

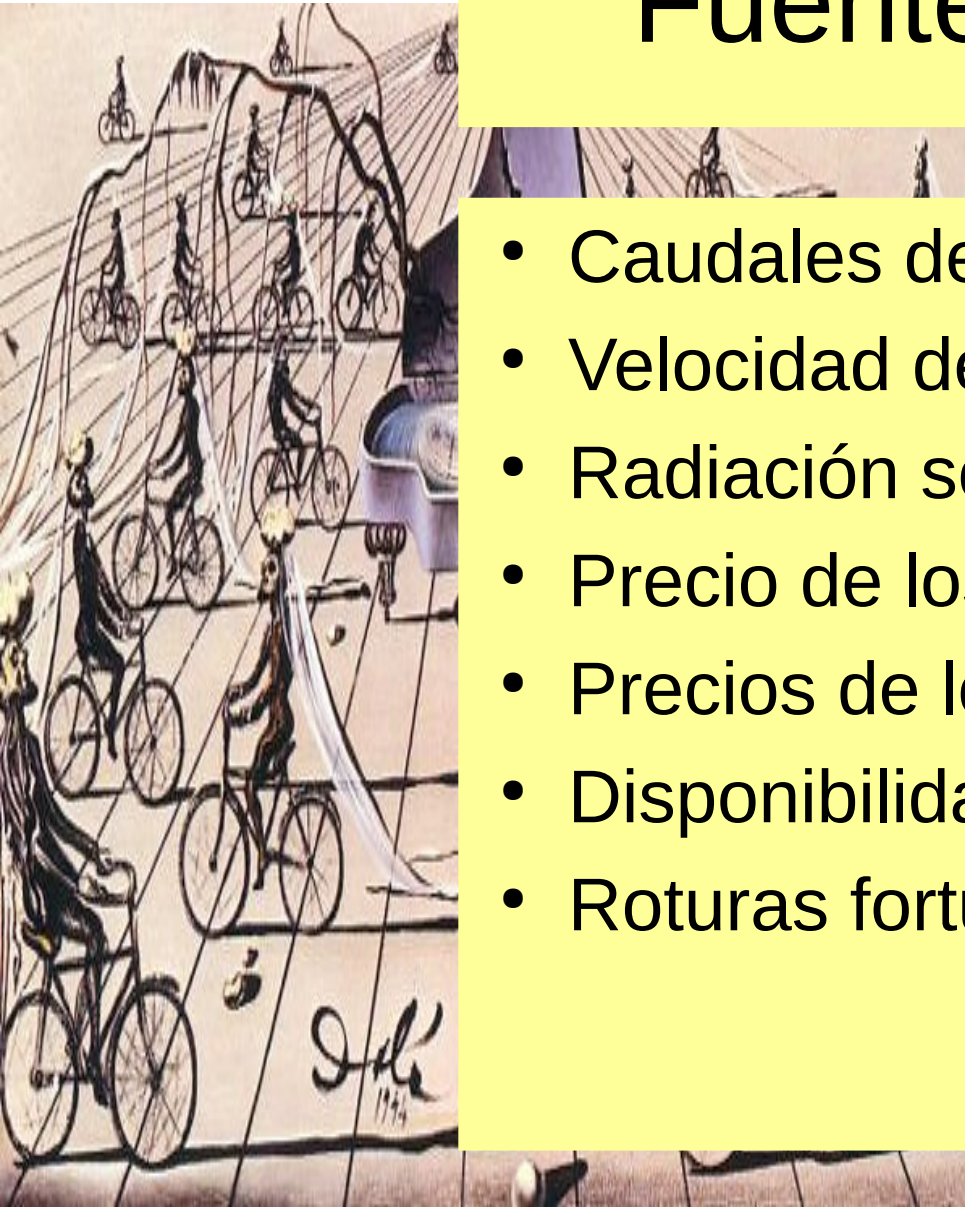


# Modelos **CEGH**

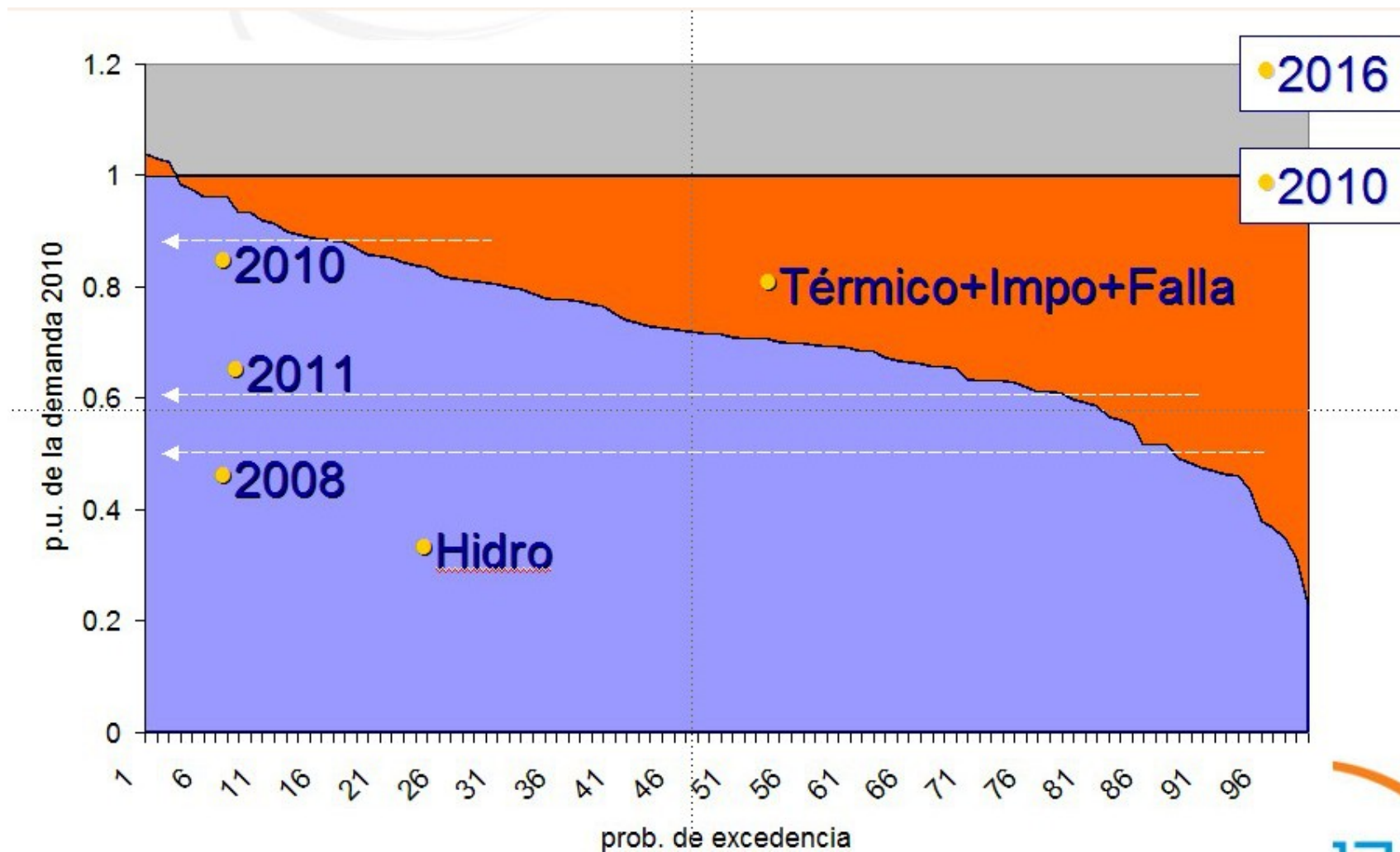
**Correlaciones en  
Espacio  
Gaussiano con  
Histogramas**

