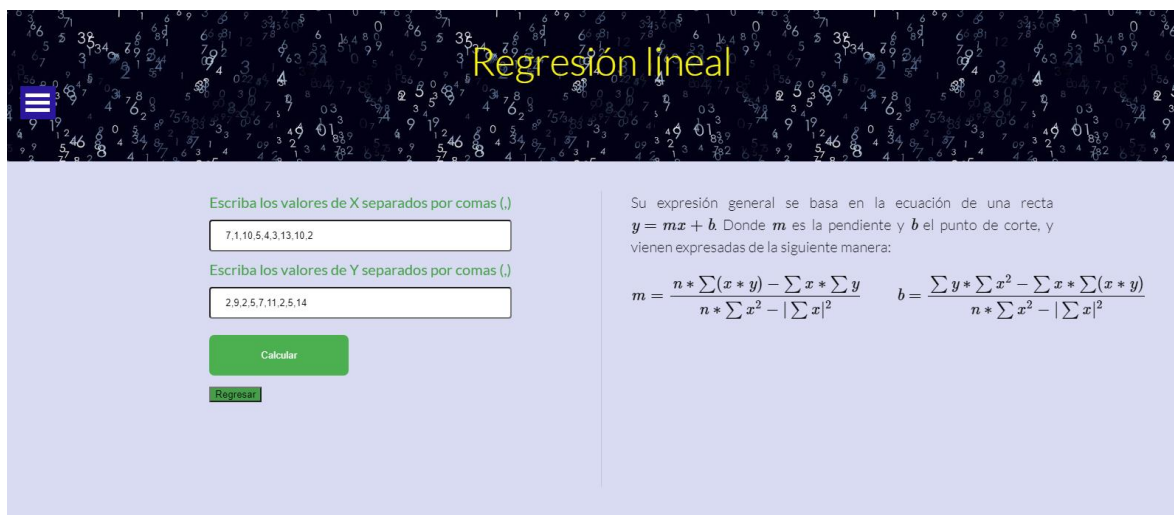
Seleccionamos desde la ventana principal:



Al cargar nos encontraremos con dos campos:

- X = Valores de X separados por comas (,)
- Y = Valores de Y separados por comas (,)

Hay que recordar que ambos campos deben tener la misma cantidad de ingresos:



Le damos al botón de calcular y nos mostrará los siguientes datos:

Una solución analítica del problema:

Su expresión general se basa en la ecuación de una recta $y = mx + b$. Donde m es la pendiente y b el punto de corte, y vienen expresadas de la siguiente manera:

$$m = \frac{n \cdot \sum(x \cdot y) - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - |\sum x|^2} \quad b = \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum(x \cdot y)}{n \cdot \sum x^2 - |\sum x|^2}$$

Como se puede ver usa las sumatorias de todas las columnas de nuestros datos, n viene siendo la cantidad de datos ingresados que equivale a **9**, para los datos ingresados tenemos las siguientes sumatorias totales:

$$\sum x = 55.0 \quad \sum y = 57.0 \quad \sum x^2 = 473.0 \quad \sum xy = 233.0$$

Por lo cual al reemplazar en m y b nos va a dar lo siguiente:

$$m = \frac{9 \cdot 233.0 - 55.0 \cdot 57.0}{9 \cdot 473.0 - |473.0|^2} = -0.8425324675324686$$

$$b = \frac{57.0 \cdot 473.0 - 55.0 \cdot 233.0}{9 \cdot 473.0 - |473.0|^2} = 11.482142857142863$$

La recta obtenida con el método de los mínimos cuadrados la siguiente:

$$y = -0.8425324675324686 \cdot x + 11.482142857142863$$

Si igualamos a **0** y despejamos x tendremos el valor de donde corta la recta en x :

$$0 = -0.8425324675324686 \cdot x + 11.482142857142863$$

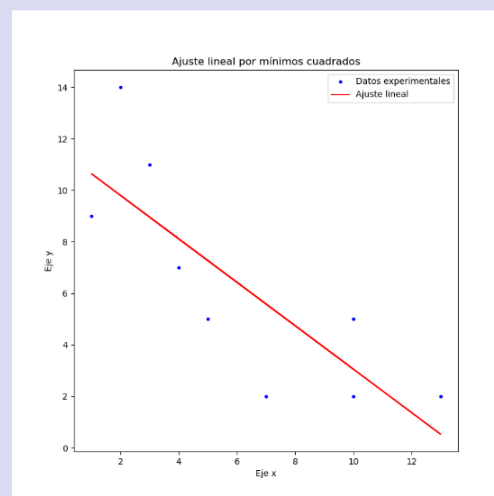
$$x = -\frac{11.482142857142863}{-0.8425324675324686} = 13.628131021194594$$

