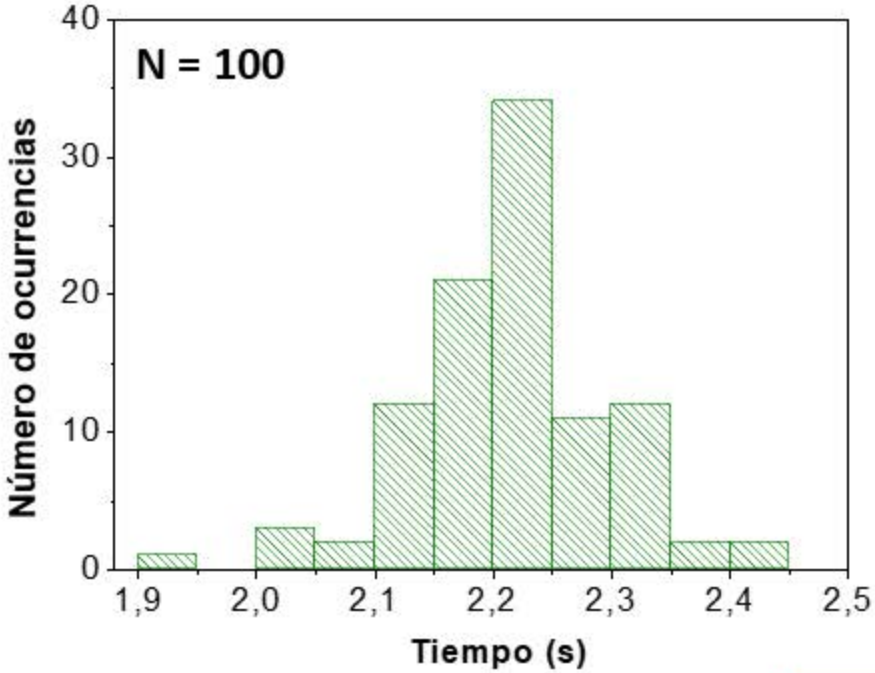
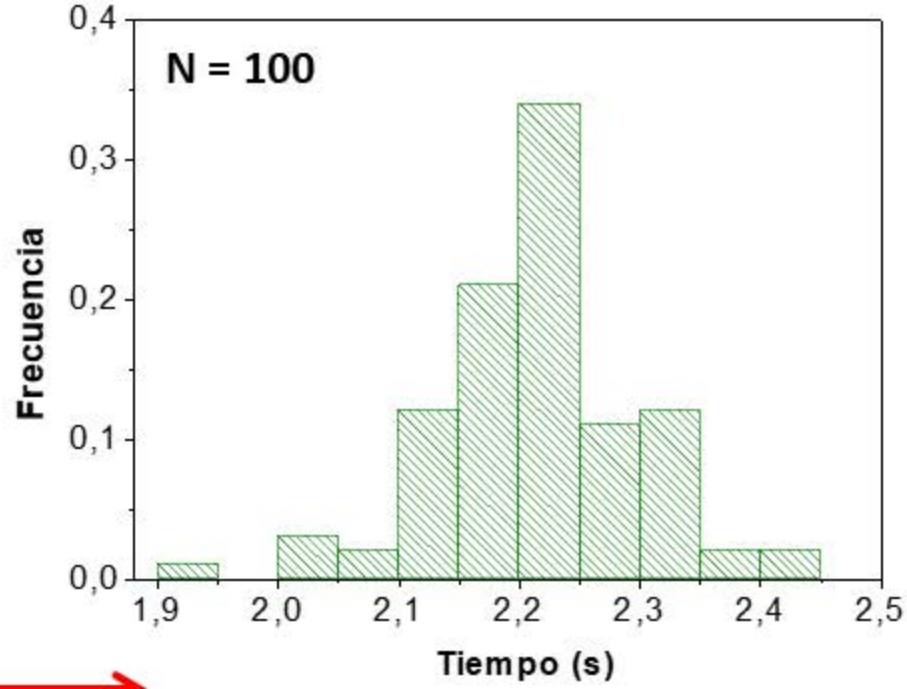
Cómo comparo histogramas