# Fuentes de aleatoriedad

- Caudales de aportes hídricos
- Velocidad del viento
- Radiación solar
- Precio de los mercados spot considerados.
- Precios de los combustibles
- Disponibilidad de combustibles
- Roturas fortuitas



# Variabilidad generación hidráulica.





## Modelo de sintetizador

- Conservar histogramas de amplitudes.
- Conservar correlaciones.

# • Medidas de probabilidad

$$m(x) : R^n \rightarrow R^m$$

La forma de realizar medidas de probabilidad es mediante la integral de una función ponderada por la función densidad de probabilidad.

$$\langle m(x) \rangle_x = \int_{\xi \in R^n} m(\xi) \cdot p_x(\xi) dV_\xi$$

Para realizar entonces cualquier cuantificación probabilística es necesario conocer la función de densidad de probabilidad .

# Valor Esperado

$$E(x) = \langle x \rangle_x = \int_{\xi \in R^n} x \cdot p_x(\xi) dV_\xi$$

# Matriz de covarianzas

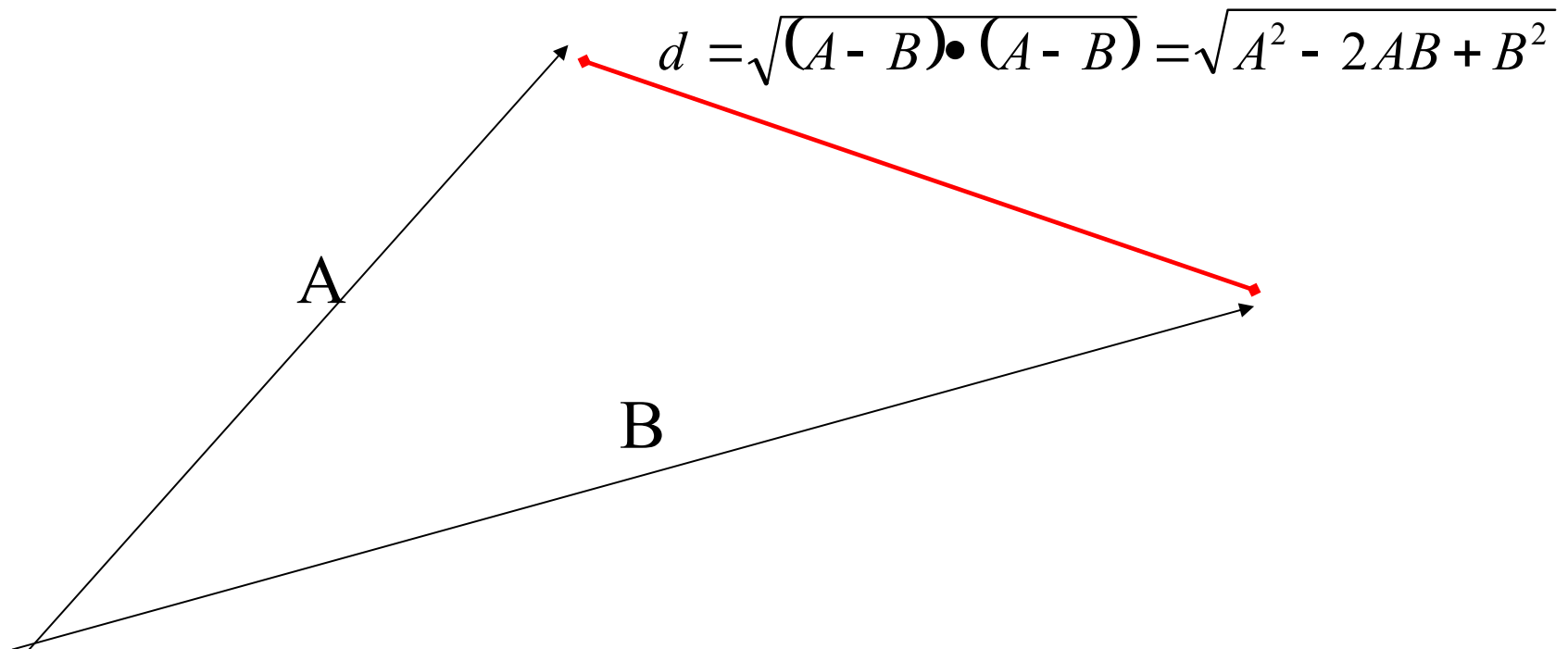
$$\Sigma_{xx} = \left\langle (x - E(X))(x - E(X))^T \right\rangle_x$$

# Proceso Gaussiano Conjunto

$$p_x(x) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x - E(x))^T \Sigma^{-1} (x - E(x))}$$