Tabla y gráfico de los datos ingresados con resultados:

Tabla de valores

	X	Y	X^2	XY	Ajuste
0	7.0	2.0	49.0	14.0	5.584416
1	1.0	9.0	1.0	9.0	10.639610
2	10.0	2.0	100.0	20.0	3.056818
3	5.0	5.0	25.0	25.0	7.269481
4	4.0	7.0	16.0	28.0	8.112013
5	3.0	11.0	9.0	33.0	8.954545
6	13.0	2.0	169.0	26.0	0.529221
7	10.0	5.0	100.0	50.0	3.056818
8	2.0	14.0	4.0	28.0	9.797078

Gráfica del ajuste



Métodos de simulación: Montecarlo

Seleccionamos desde la ventana principal:



The screenshot shows a web application titled 'Técnicas de simulación' with the subtitle 'Un lugar para realizar tus cálculos'. The background is dark with floating numbers. Below the title, there are five buttons: 'Métodos Randoms', 'Métodos Probabilísticos', 'Métodos Regresión', 'Métodos Simulación', and 'Modelos de simulación'. The 'Métodos Simulación' button is highlighted. Below these buttons, there is a section titled 'Métodos de Simulación' with a paragraph of text. To the right of this text is a sidebar with a hamburger menu icon and the text 'Click to open'. The sidebar contains two items: 'Método Monte Carlo' and 'Método de la transformada inversa'.

Técnicas de simulación
Un lugar para realizar tus cálculos

Métodos Randoms Métodos Probabilísticos Métodos Regresión Métodos Simulación Modelos de simulación

Métodos de Simulación

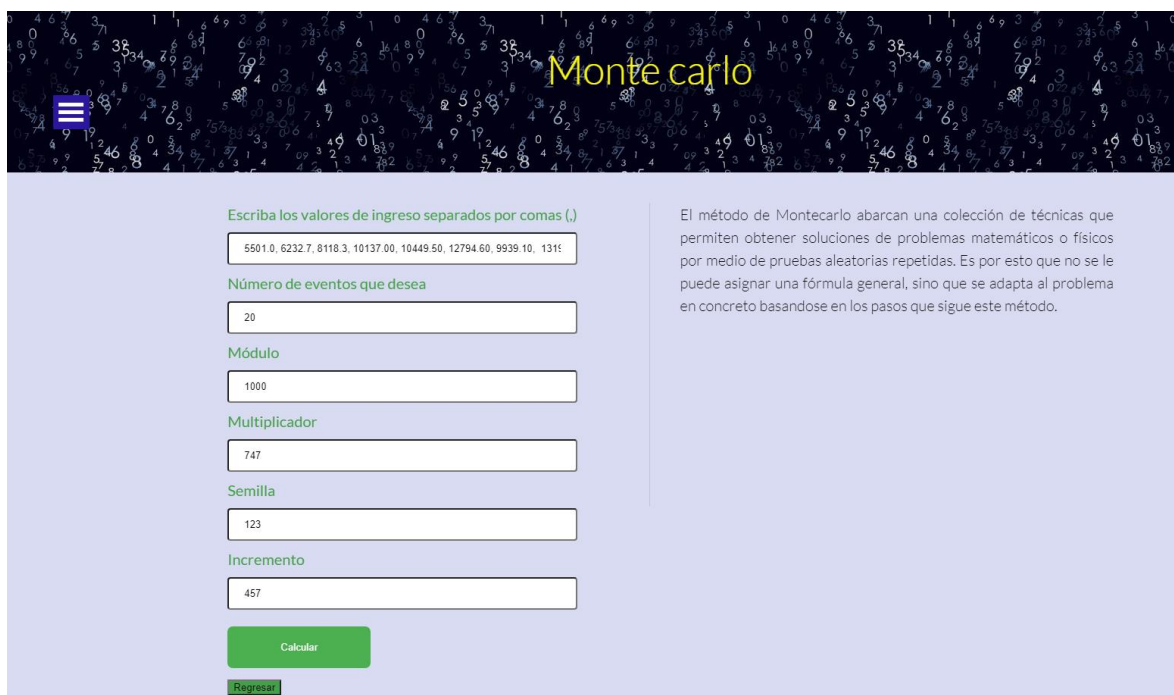
La simulación es el producto de: El estudio del Sistema, la Modelación de los componentes del sistema, la utilización de Técnicas y herramientas estadísticas, números aleatorios y pronósticos para obtener un completo informe de resultados junto con la utilización de un Lenguaje de programación que nos permita realizar el análisis de datos. Esta es una valiosa herramienta que puede para una amplia variedad de problemas prácticos de la vía real.

