

Generación de números aleatorios Parte II

Enrique E. Tarifa, Facultad de Ingeniería, UNJu

Mapa curricular de la materia

- Definiciones
- Sistemas determinísticos
- Sistemas estocásticos
- Sistemas continuos

Mapa curricular de la materia

- Definiciones
- Sistemas determinísticos
- **Sistemas estocásticos**
- Sistemas continuos

Mapa curricular de generación de variables aleatorias

1. Distribución truncada
2. Método de aceptación y rechazo
3. Transformada inversa truncada
4. Método de la convolución
5. Generador de Poisson
6. Generador normal
7. Programación
8. Prueba de calidad

Generadores de variables aleatorias

Variables aleatorias

R

- Número aleatorio
- Distribución uniforme

X

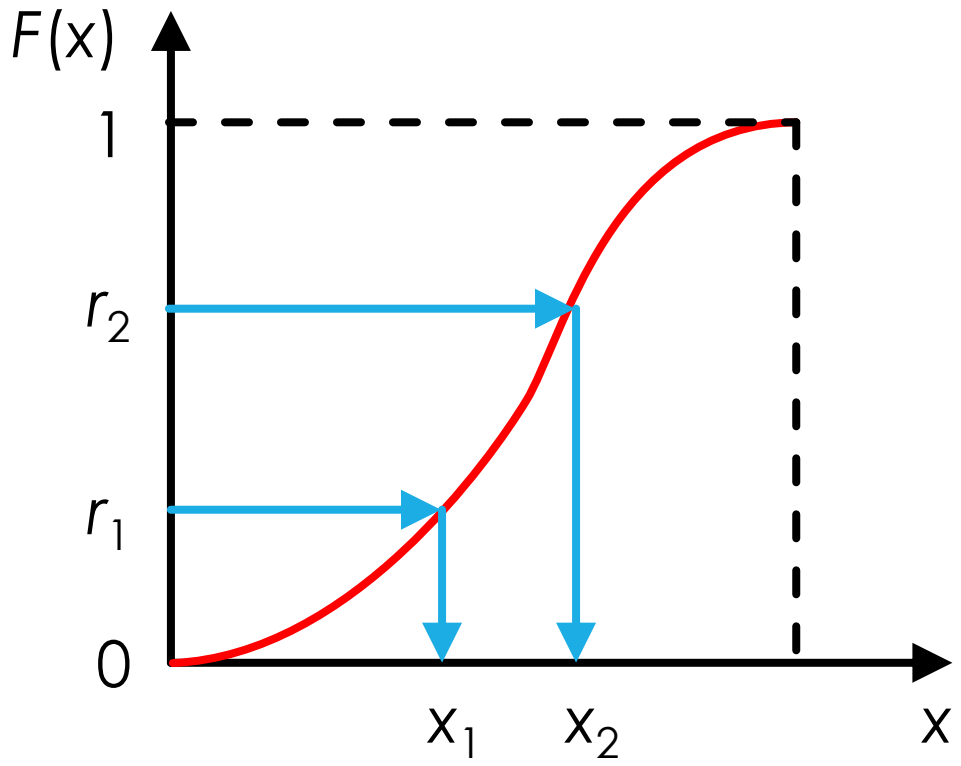
- Variable aleatoria
- Cualquier distribución $f(x)$ o $p(x)$

Método de la transformada inversa

Método analítico

1. Dada $f(x)$ o $p(x)$
2. Obtener $F(x)$
3. Plantear $F(x) = r$
4. Despejar $x = F^{-1}(r)$

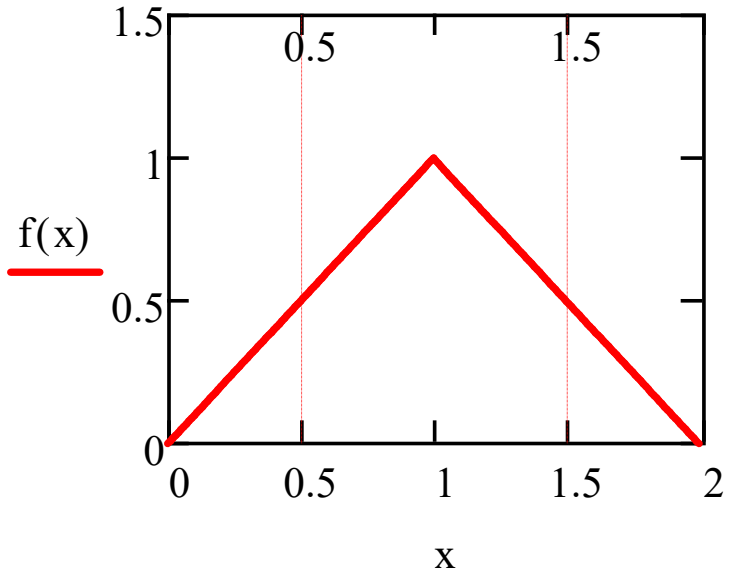
Método gráfico



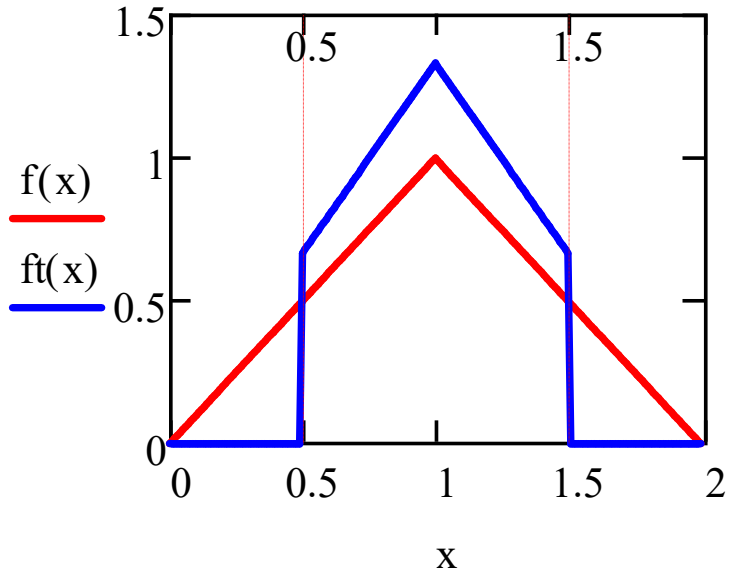
Distribución truncada

Distribución truncada

Triangular(0, 1, 2)



Triangular(0, 1, 2) en [0.5, 1.5]

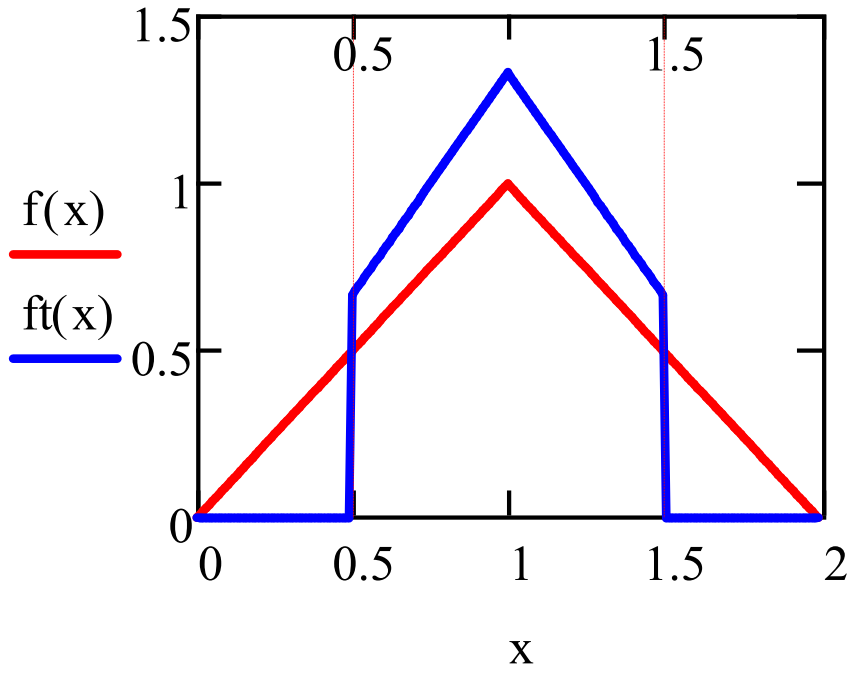


El área debe seguir siendo igual a 1.

Aceptación y rechazo

1. Generar x con triangular(0, 1, 2)
2. Si x ∈ [0.5, 1.5], informar x; si no, ir a 1.

Triangular(0, 1, 2) en [0.5, 1.5]



Ineficiente cuando aumentan los rechazos.