# Vectores y distancia



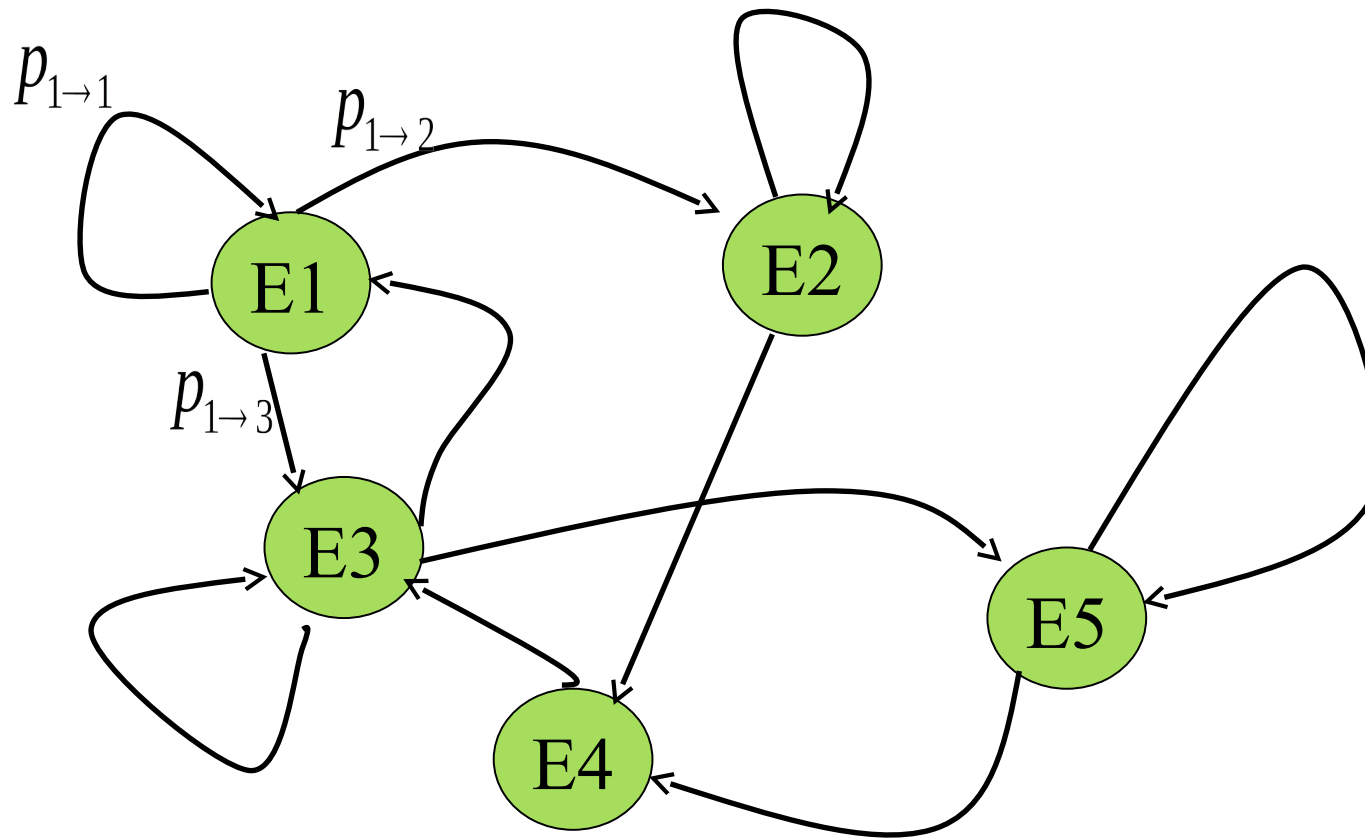
Si es posible girar uno de los vectores, la mayor “similitud” entre ellos se dará para la menor d.

La menor d se verifica para el mayor producto AB.

# Correlación = colinealidad

- Producto Interior en  $\mathbb{R}^2$
- Espacio de funciones
- Espacio de realizaciones
- Ortogonalidad e Independencia
- Ruido blanco = sin memoria

# Modelos de Markov



$$\sum_i p_{j \rightarrow i} = 1; \forall j$$

Se adapta bien a procesos con estado discreto.  
Por ejemplo disponibilidad de máquinas.  
¿Cómo garantizar la monotonía suerte-estado?.

# Modelos lineales

$$X_{k+1} = \sum_{h=0}^{h=n-1} A_h X_{k-h} + \sum_{h=0}^{h=m-1} B_h R_{k-h}$$

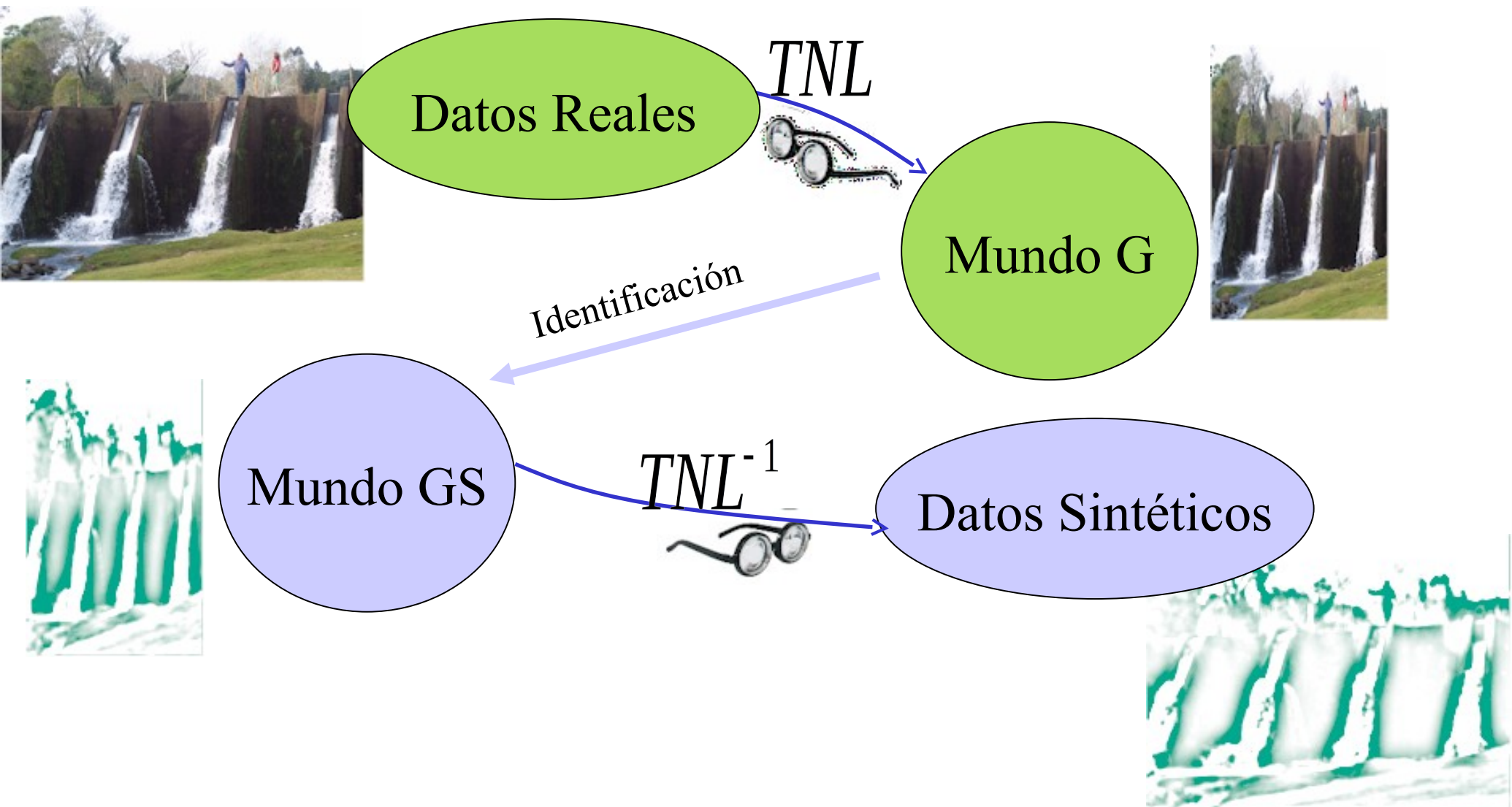
$$Y_k = CX_k$$

- Potentes herramientas.
- No conservan los histogramas.