Click to open

- Método Monte Carlo
- Método de la transformada inversa

Al cargar nos va a mostrar un formulario de ingreso donde tenemos que ingresar los siguientes datos:

- Valores de ingreso = Separados por comas (,) para indicar la cantidad deseada de datos.
- Número de eventos = Cantidad que va a crear de eventos la simulación.
- m = Módulo que usará.
- A = Multiplicador a usar en cada iteración.
- X0 = Semilla, el primer número que usará el sistema.
- C = Incremento, valor que se sumará en cada iteración.



The screenshot shows a web application titled 'Monte carlo'. The background is dark with floating numbers. On the left, there is a sidebar with a hamburger menu icon. The main content area contains a form with the following fields: 'Escriba los valores de ingreso separados por comas (,)' with the value '5501.0, 6232.7, 8118.3, 10137.00, 10449.50, 12794.60, 9939.10, 1315'; 'Número de eventos que desea' with the value '20'; 'Módulo' with the value '1000'; 'Multiplicador' with the value '747'; 'Semilla' with the value '123'; and 'Incremento' with the value '457'. Below these fields are two buttons: 'Calcular' and 'Regresar'. On the right side of the form, there is a paragraph of text explaining the Monte Carlo method.

Monte carlo

Escriba los valores de ingreso separados por comas (,)

5501.0, 6232.7, 8118.3, 10137.00, 10449.50, 12794.60, 9939.10, 1315

Número de eventos que desea

20

Módulo

1000

Multiplicador

747

Semilla

123

Incremento

457

Calcular

Regresar

El método de Montecarlo abarcan una colección de técnicas que permiten obtener soluciones de problemas matemáticos o físicos por medio de pruebas aleatorias repetidas. Es por esto que no se le puede asignar una fórmula general, sino que se adapta al problema en concreto basandose en los pasos que sigue este método.

Al darle al botón de calcular nos devolverá los siguientes datos:

Una solución analítica del problema:

El método de Montecarlo abarcan una colección de técnicas que permiten obtener soluciones de problemas matemáticos o físicos por medio de pruebas aleatorias repetidas. Es por esto que no se le puede asignar una fórmula general, sino que se adapta al problema en concreto basandose en los pasos que sigue este método.

Para este caso en particular, una vez ingresados los datos sacamos la probabilidad de cada valor, esto se hace sumando todos los valores ingresados primero, para luego dividir cada valor por la suma realizada anteriormente, por ejemplo para el primer dato tenemos:

$$\frac{\sum(\text{datos})}{15} = \frac{197594.99999999997}{15}$$

$$\frac{5501.0}{197594.99999999997} = 0.027839773273615226$$

Luego sacamos la **FPA** (probabilidad acumulada) y los **mínimos** y **máximos**, donde la **FPA** actual va a ser la suma de la probabilidad del dato anterior con la probabilidad del dato actual, mientras que para **mínimos** y **máximos**, el mínimo va a ser la **FPA** anterior, y para el máximo la **FPA** actual. Todo se puede apreciar mejor en el gráfico.

Por último generamos nuestros números aleatorios por el generador de nuestra preferencia, y buscamos entre que rango se encuentra este número para determinar a que valor corresponde y así generar nuestros datos de la simulación.