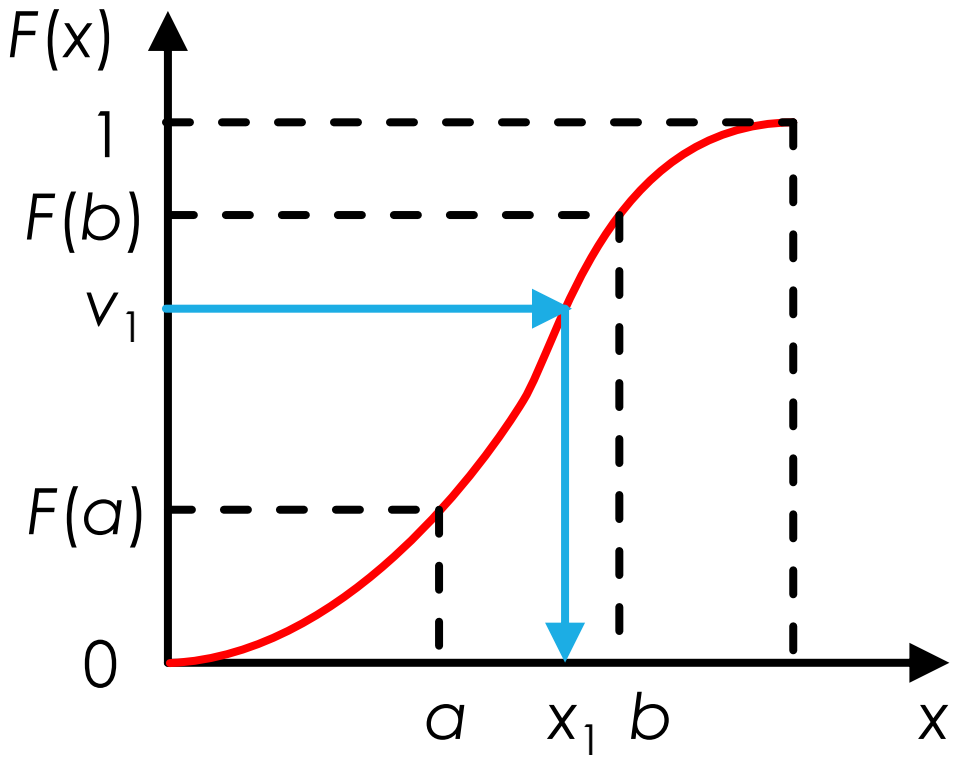
Transformada inversa truncada

Método analítico

Para $f(x)$ o $p(x)$ truncada en $[a, b]$, obtener $F(x)$:

1. Generar r
2. Hacer $v \leftarrow F(a) + \big(F(b) - F(a)\big)\, r$
3. Hacer $x \leftarrow F^{-1}(v)$

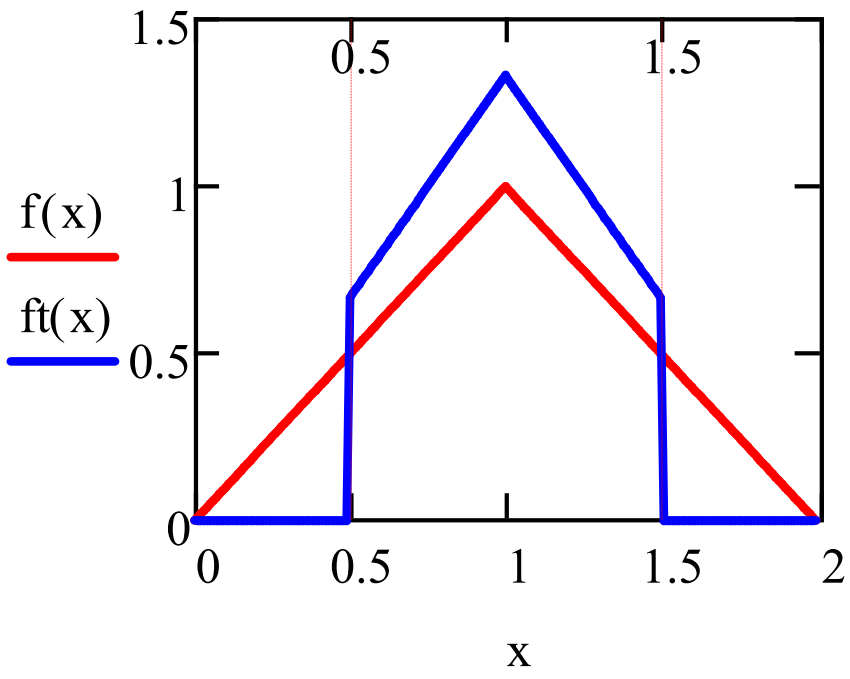
Método gráfico



Distribución truncada

$$f^*(x) = \begin{cases} \dfrac{f(x)}{F(b)-F(a)} & a \le x \le b \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$F^*(x) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \dfrac{F(x)-F(a)}{F(b)-F(a)} & a \le x \le b \\ 1 & x > b \end{cases}$$



Generador exponencial truncada.xlsx

E6

	A	B	C	D
1	*i*	***r***	***v***	**x**
2	1	0.6138885	0.8467138	0.9377241
3	2	0.2804072	0.7301408	0.6549274
4	3	0.0994581	0.6668875	0.5496375
5	4	0.8684958	0.9357153	1.3722166
6	5	0.9602182	0.9677781	1.7175543
7	6	0.1957962	0.7005638	0.602927
8	7	0.0446482	0.6477279	0.5216758
9	8	0.5408875	0.8211952	0.8607304
10	9	0.1719905	0.6922422	0.5892211
11	10	0.8435545	0.9269967	1.3086252
12	11	0.3727483	0.7624199	0.7186252
13	12	0.7480923	0.8936265	1.1203996
14	13	0.8899264	0.9432066	1.4341676
15	14	0.2929331	0.7345193	0.6631067
16	15	0.7872508	0.9073149	1.189274
17	16	0.5287232	0.816943	0.848979
18	17	0.3277903	0.7467042	0.6865986

1. Generar *r*
2. $v \leftarrow F(a) + (F(b)-F(a))\, r$
3. $x \leftarrow F^{-1}(v)$

lambda =	2	a =	0.5
xmin =	0.5003249	b =	2
xmax =	1.9893093	F(a) =	0.6321206
		F(b) =	0.9816844

$$x = -\frac{1}{\lambda}\ln(1-v)$$

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1-\exp(-\lambda x) & x \geq 0 \end{cases}$$

Autoguardado | Generador exponencial truncada... | Buscar

Archivo Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda | Comentarios | Compartir

Insertar función | Autosuma | Usado recientemente | Financieras | Lógicas | Texto | Fecha y hora — Biblioteca de funciones

Insertar Python | Restablecer | Diagnósticos | Inicialización — Python (versión preliminar)

Administrador de nombres | Asignar nombre | Utilizar en la fórmula | Crear desde la selección — Nombres definidos

Rastrear precedentes | Rastrear dependientes | Quitar flechas — Auditoría de fórmulas

Ventana Inspección

Opciones para el cálculo — Cálculo

F6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	*i*	***r***	***v***	**x**		1. Generar *r*		lambda =	2		a =	0.5
2	1	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B2	=-1/I$1*LN(1-C2)		2. $v \leftarrow F(a) + (F(b)-F(a))\,r$		xmin =	=MIN(D:D)		b =	2
3	2	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B3	=-1/I$1*LN(1-C3)		3. $x \leftarrow F^{-1}(v)$		xmax =	=MAX(D:D)		F(a) =	=1-EXP(-I1*L1)
4	3	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B4	=-1/I$1*LN(1-C4)							F(b) =	=1-EXP(-I1*L2)
5	4	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B5	=-1/I$1*LN(1-C5)								
6	5	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B6	=-1/I$1*LN(1-C6)								
7	6	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B7	=-1/I$1*LN(1-C7)								
8	7	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B8	=-1/I$1*LN(1-C8)								
9	8	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B9	=-1/I$1*LN(1-C9)								
10	9	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B10	=-1/I$1*LN(1-C10)								
11	10	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B11	=-1/I$1*LN(1-C11)								
12	11	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B12	=-1/I$1*LN(1-C12)								
13	12	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B13	=-1/I$1*LN(1-C13)								
14	13	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B14	=-1/I$1*LN(1-C14)								
15	14	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B15	=-1/I$1*LN(1-C15)								
16	15	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B16	=-1/I$1*LN(1-C16)								
17	16	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B17	=-1/I$1*LN(1-C17)								
18	17	=ALEATORIO()	=L$3+(L$4-L$3)*B18	=-1/I$1*LN(1-C18)								

$$x = -\frac{1}{\lambda}\ln(1-v)$$

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ 1-\exp(-\lambda x) & x \geq 0 \end{cases}$$

Original | Fijo | Truncada | Fijo 2 | +

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 130%

Método de la convolución

Método de la convolución

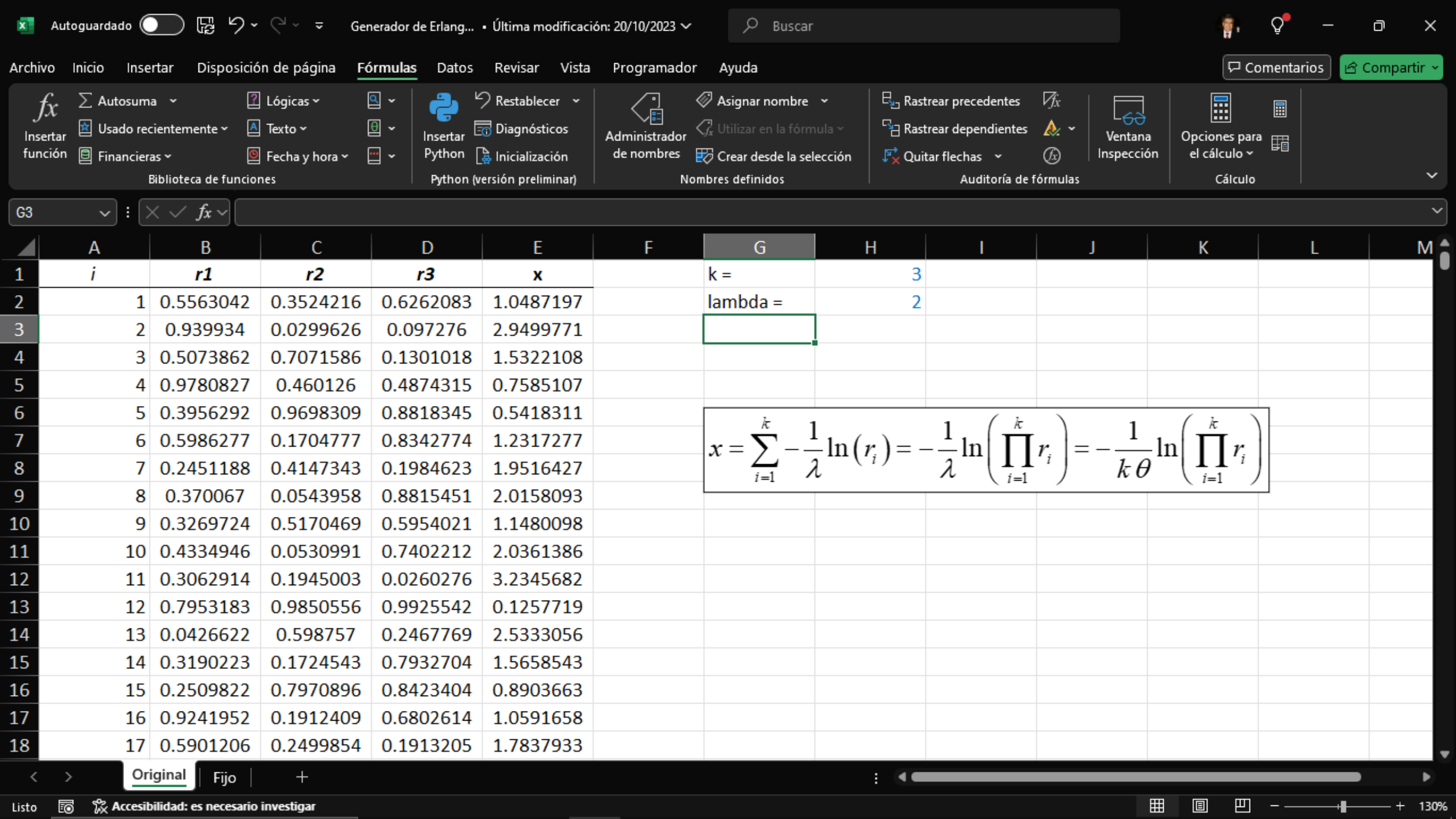
- El generador deseado para *f*(x) se obtiene sumando *k* resultados de un generador ya disponible de otra distribución *g*(x).
- $x = x_1 + x_2 + \ldots + x_k$