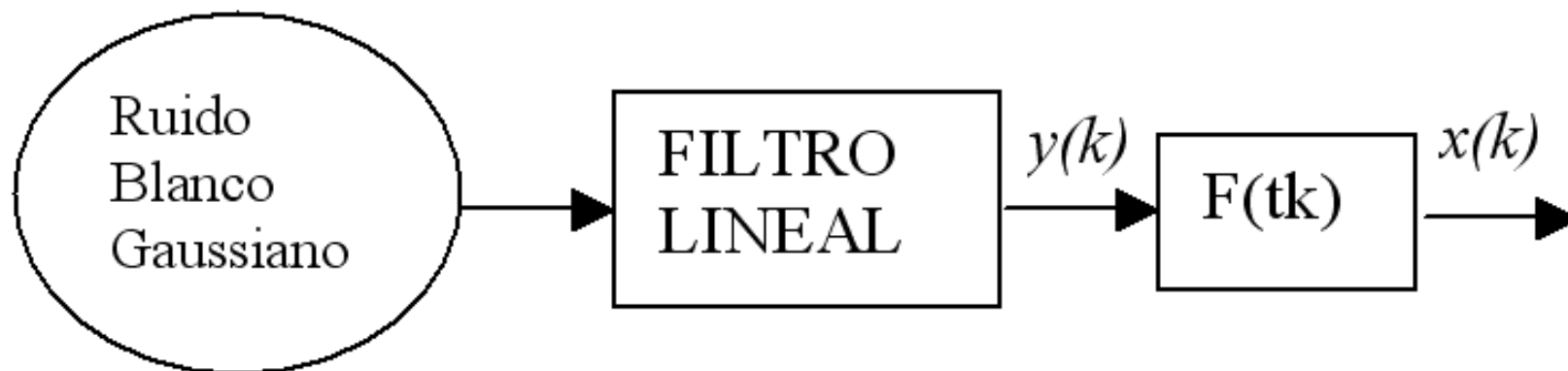
Si las R son gaussianas indep. las X y las Y lo son.

# Modelo CEGH

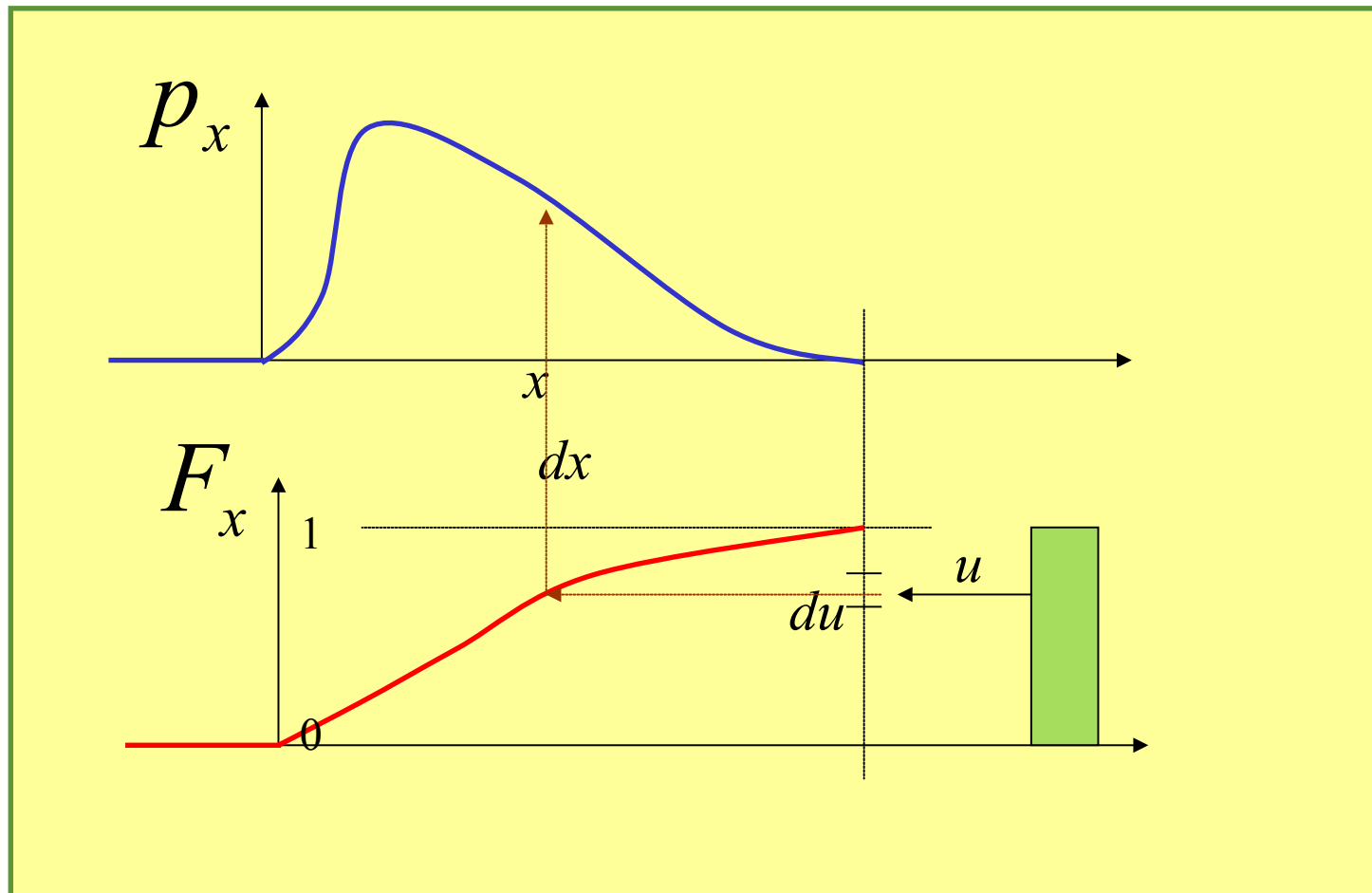
## Correlaciones en Espacio Gaussiano con Histograma.