Y dos tablas, una de la probabilidad acumulada y los mínimos y máximos, y la otra de simulación:

Tabla de probabilidades de mínimos y máximos

	Valores	Probabilidad	FPA	Min	Max
0	5501.0	0.027840	0.027840	0.000000	0.027840
1	6232.7	0.031543	0.059383	0.027840	0.059383
2	8118.3	0.041086	0.100468	0.059383	0.100468
3	10137.0	0.051302	0.151770	0.100468	0.151770
4	10449.5	0.052883	0.204653	0.151770	0.204653
5	12794.6	0.064752	0.269405	0.204653	0.269405
6	9939.1	0.050300	0.319705	0.269405	0.319705
7	13193.0	0.066768	0.386473	0.319705	0.386473
8	16036.2	0.081157	0.467630	0.386473	0.467630
9	18496.9	0.093610	0.561240	0.467630	0.561240
10	18709.3	0.094685	0.655926	0.561240	0.655926
11	19363.5	0.097996	0.753921	0.655926	0.753921
12	16521.5	0.083613	0.837534	0.753921	0.837534
13	15175.4	0.076801	0.914335	0.837534	0.914335
14	16927.0	0.085665	1.000000	0.914335	1.000000

Tabla de la simulación

	ri	Simulación
0	0.338	13193.0
1	0.943	16927.0
2	0.878	15175.4
3	0.323	13193.0
4	0.738	19363.5
5	0.743	19363.5
6	0.478	18496.9
7	0.523	18496.9
8	0.138	10137.0
9	0.543	18496.9
10	0.078	8118.3
11	0.723	19363.5
12	0.538	18496.9
13	0.343	13193.0
14	0.678	19363.5
15	0.923	16927.0
16	0.938	16927.0
17	0.143	10137.0
18	0.278	9939.1
19	0.123	10137.0

Modelos de Simulación: línea de espera

Seleccionamos desde la ventana principal:

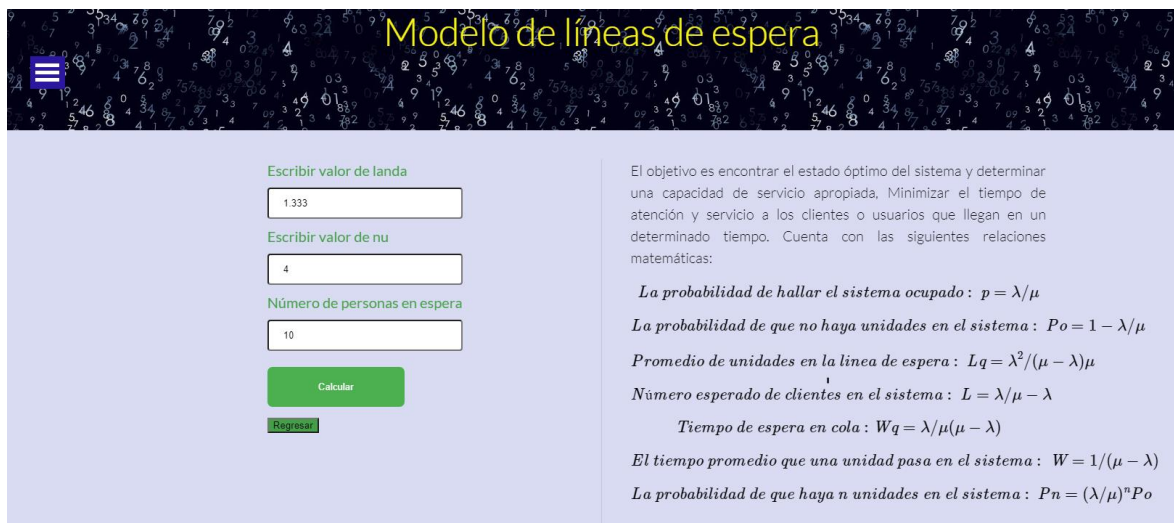


The screenshot shows the main interface of the 'Técnicas de simulación' application. At the top, there's a header with the title 'Técnicas de simulación' and the subtitle 'Un lugar para realizar tus cálculos'. Below this, there are five navigation buttons: 'Métodos Randoms', 'Métodos Probabilísticos', 'Métodos Regresión', 'Métodos Simulación', and 'Modelos de Simulación'. The 'Modelos de Simulación' button is highlighted. Below the navigation bar, there's a section titled 'Modelos de simulación' with a description: 'Se trata de permitir predecir, comparar y optimizar el comportamiento de sus procesos simulados en un tiempo muy breve sin el coste ni el riesgo de llevarlos a cabo, haciendo posible la representación de los procesos, recursos, productos y servicios en un modelo dinámico. Por lo general estos están enfocados más a los procesos realizados por las empresas.' To the right of this text is a sidebar with a menu icon and the text 'Click to open'. The sidebar contains two items: 'Modelos de inventario' and 'Modelo de línea de espera', with the latter being selected.

Al cargar nos va a mostrar un formulario de ingreso con los siguientes datos:

- Lambda (λ) = el cual representa el tiempo promedio entre llegadas
- Mu (μ) = la capacidad promedio del servidor
- Número de personas en espera = Para determinar cuántos están en cola.

Hay que recordar que lambda debe ser siempre menor a Miu.



The screenshot shows the 'Modelo de líneas de espera' application interface. It features a form on the left for inputting data and a text area on the right for the objective and formulas. The form has three input fields: 'Escribir valor de landa' (with value 1.333), 'Escribir valor de nu' (with value 4), and 'Número de personas en espera' (with value 10). Below these fields are 'Calcular' and 'Regresar' buttons. The text area on the right contains the objective: 'El objetivo es encontrar el estado óptimo del sistema y determinar una capacidad de servicio apropiada, Minimizar el tiempo de atención y servicio a los clientes o usuarios que llegan en un determinado tiempo. Cuenta con las siguientes relaciones matemáticas:' followed by several formulas:

- La probabilidad de hallar el sistema ocupado : $p = \lambda/\mu$
- La probabilidad de que no haya unidades en el sistema : $Po = 1 - \lambda/\mu$
- Promedio de unidades en la línea de espera : $Lq = \lambda^2/(\mu - \lambda)\mu$
- Número esperado de clientes en el sistema : $L = \lambda/\mu - \lambda$
- Tiempo de espera en cola : $Wq = \lambda/\mu(\mu - \lambda)$
- El tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema : $W = 1/(\mu - \lambda)$
- La probabilidad de que haya n unidades en el sistema : $Pn = (\lambda/\mu)^n Po$

Al darle a calcular nos devolverá los siguientes datos:

Una solución analítica al sistema:

Escribir valor de landa

El objetivo es encontrar el estado óptimo del sistema y determinar una capacidad de servicio apropiada, Minimizar el tiempo de atención y servicio a los clientes o usuarios que llegan en un determinado tiempo. Cuenta con las siguientes relaciones matemáticas:

La probabilidad de hallar el sistema ocupado : $p = \lambda/\mu$

La probabilidad de que no haya unidades en el sistema : $Po = 1 - \lambda/\mu$

Promedio de unidades en la linea de espera : $Lq = \lambda^2/(\mu - \lambda)\mu$

Número esperado de clientes en el sistema : $L = \lambda/\mu - \lambda$

Tiempo de espera en cola : $Wq = \lambda/\mu(\mu - \lambda)$

El tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema : $W = 1/(\mu - \lambda)$

La probabilidad de que haya n unidades en el sistema : $Pn = (\lambda/\mu)^n Po$

Para los datos ingresados los resultados serían los siguientes:

La probabilidad de hallar el sistema ocupado : 0.333

La probabilidad de que no haya unidades en el sistema : 0.667

Promedio de unidades en la linea de espera : 0.167

Número esperado de clientes en el sistema : 0.5

Tiempo de espera en cola : 0.125

El tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema : 0.375

La probabilidad de que haya n unidades en el sistema : 0.222

Escribir valor de nu

Número de personas en espera

Calcular

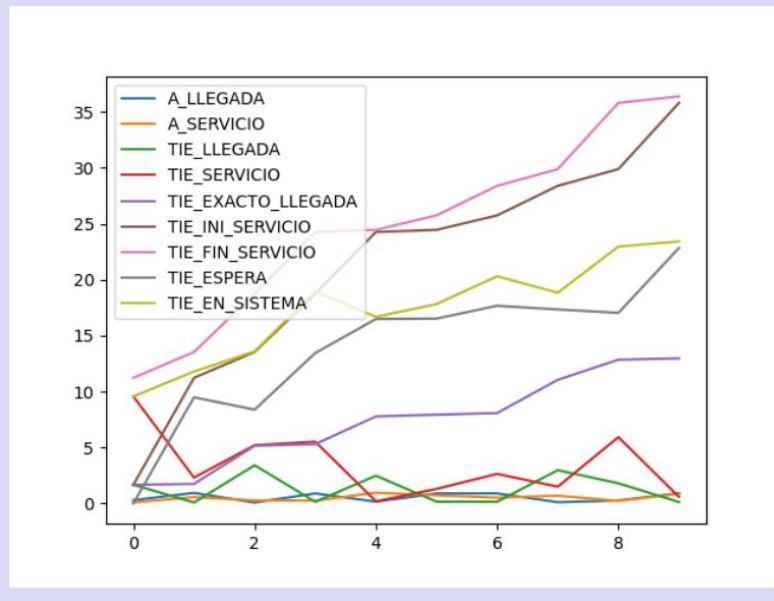
Regresar

Una tabla de resultados con tiempos de llegada y salida:

Tabla de resultados									
	A_LLEGADA	A_SERVICIO	TIE_LLEGADA	TIE_SERVICIO	TIE_EXACTO_LLEGADA	TIE_INI_SERVICIO	TIE_FIN_SERVICIO	TIE_ESPERA	TIE_EN_SISTEMA
0	0.286832	0.091585	1.664726	9.561939	1.664726	1.664726	11.226666	0.000000	9.561939
1	0.942852	0.561419	0.078441	2.309149	1.743168	11.226666	13.535814	9.483498	11.792647
2	0.077450	0.272241	3.409977	5.204270	5.153145	13.535814	18.740085	8.382669	13.586940
3	0.896806	0.251539	0.145185	5.520629	5.298330	18.740085	24.260713	13.441755	18.962384
4	0.155911	0.953918	2.477336	0.188711	7.775666	24.260713	24.449424	16.485047	16.673758
5	0.890921	0.723242	0.153960	1.296043	7.929627	24.449424	25.745468	16.519798	17.815841
6	0.894454	0.516590	0.148684	2.642021	8.078311	25.745468	28.387489	17.667157	20.309178
7	0.107687	0.688653	2.970625	1.492071	11.048936	28.387489	29.879560	17.338553	18.830624
8	0.259682	0.227305	1.797283	5.925857	12.846219	29.879560	35.805417	17.033341	22.959198
9	0.911795	0.865509	0.123089	0.577748	12.969308	35.805417	36.383165	22.836109	23.413857

Una gráfica de los valores obtenidos de la tabla anterior:

Gráfico de valores



Una tabla de valores acumulados:

Tabla de valores acumulados

	A_LLEGADA	A_SERVICIO	TIE_LLEGADA	TIE_SERVICIO	TIE_EXACTO_LLEGADA	TIE_INI_SERVICIO	TIE_FIN_SERVICIO	TIE_ESPERA	TIE_EN_SISTEMA
count	10.000000	10.000000	10.000000	10.000000	10.000000	10.000000	10.000000	10.000000	10.000000
mean	0.542439	0.515200	1.296931	3.471844	7.450744	21.369536	24.841380	13.918793	17.390637
std	0.389815	0.294689	1.327453	2.984387	4.071687	10.146147	8.453082	6.434246	4.572122
min	0.077450	0.091585	0.078441	0.188711	1.664726	1.664726	11.226666	0.000000	9.561939
25%	0.181854	0.256715	0.146060	1.345050	5.189441	14.836882	20.120242	10.473062	14.358644
50%	0.588877	0.539005	0.909343	2.475585	7.852646	24.355069	25.097446	16.502423	18.323233
75%	0.896218	0.714595	2.307323	5.441539	10.306280	27.726984	29.506542	17.262250	19.972479
max	0.942852	0.953918	3.409977	9.561939	12.969308	35.805417	36.383165	22.836109	23.413857