Generador de Erlang

- $g(x)$ es la distribución exponencial.

$$x = \sum_{i=1}^{k} -\frac{1}{\lambda} \ln(r_i)$$

Generador de Erlang.xlsx



Autoguardado | Generador de Erlang... • Última modificación: 20/10/2023 | Buscar

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda | Comentarios | Compartir

Insertar función | Autosuma | Usado recientemente | Financieras | Lógicas | Texto | Fecha y hora | Biblioteca de funciones

Insertar Python | Restablecer | Diagnósticos | Inicialización | Python (versión preliminar)

Administrador de nombres | Asignar nombre | Utilizar en la fórmula | Crear desde la selección | Nombres definidos

Rastrear precedentes | Rastrear dependientes | Quitar flechas | Auditoría de fórmulas

Ventana Inspección | Opciones para el cálculo | Cálculo

G3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	*i*	***r1***	***r2***	***r3***	**x**		k =	3					
2	1	0.5563042	0.3524216	0.6262083	1.0487197		lambda =	2					
3	2	0.939934	0.0299626	0.097276	2.9499771								
4	3	0.5073862	0.7071586	0.1301018	1.5322108								
5	4	0.9780827	0.460126	0.4874315	0.7585107								
6	5	0.3956292	0.9698309	0.8818345	0.5418311								
7	6	0.5986277	0.1704777	0.8342774	1.2317277								
8	7	0.2451188	0.4147343	0.1984623	1.9516427								
9	8	0.370067	0.0543958	0.8815451	2.0158093								
10	9	0.3269724	0.5170469	0.5954021	1.1480098								
11	10	0.4334946	0.0530991	0.7402212	2.0361386								
12	11	0.3062914	0.1945003	0.0260276	3.2345682								
13	12	0.7953183	0.9850556	0.9925542	0.1257719								
14	13	0.0426622	0.598757	0.2467769	2.5333056								
15	14	0.3190223	0.1724543	0.7932704	1.5658543								
16	15	0.2509822	0.7970896	0.8423404	0.8903663								
17	16	0.9241952	0.1912409	0.6802614	1.0591658								
18	17	0.5901206	0.2499854	0.1913205	1.7837933								

$$x = \sum_{i=1}^{k} -\frac{1}{\lambda}\ln(r_i) = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\prod_{i=1}^{k} r_i\right) = -\frac{1}{k\theta}\ln\left(\prod_{i=1}^{k} r_i\right)$$

Original | Fijo

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 130%

Autoguardado | Generador de Erlang... • Última modificación: 20/10/2023 | Buscar

Archivo Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda | Comentarios | Compartir

Insertar función | Autosuma | Usado recientemente | Financieras | Lógicas | Texto | Fecha y hora — Biblioteca de funciones

Insertar Python | Restablecer | Diagnósticos | Inicialización — Python (versión preliminar)

Administrador de nombres | Asignar nombre | Utilizar en la fórmula | Crear desde la selección — Nombres definidos

Rastrear precedentes | Rastrear dependientes | Quitar flechas — Auditoría de fórmulas

Ventana Inspección

Opciones para el cálculo — Cálculo

G3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	*i*	***r1***	***r2***	***r3***	**x**		k =	3	
2	1	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B2*C2*D2)		lambda =	2	
3	2	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B3*C3*D3)				
4	3	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B4*C4*D4)				
5	4	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B5*C5*D5)				
6	5	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B6*C6*D6)				
7	6	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B7*C7*D7)				
8	7	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B8*C8*D8)				
9	8	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B9*C9*D9)				
10	9	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B10*C10*D10)				
11	10	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B11*C11*D11)				
12	11	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B12*C12*D12)				
13	12	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B13*C13*D13)				
14	13	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B14*C14*D14)				
15	14	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B15*C15*D15)				
16	15	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B16*C16*D16)				
17	16	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B17*C17*D17)				
18	17	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=-1/$H$2*LN(B18*C18*D18)				

$$x = \sum_{i=1}^{k} -\frac{1}{\lambda}\ln(r_i) = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\prod_{i=1}^{k} r_i\right) = -\frac{1}{k\theta}\ln\left(\prod_{i=1}^{k} r_i\right)$$

Original | Fijo

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 130%

Generador de Poisson

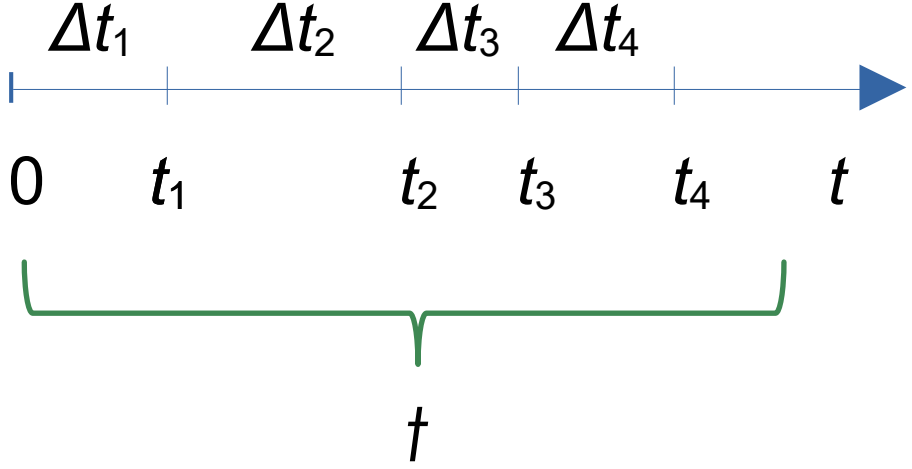
$$\Delta t_1 + \Delta t_2 + \ldots + \Delta t_n \le t < \Delta t_1 + \ldots + \Delta t_n + \Delta t_{n+1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} -\frac{1}{\lambda}\ln(r_i) \le t < \sum_{i=1}^{n+1} -\frac{1}{\lambda}\ln(r_i)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \ln(r_i) \ge -\alpha > \sum_{i=1}^{n+1} \ln(r_i)$$

$$\ln\left(\prod_{i=1}^{n} r_i\right) \ge -\alpha > \ln\left(\prod_{i=1}^{n+1} r_i\right)$$

$$\prod_{i=1}^{n} r_i \ge e^{-\alpha} > \prod_{i=1}^{n+1} r_i$$



$$t_4 \le t < t_5$$

$$t_n \le t < t_{n+1}$$

Generador de Poisson

1. $i \leftarrow 0, P \leftarrow 1$
2. Repetir
    1. $i \leftarrow i + 1$
    2. Generar r
    3. $P \leftarrow P\, r$
3. Hasta $P < e^{-\alpha}$
4. $n \leftarrow i - 1$

Cuando $\alpha > 15$, conviene usar un generador normal estándar:

$$n = \text{Redondeo}\left(\alpha + \sqrt{\alpha}\, z\right)$$

$$\prod_{i=1}^{n} r_i \geq e^{-\alpha} > \prod_{i=1}^{n+1} r_i$$

- `REDONDEAR(x)` en Excel.
- No es `Round(x)` en Visual Basic

Transformación directa

Transformada directa para la normal

- Ramberg y Schmeiser (1972), *An approximate method for generating symmetric random variables*.
- Es un generador por transformación inversa aproximada.
- La función de percentil es $F^{-1}(r) = \lambda_1 + \frac{r^{\lambda_3} - (1-r)^{\lambda_4}}{\lambda_2}$.
- Para la distribución normal estándar es $z = F^{-1}(r) = \frac{r^{0.1349} - (1-r)^{0.1349}}{0.1975}$.
- Para la distribución normal es $x = \mu + \sigma z$.