# Sintetizador

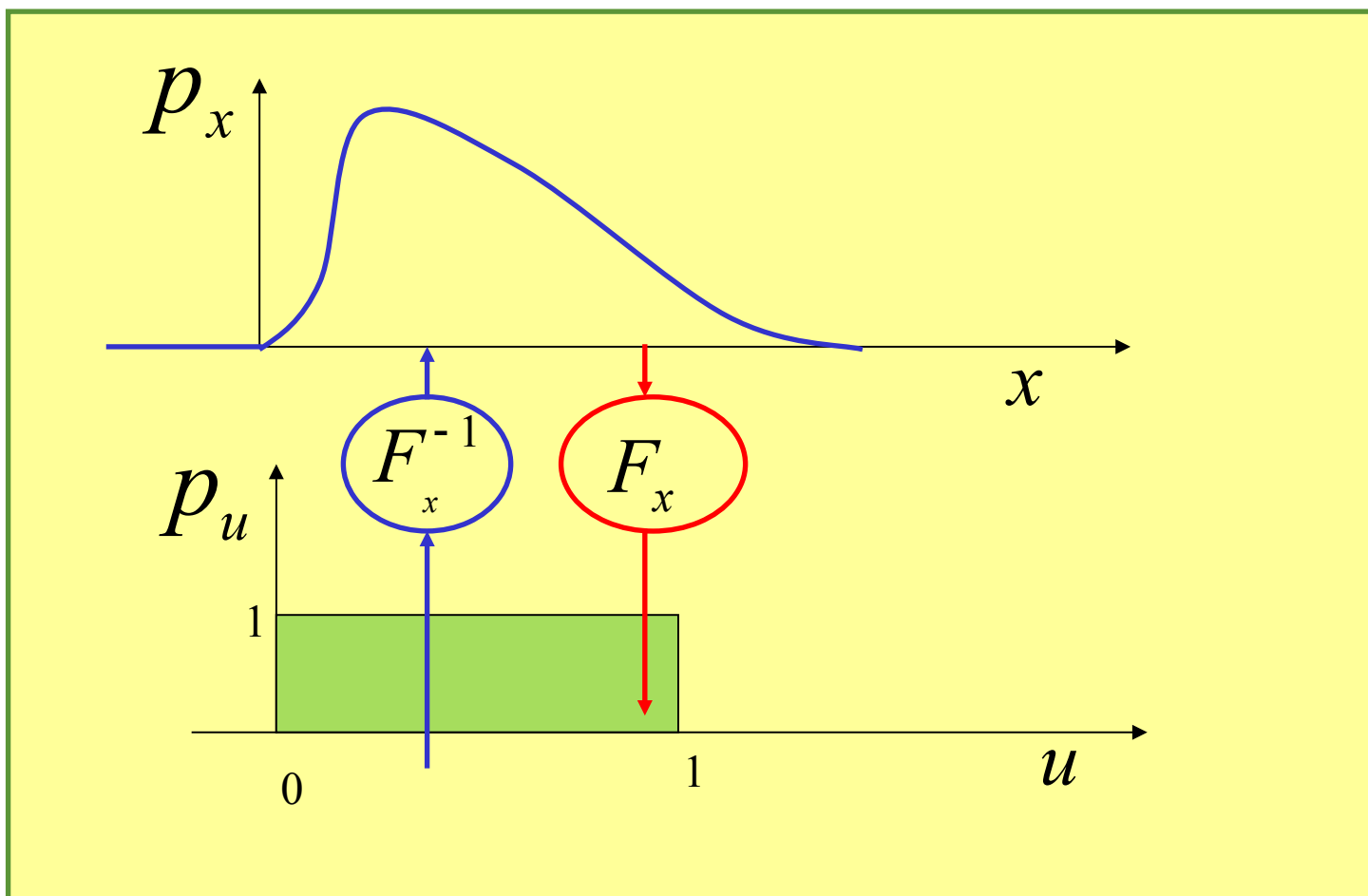


# Fuente aleatoria con histograma



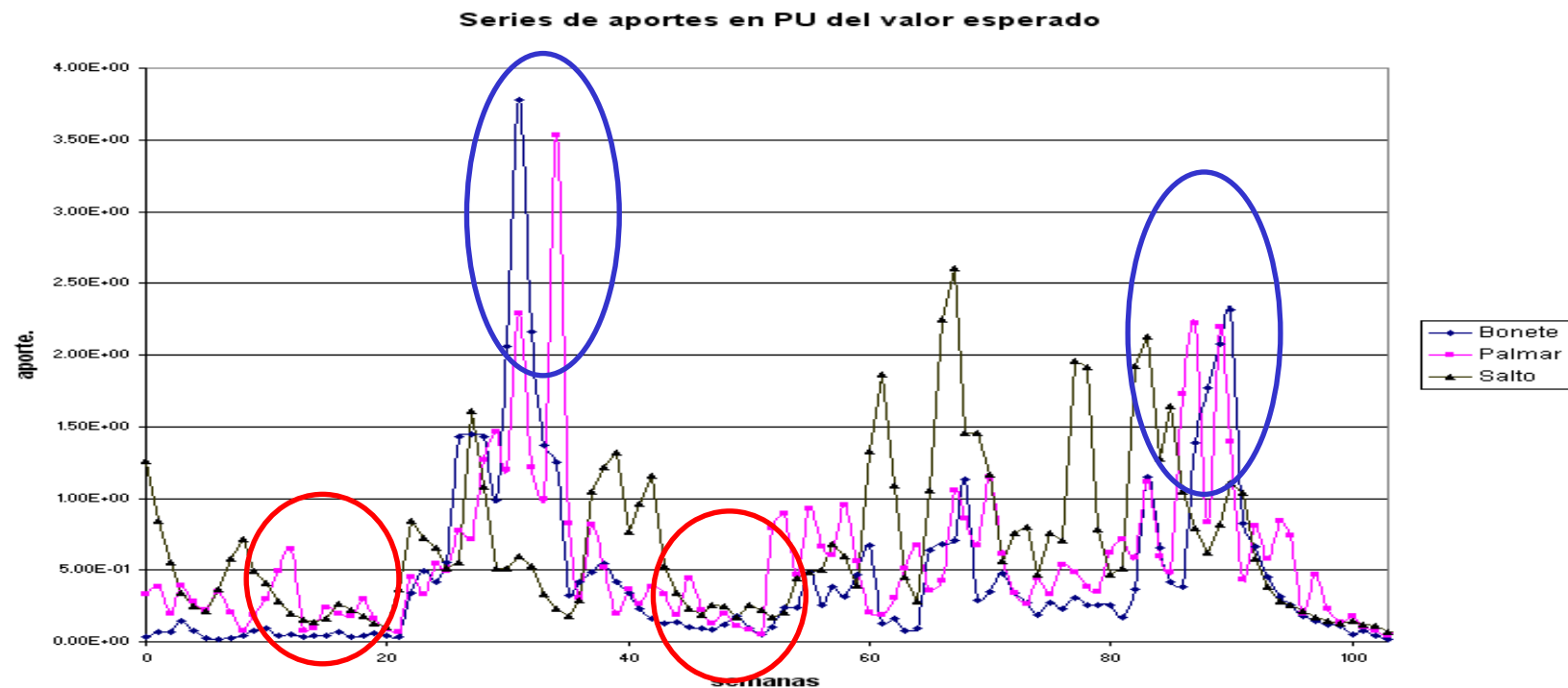
$$F_x(z) = \text{prob}(x \leq z) = \int_{-\infty}^z p_x(x) \cdot dx$$