Teorema del límite central

- La distribución del promedio de *n* variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas con media μ y varianza σ^2 se aproxima a una distribución normal con media μ y varianza σ^2/n.

$$x = \mu + \left(\sum_{i=1}^{12} r_i - 6 \right) \sigma$$

Generador normal.xlsx

Autoguardado | Generador normal... • Última modificación: 20/10/2023 | Buscar

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda | Comentarios | Compartir

Pegar | Calibri 11 | General | Formato condicional | Dar formato como tabla | Estilos de celda | Insertar | Eliminar | Formato | Ordenar y filtrar | Buscar y seleccionar | Complementos | Analizar datos

Portapapeles | Fuente | Alineación | Número | Estilos | Celdas | Edición | Complementos

P7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	*i*	*r1*	*r2*	*r3*	*r4*	*r5*	*r6*	*r7*	*r8*	*r9*	*r10*	*r11*	*r12*	*x*		mu =	0
2	1	0.07140331	0.6177581	0.07993101	0.32244816	0.66496927	0.06131015	0.34277622	0.71105314	0.46802752	0.49814488	0.48717656	0.94192694	-0.73307475		sigma =	1
3	2	0.54208541	0.43154383	0.46029023	0.68659462	0.3801201	0.66421058	0.84298192	0.10456	0.15851327	0.55672823	0.55126286	0.15249428	-0.46861466			
4	3	0.40310023	0.08176823	0.73146406	0.21485986	0.46515656	0.38523081	0.02971697	0.26277082	0.74517894	0.62506828	0.51818703	0.50355036	-1.03394784		$x = \mu + \left(\sum_{i=1}^{12} r_i - 6\right)\sigma$	
5	4	0.14198664	0.23348966	0.20150146	0.16584924	0.37685184	0.45035889	0.24679878	0.12911206	0.10306507	0.54703473	0.8878519	0.35061212	-2.16548763			
6	5	0.20248883	0.40774634	0.56919395	0.95362915	0.84214492	0.60386911	0.79118806	0.37936641	0.03355943	0.86186072	0.04654011	0.29745847	-0.01095451			
7	6	0.77186459	0.59126709	0.15442398	0.8789281	0.11472116	0.99813067	0.02874458	0.86638873	0.48982244	0.93141841	0.31424367	0.85109661	0.99105002			
8	7	0.11278259	0.44774527	0.16208803	0.32551014	0.56366833	0.98544756	0.7235372	0.32908637	0.69079691	0.02381131	0.96390104	0.2857065	-0.38591874			
9	8	0.25441867	0.8300484	0.89783118	0.86145184	0.48811294	0.19619871	0.32145767	0.54003837	0.11621518	0.25070388	0.45972754	0.8045082	0.02071257			
10	9	0.6725599	0.58867166	0.68331341	0.04887083	0.12081648	0.04041691	0.06159626	0.48224692	0.7917574	0.15385245	0.29622926	0.76660549	-1.29306301			
11	10	0.32726917	0.77665789	0.39485024	0.04704301	0.11033725	0.61951229	0.54150031	0.02675538	0.18172182	0.40008743	0.18724829	0.81799986	-1.56901708			
12	11	0.76865725	0.47685143	0.34001997	0.43662023	0.31150703	0.74965388	0.47204363	0.88450093	0.97431668	0.10618781	0.81328958	0.48223841	0.81588683			
13	12	0.95550242	0.63500755	0.82189692	0.28209035	0.66700891	0.42290405	0.21280342	0.13186562	0.08758594	0.21318323	0.84469697	0.8266054	0.10115079			
14	13	0.88679771	0.15234204	0.48737921	0.90320765	0.16851237	0.0051903	0.63903891	0.4142359	0.4770994	0.97413172	0.3632127	0.5471672	0.01831511			
15	14	0.39251339	0.645047	0.14359891	0.05709148	0.083868	0.84739314	0.64084618	0.90188335	0.70134487	0.26132317	0.20691648	0.30596974	-0.8122043			
16	15	0.86973717	0.5042303	0.7902235	0.11801156	0.53307924	0.1948027	0.82164345	0.62860481	0.60711951	0.97737671	0.92667724	0.52012365	1.49162986			
17	16	0.78485616	0.15650409	0.27277779	0.66560315	0.7913359	0.28070733	0.41662403	0.75206395	0.73704614	0.61616149	0.55087336	0.19571528	0.22026867			
18	17	0.94191255	0.20855711	0.21154676	0.5245779	0.90356115	0.05083805	0.89229412	0.65901681	0.00677732	0.89611068	0.69346121	0.26271143	0.25136508			
19	18	0.07854015	0.09489843	0.63627445	0.0202177	0.82528675	0.05464802	0.1418245	0.47122714	0.70612404	0.72517471	0.94706621	0.65245244	-0.64626546			
20	19	0.47205171	0.82500197	0.31987806	0.03109465	0.76633298	0.36702982	0.93759278	0.14155304	0.63249284	0.89430196	0.23608095	0.16538569	-0.21120354			
21	20	0.33871722	0.85644044	0.46934101	0.16524422	0.69042359	0.91044925	0.27577129	0.39782633	0.49877607	0.73331994	0.20498512	0.05188427	-0.40682127			
22	21	0.05553615	0.99193998	0.79110242	0.30703251	0.49281676	0.04097811	0.62760978	0.80921577	0.32552964	0.47559655	0.02498978	0.57294742	-0.48470513			
23	22	0.19770037	0.72219922	0.10803505	0.74285231	0.4003318	0.07963348	0.32594746	0.6561488	0.78679568	0.41138414	0.17343175	0.43342605	-0.9621139			
24	23	0.11499398	0.18281551	0.994796	0.27665912	0.36752878	0.8704389	0.45932656	0.8832871	0.43460903	0.26019943	0.45113441	0.24230825	-0.46190294			

Original | Fijo | Inversa

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 100%

Autoguardado | Generador normal.xlsx | Buscar

Archivo Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda | Comentarios | Compartir

Insertar función | Autosuma | Usado recientemente | Financieras | Lógicas | Texto | Fecha y hora — Biblioteca de funciones

Insertar Python | Restablecer | Diagnósticos | Inicialización — Python (versión preliminar)

Administrador de nombres | Asignar nombre | Utilizar en la fórmula | Crear desde la selección — Nombres definidos

Rastrear precedentes | Rastrear dependientes | Quitar flechas — Auditoría de fórmulas

Ventana Inspección

Opciones para el cálculo — Cálculo

P7

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	***r8***	***r9***	***r10***	***r11***	***r12***	***x***		mu =	0
2	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B2:M2)-6)*$Q$2		sigma =	1
3	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B3:M3)-6)*$Q$2			
4	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B4:M4)-6)*$Q$2		$x = \mu + \left(\sum_{i=1}^{12} r_i - 6\right)\sigma$	
5	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B5:M5)-6)*$Q$2			
6	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B6:M6)-6)*$Q$2			
7	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B7:M7)-6)*$Q$2			
8	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B8:M8)-6)*$Q$2			
9	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B9:M9)-6)*$Q$2			
10	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B10:M10)-6)*$Q$2			
11	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B11:M11)-6)*$Q$2			
12	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B12:M12)-6)*$Q$2			
13	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B13:M13)-6)*$Q$2			
14	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B14:M14)-6)*$Q$2			
15	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B15:M15)-6)*$Q$2			
16	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B16:M16)-6)*$Q$2			
17	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B17:M17)-6)*$Q$2			
18	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B18:M18)-6)*$Q$2			
19	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B19:M19)-6)*$Q$2			
20	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=ALEATORIO()	=$Q$1+(SUMA(B20:M20)-6)*$Q$2			

Original | Fijo | Inversa

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 120%

Transformada inversa

- Generar r
- $x = F^{-1}(r)$
- x = DISTR.NORM.INV(r, μ, σ)

Generador normal.xlsx

Autoguardado | Generador normal.xlsx | Buscar

Archivo Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda | Comentarios | Compartir

Insertar función | Autosuma | Usado recientemente | Financieras | Lógicas | Texto | Fecha y hora — Biblioteca de funciones

Insertar Python | Restablecer | Diagnósticos | Inicialización — Python (versión preliminar)

Administrador de nombres | Asignar nombre | Utilizar en la fórmula | Crear desde la selección — Nombres definidos

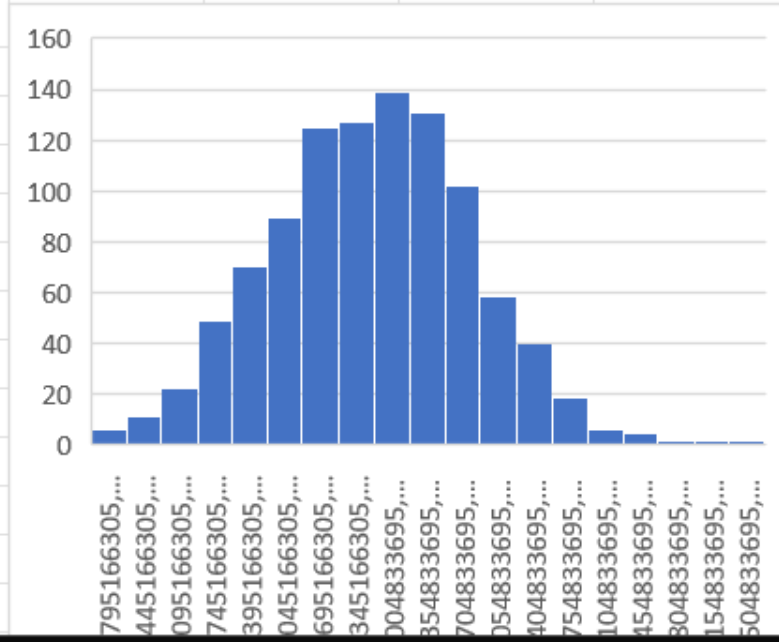
Rastrear precedentes | Rastrear dependientes | Quitar flechas — Auditoría de fórmulas

Ventana Inspección

Opciones para el cálculo — Cálculo

F3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	*i*	*r*	*x*		mu =	0							
2	1	0.8735984	1.143567		sigma =	1							
3	2	0.4919289	-0.0202326										
4	3	0.9774281	2.0033119		$x = F^{-1}(r)$								
5	4	0.3759185	-0.316218										
6	5	0.1693495	-0.956739										
7	6	0.1014171	-1.273518										
8	7	0.996151	2.6650383										
9	8	0.4321098	-0.1710052										
10	9	0.8274305	0.9440598										
11	10	0.4913641	-0.0216486										
12	11	0.5332023	0.0833222										
13	12	0.0951974	-1.309412										
14	13	0.6704791	0.4412364										
15	14	0.3657142	-0.343226										
16	15	0.6841282	0.4792741										
17	16	0.3779752	-0.3108031										
18	17	0.6677218	0.4336311										



Original | Fijo | Inversa

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 130%

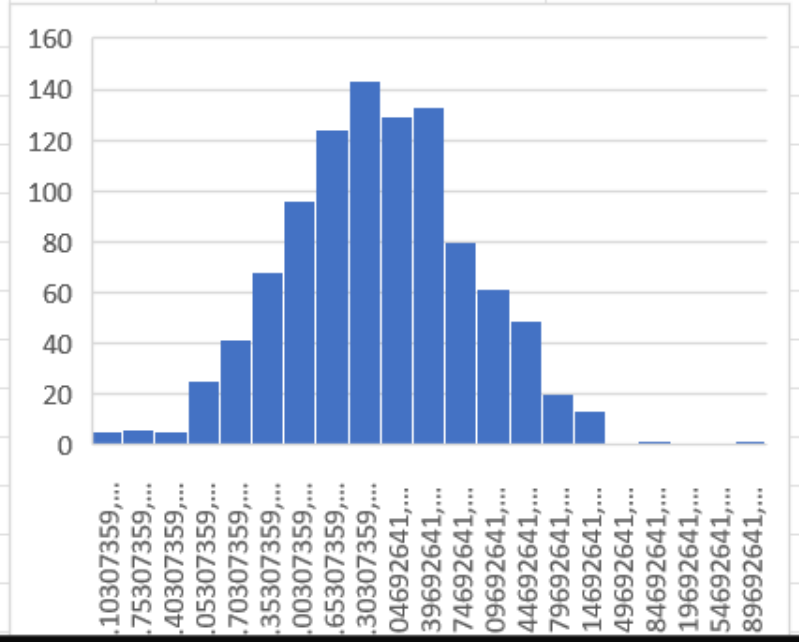
Autoguardado | Generador normal.xlsx | Buscar

Archivo | Inicio | Insertar | Disposición de página | Fórmulas | Datos | Revisar | Vista | Programador | Ayuda | Comentarios | Compartir

Pegar | Portapapeles | Calibri | 11 | Fuente | Alineación | General | Número | Formato condicional | Dar formato como tabla | Estilos de celda | Estilos | Insertar | Eliminar | Formato | Celdas | Ordenar y filtrar | Buscar y seleccionar | Edición | Complementos | Analizar datos

F3

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	*i*	*r*	*x*		mu =	0		
2	1	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B2,F$1,F$2)		sigma =	1		
3	2	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B3,F$1,F$2)					
4	3	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B4,F$1,F$2)		$x = F^{-1}(r)$			
5	4	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B5,F$1,F$2)					
6	5	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B6,F$1,F$2)					
7	6	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B7,F$1,F$2)					
8	7	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B8,F$1,F$2)					
9	8	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B9,F$1,F$2)					
10	9	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B10,F$1,F$2)					
11	10	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B11,F$1,F$2)					
12	11	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B12,F$1,F$2)					
13	12	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B13,F$1,F$2)					
14	13	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B14,F$1,F$2)					
15	14	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B15,F$1,F$2)					
16	15	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B16,F$1,F$2)					
17	16	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B17,F$1,F$2)					
18	17	=ALEATORIO()	=DISTR.NORM.INV(B18,F$1,F$2)					