# Fuente aleatoria con histograma



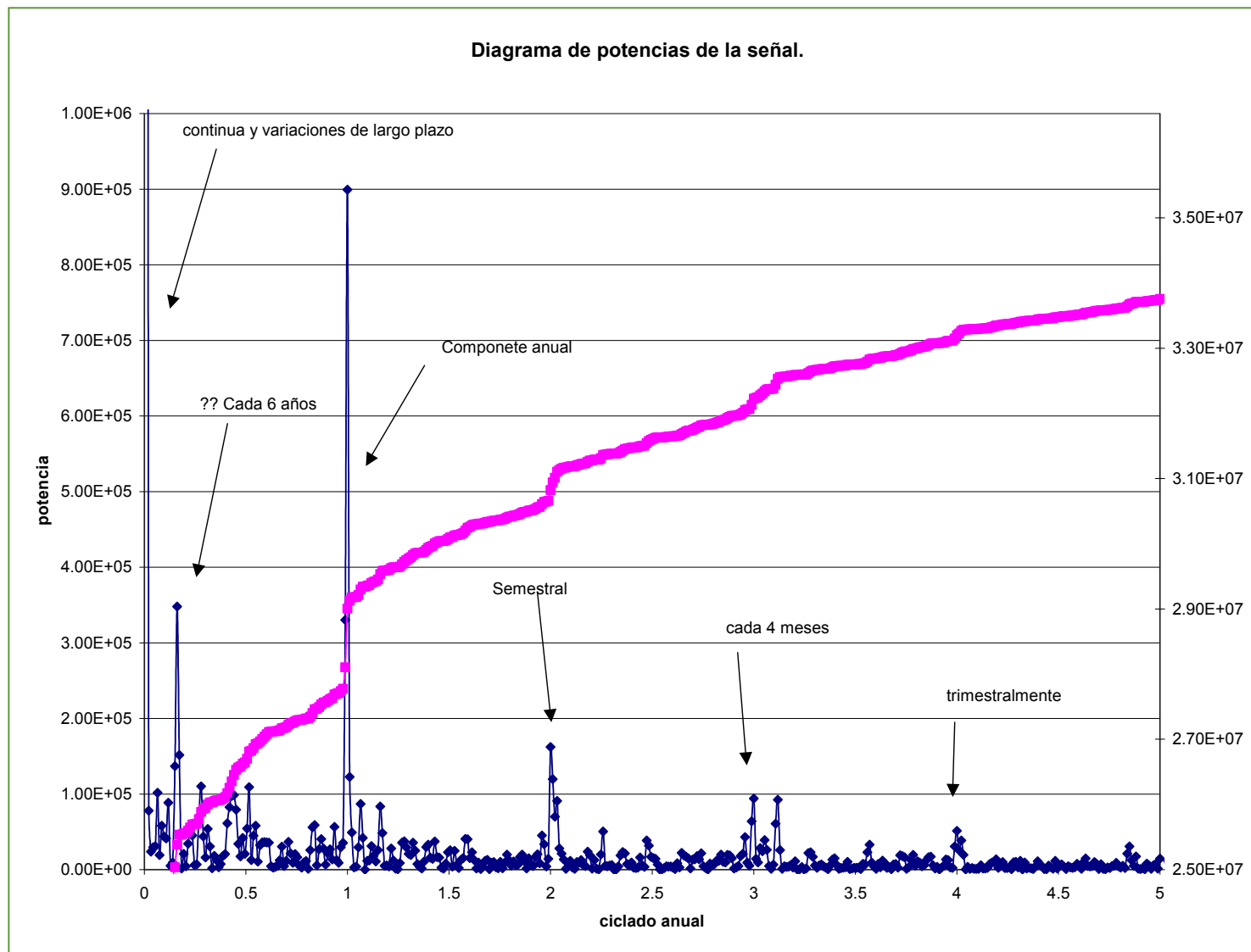


# Ejemplo de identificación del sistema hídrico de Uruguay.

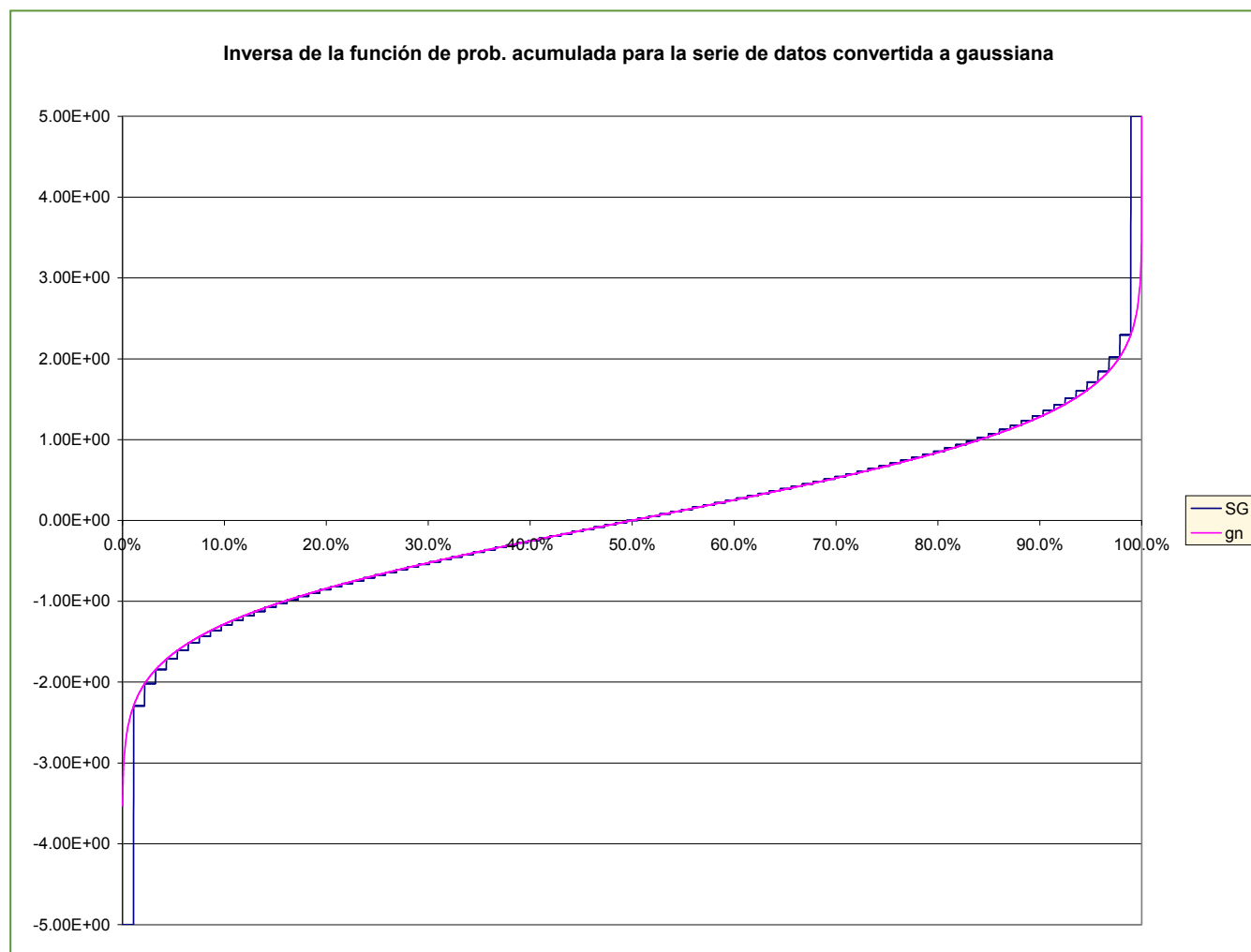


Dos años de aportes semanales históricos en Bonete, Palmar y Salto

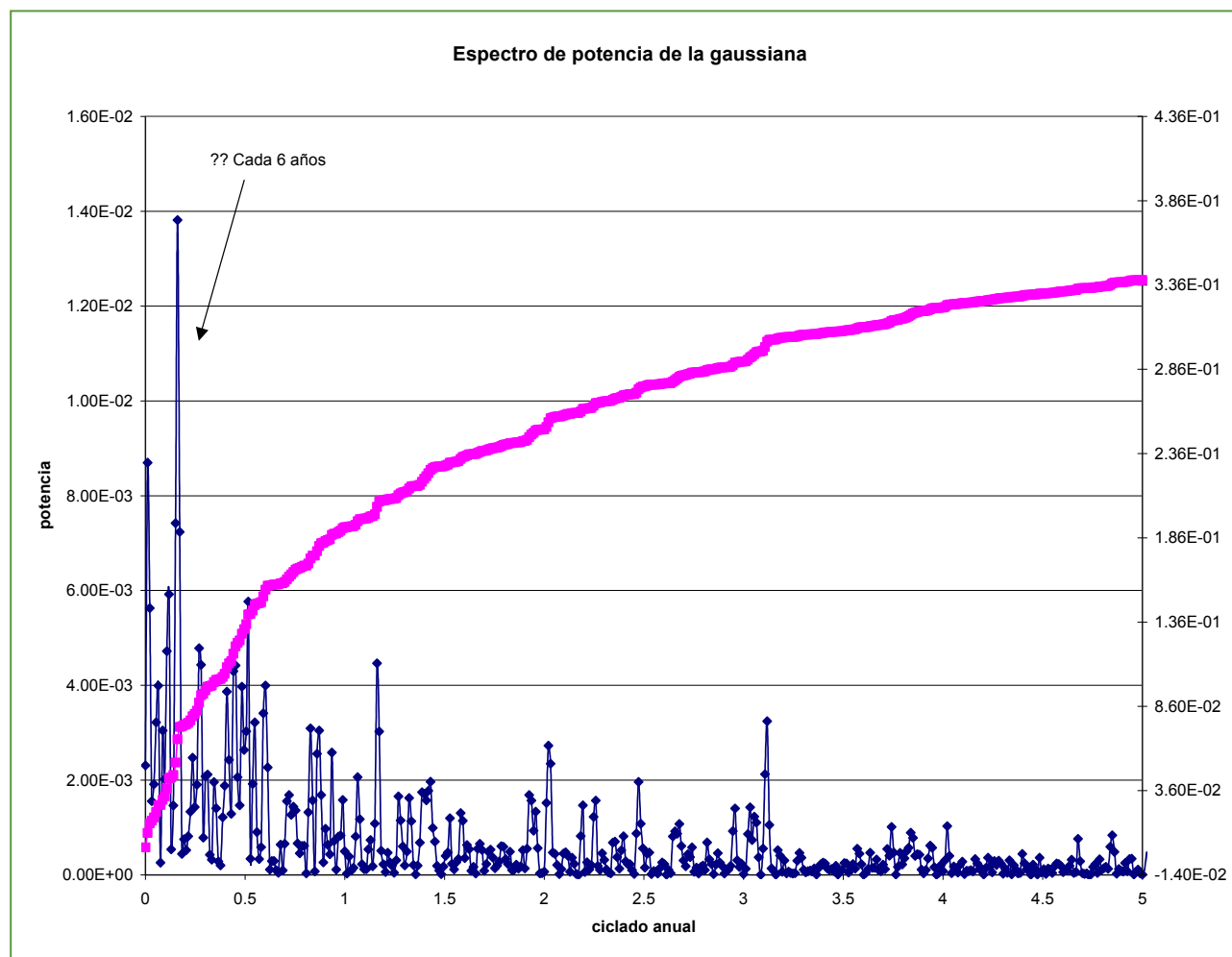
# Espectro de Potencia SALTO GRANDE



# Distribución, de la serie SG transformada y la gaussiana



# Espectro de potencia de la serie SG transformada.



# Matriz A y B del filtro (12 pasos)

Bonete=S1, Palmar=S2, Salto=S3

<i>MatrizA (transpuesta) tramo 1</i>												
	S1-1	S1-2	S1-3	S1-4	S1-5	S1-6	S1-7	S1-8	S1-9	S1-10	S1-11	S1-12
S1	0.638	0.096	-0.007	-0.070	0.029	0.102	-0.038	-0.070	0.080	-0.015	0.029	-0.005
S2	0.078	-0.024	-0.009	0.069	0.004	0.040	-0.045	-0.002	-0.058	0.041	-0.007	-0.007
S3	0.147	0.004	-0.025	-0.028	-0.005	0.000	-0.005	-0.041	0.030	-0.020	0.015	0.002
<i>MatrizA (transpuesta) tramo 2</i>												
	S2-1	S2-2	S2-3	S2-4	S2-5	S2-6	S2-7	S2-8	S2-9	S2-10	S2-11	S2-12