Original | Fijo | Inversa

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 130%

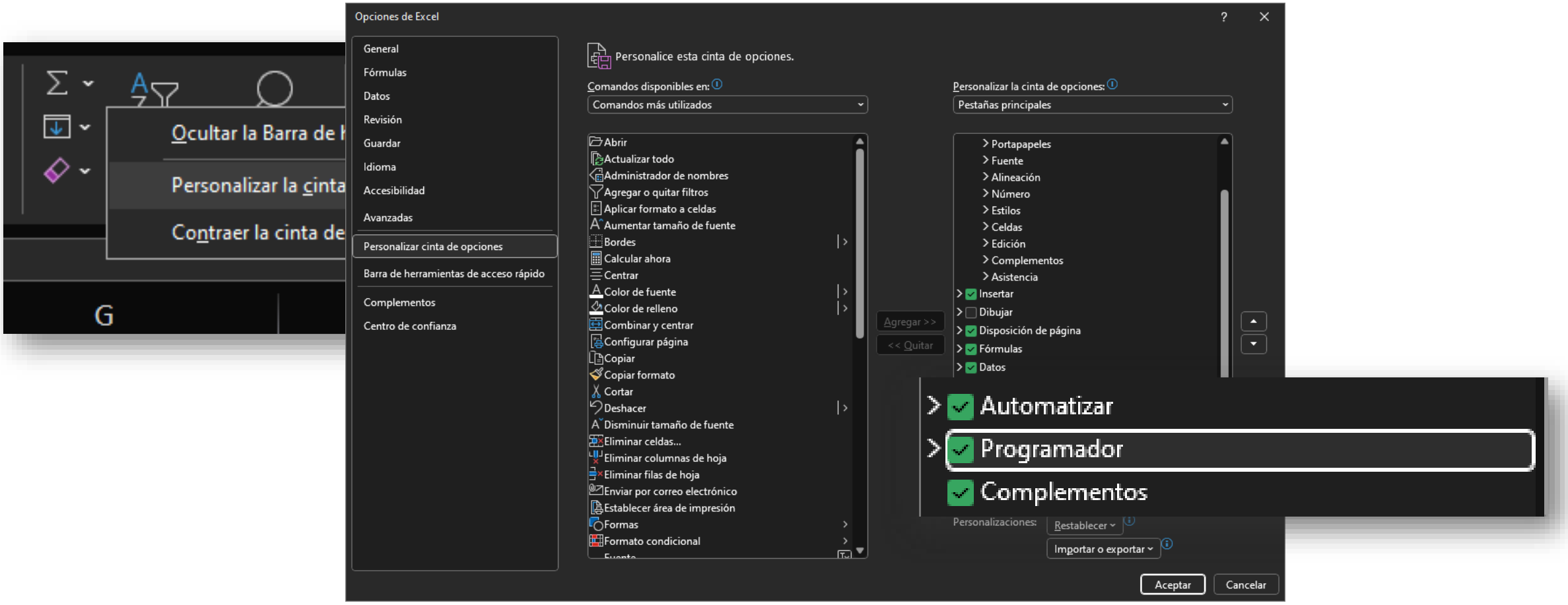
Programación

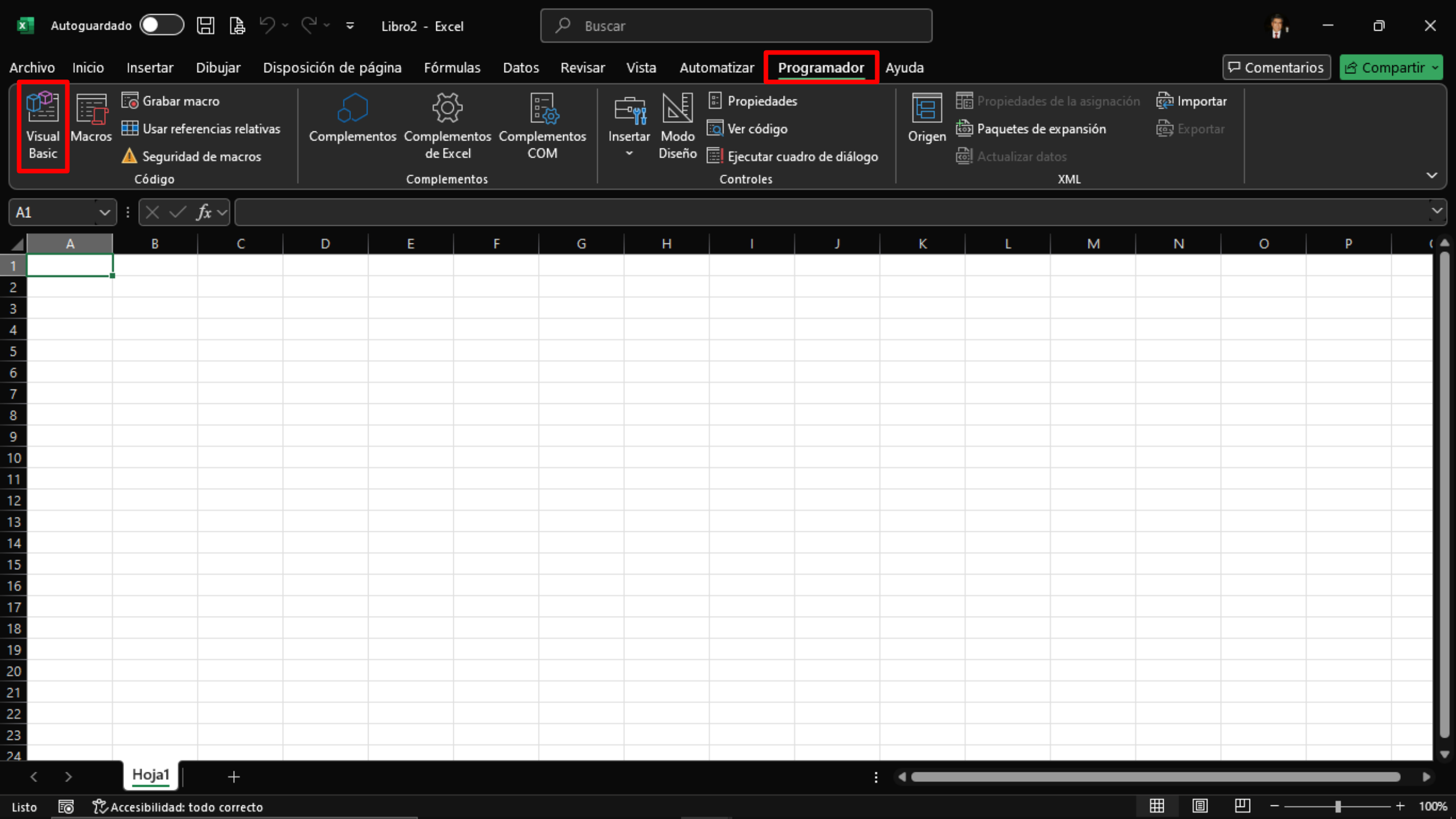
Programación de generadores

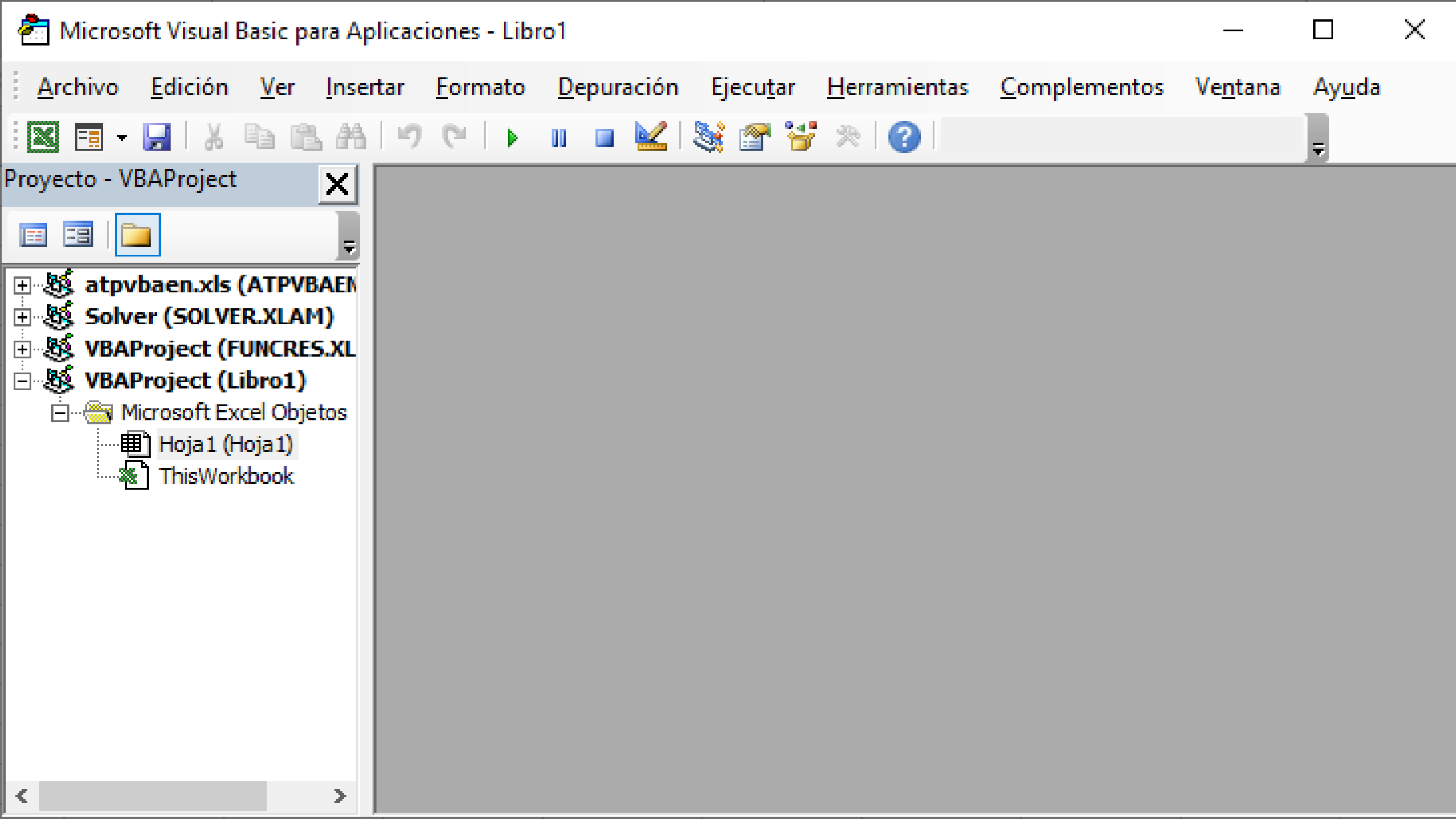
- Cuando es difícil encontrar $F^{-1}(r)$:
  - Bernoulli
  - Binomial
  - Geométrica

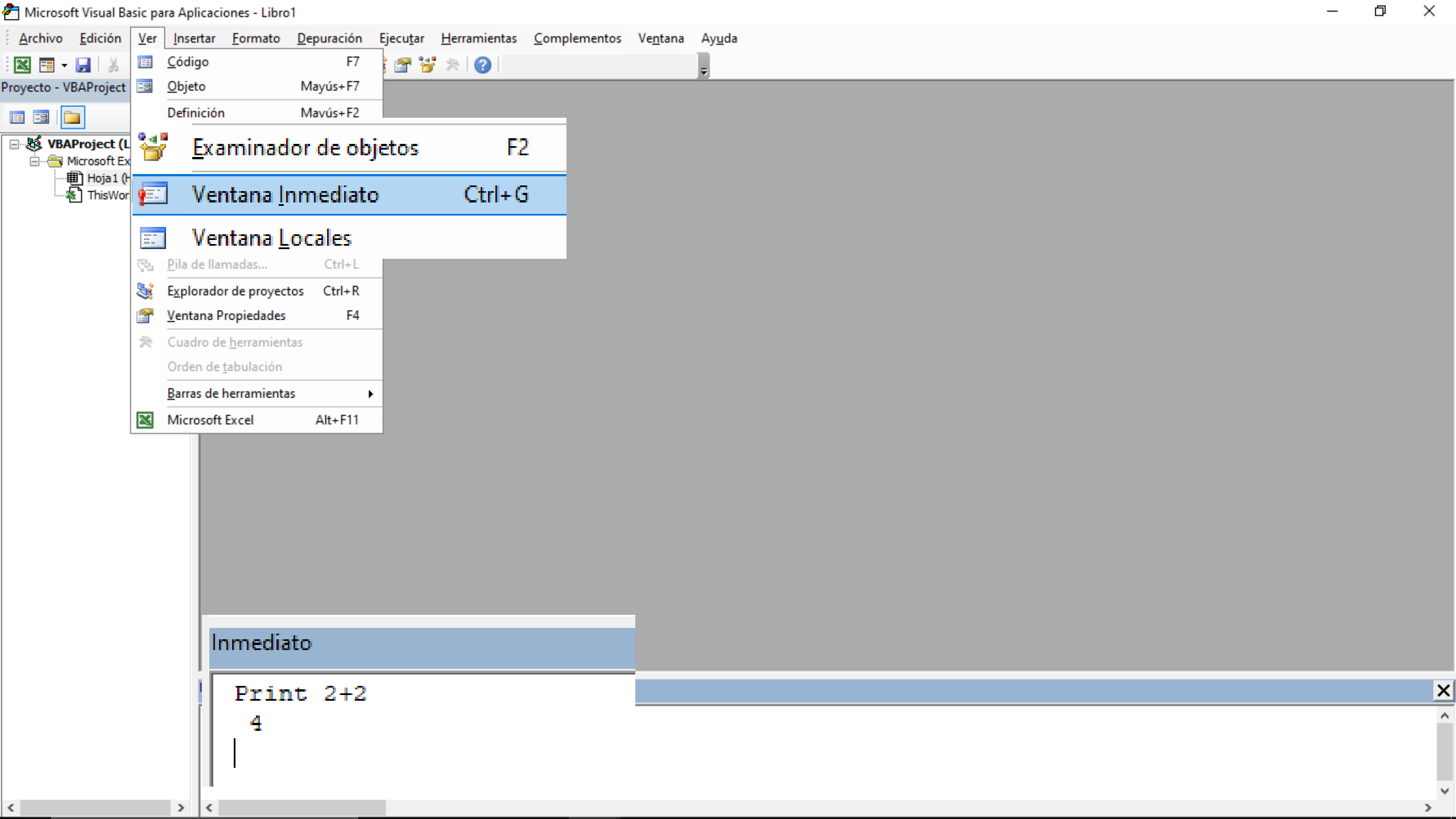
$$F(x) = \sum_{\forall x_i \leq x} p(x_i)$$