S1	0.046	-0.050	0.048	-0.009	0.024	-0.036	0.001	0.049	-0.034	-0.014	0.000	-0.004
S2	0.659	0.126	0.013	-0.202	0.037	0.105	0.030	-0.053	-0.035	0.076	0.017	0.002
S3	-0.029	-0.001	-0.003	0.029	-0.022	0.004	0.010	0.007	-0.013	0.002	-0.005	0.010
<i>MatrizA (transpuesta) tramo 3</i>												
	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	S3-7	S3-8	S3-9	S3-10	S3-11	S3-12
S1	0.108	-0.042	0.005	0.019	-0.028	-0.017	0.016	0.010	0.005	0.000	-0.019	0.021
S2	0.049	-0.037	0.025	-0.021	-0.007	-0.034	0.015	-0.027	0.060	-0.034	-0.023	0.026
S3	0.718	-0.020	-0.010	0.038	0.020	0.011	0.013	0.028	-0.015	0.024	0.016	-0.009

<i>MatrizB</i>			
	u1	u2	u3
S1	0.437	-0.523	-0.431
S2	0.953	0.302	0.131
S3	0.119	-0.500	0.530

Estado = 3x12

# Matriz A y B del filtro (1 paso) Bonete, Palmar y Salto

MatrizA(transpuesta)			MatrizB				
B-1	P-1	S-1	u1	u2	u3		
B	0.694	0.040	0.097	B	0.424	-0.551	-0.419
P	0.081	0.712	0.024	P	0.976	0.291	0.122
S	0.129	-0.028	0.731	S	0.105	-0.485	0.549

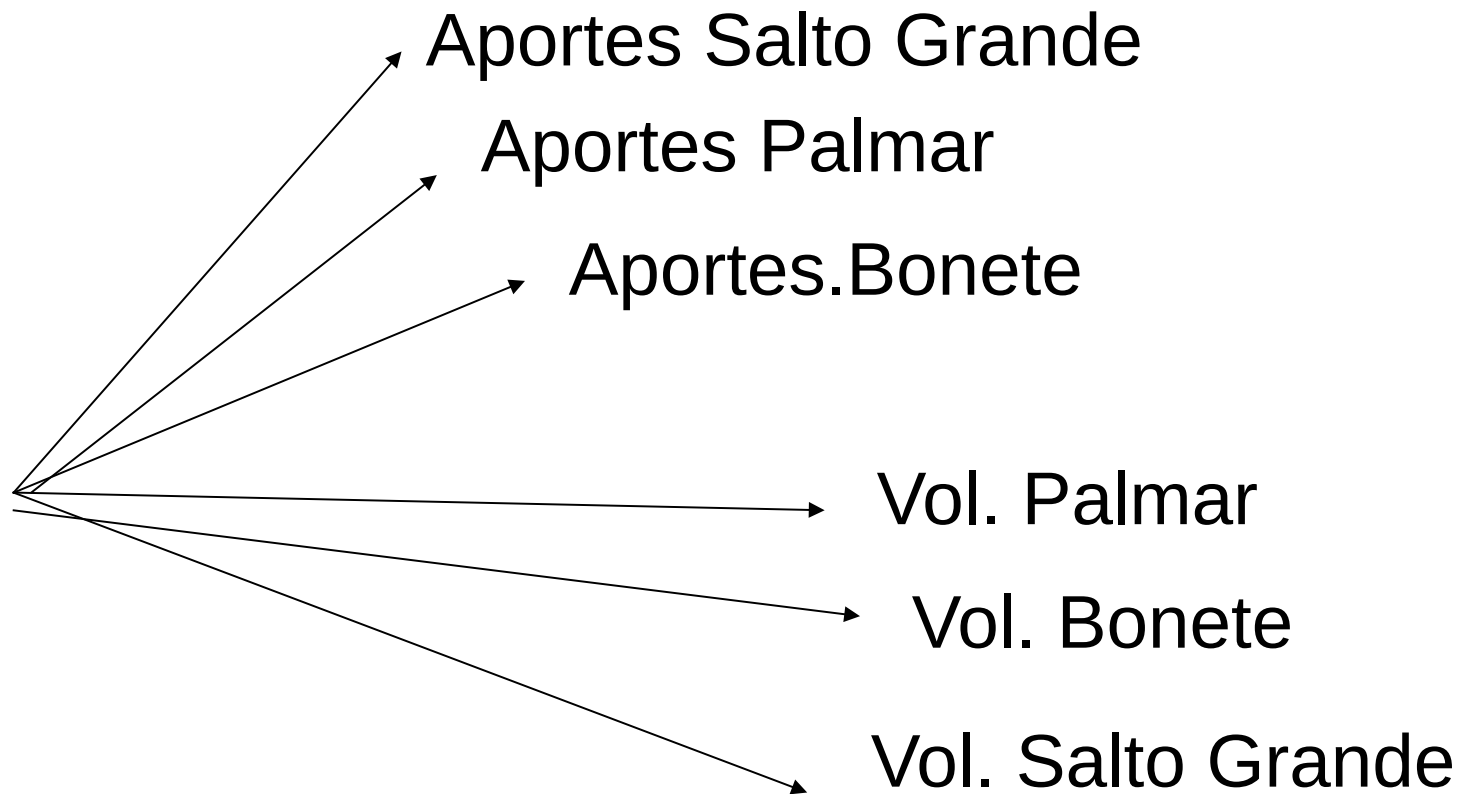
Estado = 3x1

## Estado de la fuente

$$X_{k+1} = \sum_{h=0}^{h=n-1} A_h X_{k-h} + \sum_{h=0}^{h=m-1} B_h R_{k-h}$$

$$Y_k = CX_k$$

# Estado del sistema para la OPTIMIZACION





## Dimensión del problema

Optimizar 943 pasos de tiempo con 50 estados por paso y 100 sorteos por paso llevó 17.7 minutos en un PC de 1.73GHz.

Si en lugar de 50 estados ( $5 \times 10$ ) tenemos  $(5 \times 5 \times 5 \times 10 \times 10 \times 10) = 125000$  estados, el tiempo de cálculo de los 943 pasos con 100 sorteos será: 43750 minutos = 30.38 días

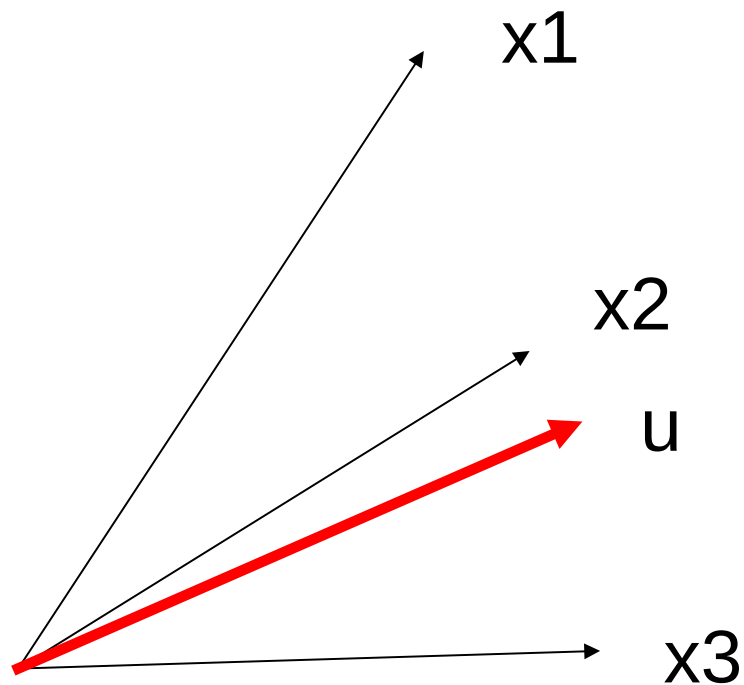
Soluciones:

- Reducir dimensiones del estado
- Distribuir en varias máquinas.

## Reducción de estado

- Implica simplificar = aproximación.
- Para pasos superiores a una semana, se considera solamente el embalse de Bonete.
- El estado de la fuente de aportes se reduce a una única variable de “estado hidrológico”.

# Mejor estimador



Dadas las series  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  como vectores de  $\mathbb{R}^n$  buscamos el vector  $u$  que menos dista de las tres series y así obtengamos la mejor representación (en el espacio de vectores series) de los tres estados.