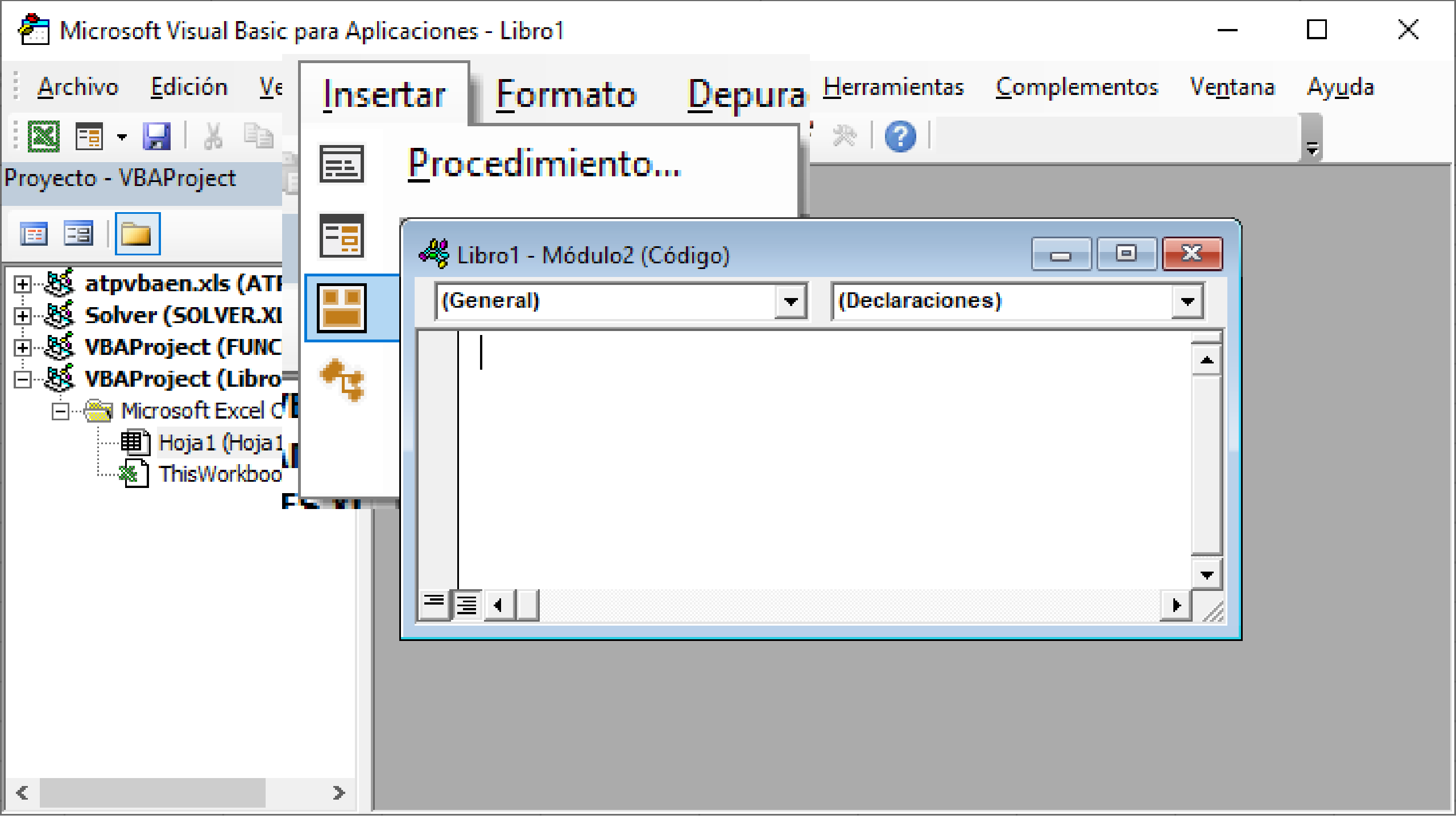
Programación en Excel

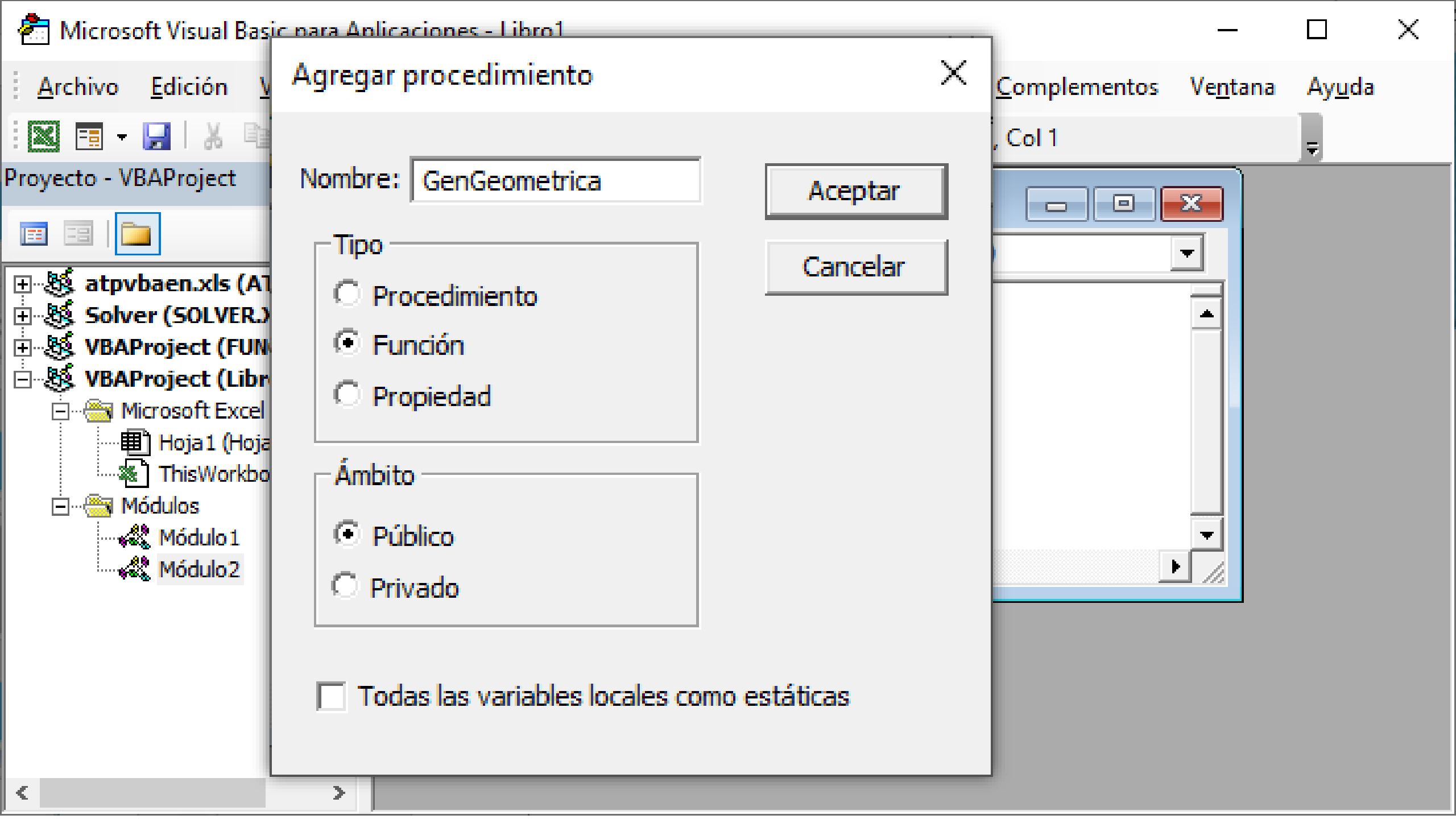



Autoguardado
Libro2 - Excel
Buscar
Archivo
Inicio
Insertar
Dibujar
Disposición de página
Fórmulas
Datos
Revisar
Vista
Automatizar
Programador
Ayuda
Comentarios
Compartir
Visual Basic
Macros
Grabar macro
Usar referencias relativas
Seguridad de macros
Código
Complementos
Complementos de Excel
Complementos COM
Complementos
Insertar
Modo Diseño
Propiedades
Ver código
Ejecutar cuadro de diálogo
Controles
Origen
Propiedades de la asignación
Paquetes de expansión
Actualizar datos
Importar
Exportar
XML
A1
Hoja1
Listo
Accesibilidad: todo correcto
100%

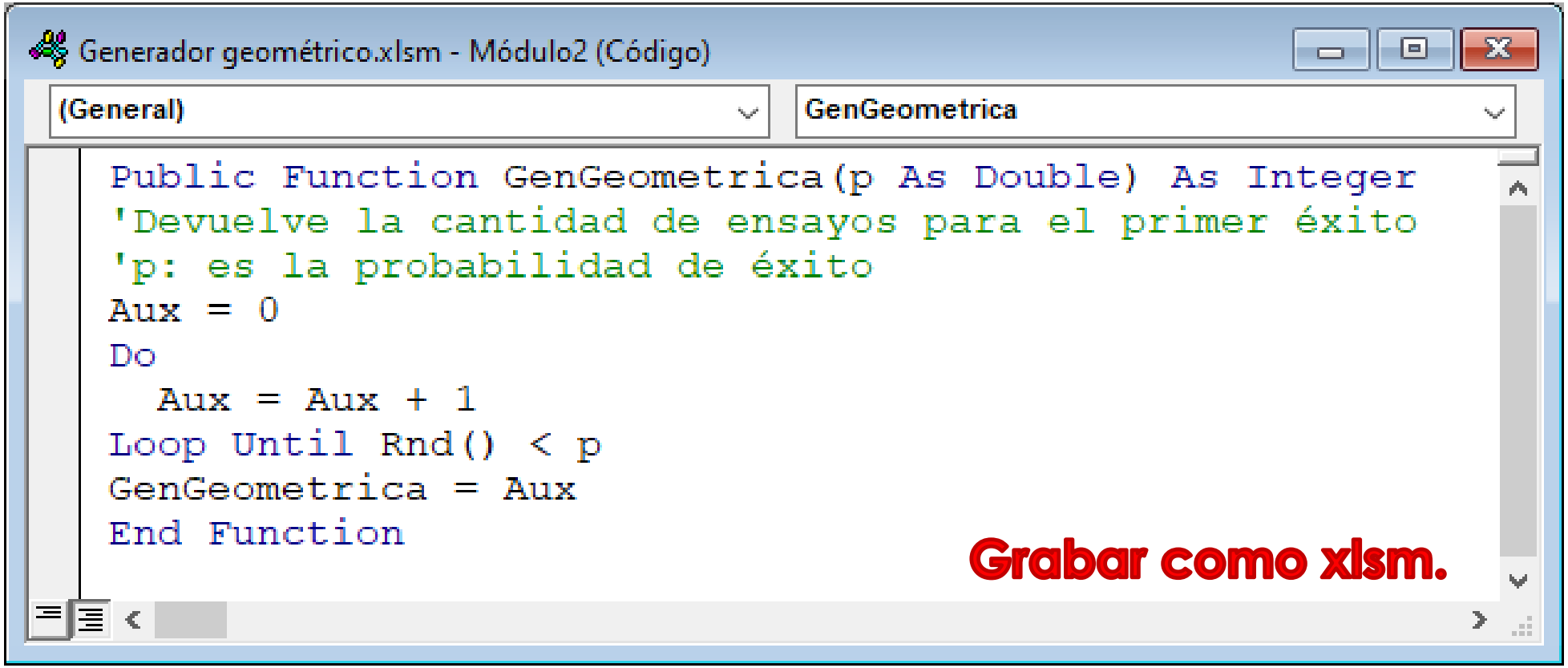

Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Libro1
Archivo
Edición
Ver
Insertar
Formato
Depuración
Ejecutar
Herramientas
Complementos
Ventana
Ayuda
Proyecto - VBAProject
atpvbaen.xls (ATPVBAEN
Solver (SOLVER.XLAM)
VBAProject (FUNCRES.XL
VBAProject (Libro1)
Microsoft Excel Objetos
Hoja1 (Hoja1)
ThisWorkbook


Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Libro1
Archivo
Edición
Ver
Insertar
Formato
Depuración
Ejecutar
Herramientas
Complementos
Ventana
Ayuda
Código F7
Objeto Mayús+F7
Definición Mavús+F2
Examinador de objetos F2
Ventana Inmediato Ctrl+G
Ventana Locales
Pila de llamadas... Ctrl+L
Explorador de proyectos Ctrl+R
Ventana Propiedades F4
Cuadro de herramientas
Orden de tabulación
Barras de herramientas
Microsoft Excel Alt+F11
Proyecto - VBAProject
VBAProject (L
Microsoft Ex
Hoja1 (H
ThisWor
Inmediato
Print 2+2
4


Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Libro1
Archivo
Edición
Ve
Insertar
Formato
Depura
Herramientas
Complementos
Ventana
Ayuda
Procedimiento...
Proyecto - VBAProject
atpvbaen.xls (ATP
Solver (SOLVER.XL
VBAProject (FUNC
VBAProject (Libro
Microsoft Excel O
Hoja1 (Hoja1
ThisWorkboo
Libro1 - Módulo2 (Código)
(General)
(Declaraciones)


Microsoft Visual Basic para Aplicaciones - Libro1
Archivo
Edición
Complementos
Ventana
Ayuda
Col 1
Proyecto - VBAProject
atpvbaen.xls (AT
Solver (SOLVER.)
VBAProject (FUN
VBAProject (Libr
Microsoft Excel
Hoja1 (Hoja
ThisWorkbo
Módulos
Módulo1
Módulo2
Agregar procedimiento
Nombre:
GenGeometrica
Aceptar
Cancelar
Tipo
Procedimiento
Función
Propiedad
Ámbito
Público
Privado
Todas las variables locales como estáticas

Generador para la distribución geométrica



Generador geométrico.xlsm

Autoguardado | Generador geométrico.... | Buscar

Archivo | Inicio | Insertar | Disposición de página | Fórmulas | Datos | Revisar | Vista | Programador | Ayuda | Comentarios | Compartir

Pegar | Portapapeles | Calibri | 11 | Fuente | Alineación | General | Número | Formato condicional | Dar formato como tabla | Estilos de celda | Estilos | Insertar | Eliminar | Formato | Celdas | Ordenar y filtrar | Buscar y seleccionar | Edición | Complementos | Analizar datos

E3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	***i***	***x***		Parámetros			**Parámetros del histograma**			***k***	***LS***	***f***	***fr***
2	1	7		p =	0.2		n =	1000		1	1.000	188	0.18
3	2	2					c =			2	2.000	169	0.16
4	3	10					Xmin =	1		3	3.000	126	0.12
5	4	3					Xmax =	42		4	4.000	116	0.11
6	5	5					r =			5	5.000	90	0.0
7	6	1					b =	1		6	6.000	73	0.07
8	7	15								7	7.000	50	0.0
9	8	1					Xm =	4.83		8	8.000	35	0.03
10	9	6					Sm =	4.25		9	9.000	29	0.02
11	10	3								10	10.000	33	0.03
12	11	20								11	11.000	19	0.01
13	12	9								12	12.000	18	0.01
14	13	10								13	13.000	9	0.00
15	14	2								14	14.000	12	0.01
16	15	2								15	15.000	4	0.00
17	16	2								16	16.000	4	0.00
18	17	7								17	17.000	6	0.00



GenGeométrica

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 130%

Autoguardado | Generador geométrico.... • Guardado | Buscar

Archivo | Inicio | Insertar | Disposición de página | Fórmulas | Datos | Revisar | Vista | Programador | Ayuda | Comentarios | Compartir

Pegar | Portapapeles | Calibri | 11 | Fuente | Alineación | General | Número | Formato condicional | Dar formato como tabla | Estilos de celda | Estilos | Insertar | Eliminar | Formato | Celdas | Ordenar y filtrar | Buscar y seleccionar | Edición | Complementos | Analizar datos

E3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	***i***	***x***		Paráme			**Parámetr**			***k***	***LS***
2	1	=GenGeometrica(E$2)		p =	0.2		n =	1000		1	=H4
3	2	=GenGeometrica(E$2)					c =			=J2+1	=K2+H$7
4	3	=GenGeometrica(E$2)					Xmin =	=MIN(B2:B1001)		=J3+1	=K3+H$7
5	4	=GenGeometrica(E$2)					Xmax =	=MAX(B2:B1001)		=J4+1	=K4+H$7
6	5	=GenGeometrica(E$2)					r =			=J5+1	=K5+H$7
7	6	=GenGeometrica(E$2)					b =	1		=J6+1	=K6+H$7
8	7	=GenGeometrica(E$2)								=J7+1	=K7+H$7
9	8	=GenGeometrica(E$2)					Xm =	=PROMEDIO(B2:B1001)		=J8+1	=K8+H$7
10	9	=GenGeometrica(E$2)					Sm =	=RAIZ(VAR.S(B2:B1001))		=J9+1	=K9+H$7
11	10	=GenGeometrica(E$2)								=J10+1	=K10+H$7
12	11	=GenGeometrica(E$2)								=J11+1	=K11+H$7
13	12	=GenGeometrica(E$2)								=J12+1	=K12+H$7
14	13	=GenGeometrica(E$2)								=J13+1	=K13+H$7
15	14	=GenGeometrica(E$2)								=J14+1	=K14+H$7
16	15	=GenGeometrica(E$2)								=J15+1	=K15+H$7
17	16	=GenGeometrica(E$2)								=J16+1	=K16+H$7
18	17	=GenGeometrica(E$2)								=J17+1	=K17+H$7



GenGeométrica

Listo | Accesibilidad: es necesario investigar | 130%

Prueba básica de calidad

Generador

- Definir $f(x)$ o $p(x)$.
- Generar n valores de X.

Modelado de entradas

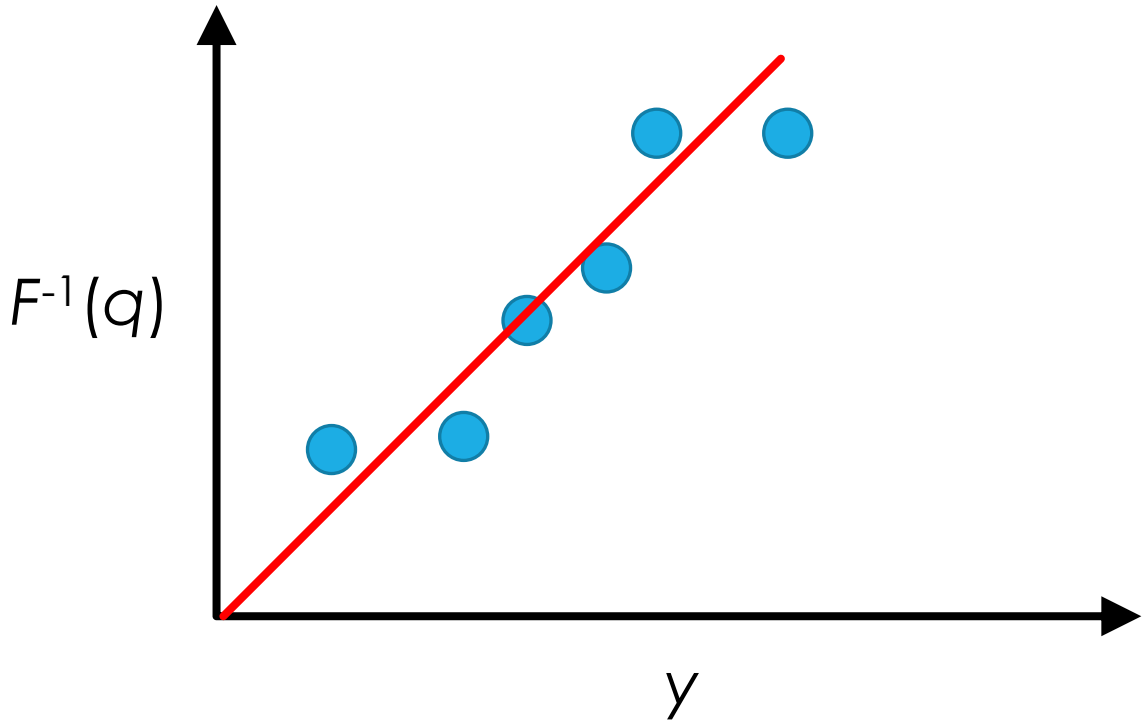
- Histograma
- Gráfico q vs. q

Prueba básica de calidad

- Se pone a prueba $f(x)$ o $p(x)$ con los parámetros empleados en el generador.
- El histograma debe tener la forma de $f(x)$ o $p(x)$.
- El gráfico q vs. q debe tener pendiente 1 con distancia al origen 0.

Tolerancia

- Se tiene un 5 % de tolerancia en la pendiente:
  - $[0.95, 1.05]$.
- Se tiene un 5 %, respecto a *Xm*, de tolerancia en la distancia al origen:
  - $[-0.05\ Xm,\ 0.05\ Xm]$.



Mapa curricular de generación de variables aleatorias

1. Distribución truncada
2. Método de aceptación y rechazo
3. Transformada inversa truncada
4. Método de la convolución
5. Generador de Poisson
6. Generador normal
7. Programación
8. Prueba de calidad