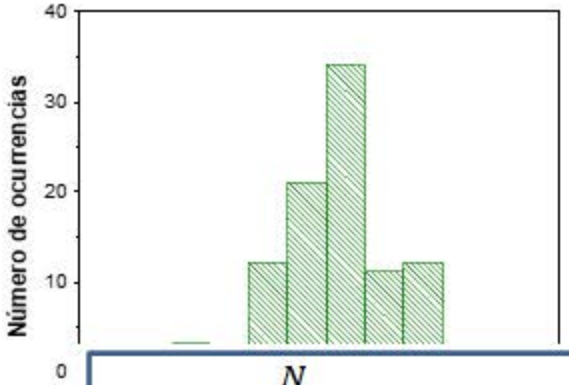


$$\frac{Número\ de\ Ocurrencias}{N} = Frecuencia\ (Fk)$$

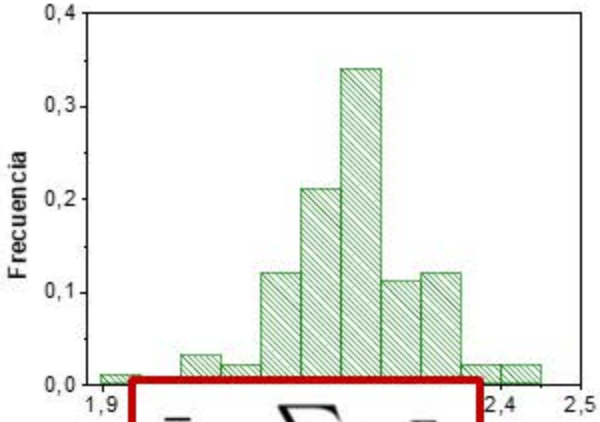
$$F_k = \frac{n_k}{N}$$

Condición de Normalización → $\sum_i F_i = 1$

$$F_i = \frac{n_i}{N}$$



DISTRIBUCION DISCRETA



$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i = \frac{1}{N}\sum_k n_k x_k$$

$$\bar{x} = \sum_k x_k F_k$$

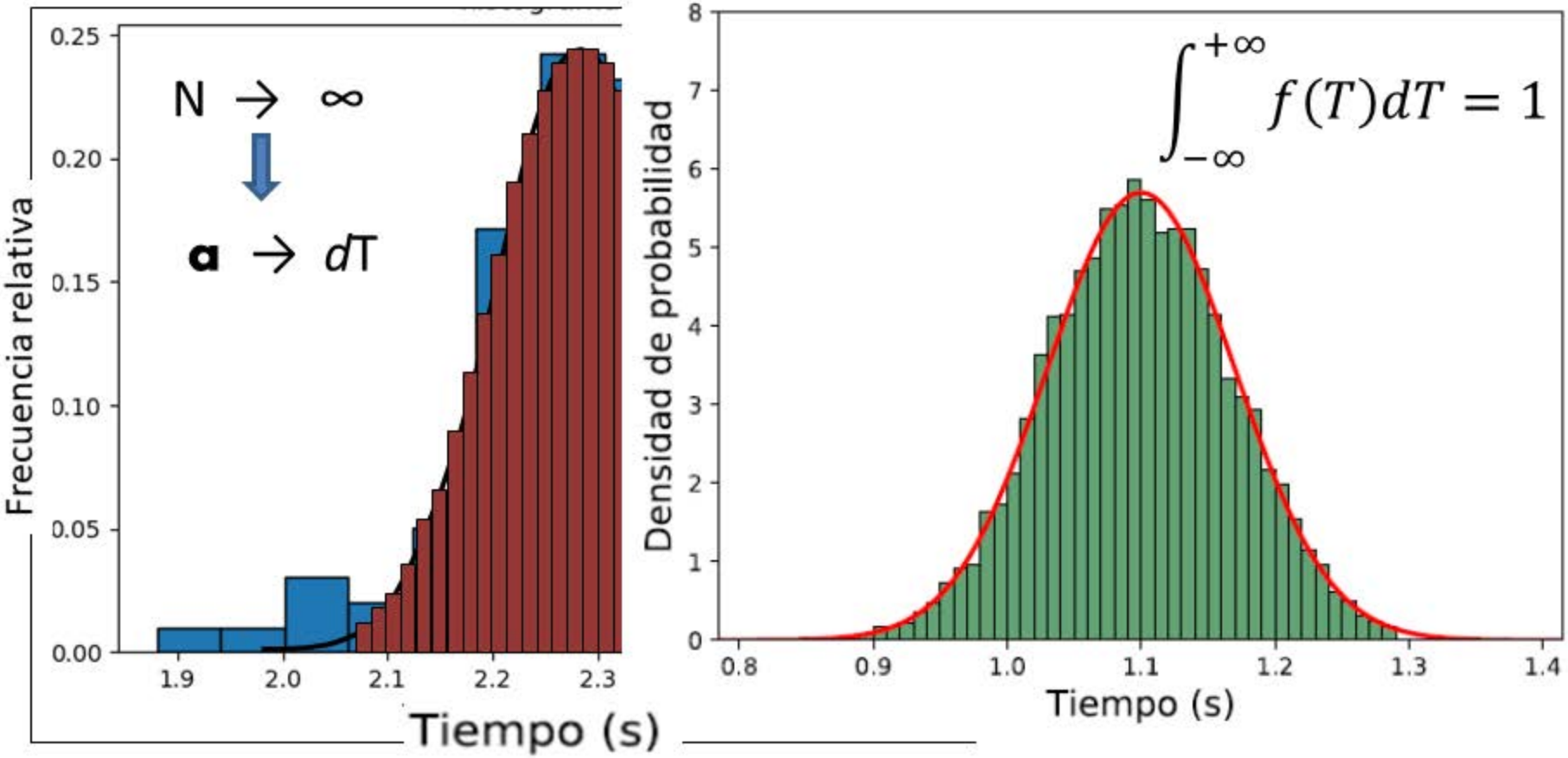
$$\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x}-x_i)^2}{N} = \frac{1}{N}\sum_k n_k (x_k - \bar{X})^2 = \text{VAR}$$

$$VAR(X) = \sum_k (x_k - \bar{X})^2 F_k$$

$$\sigma = \sqrt{VAR(X)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x}-x_i)^2}{N}} = \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x}-x_i)^2 \, F_i}$$

Función Distribución



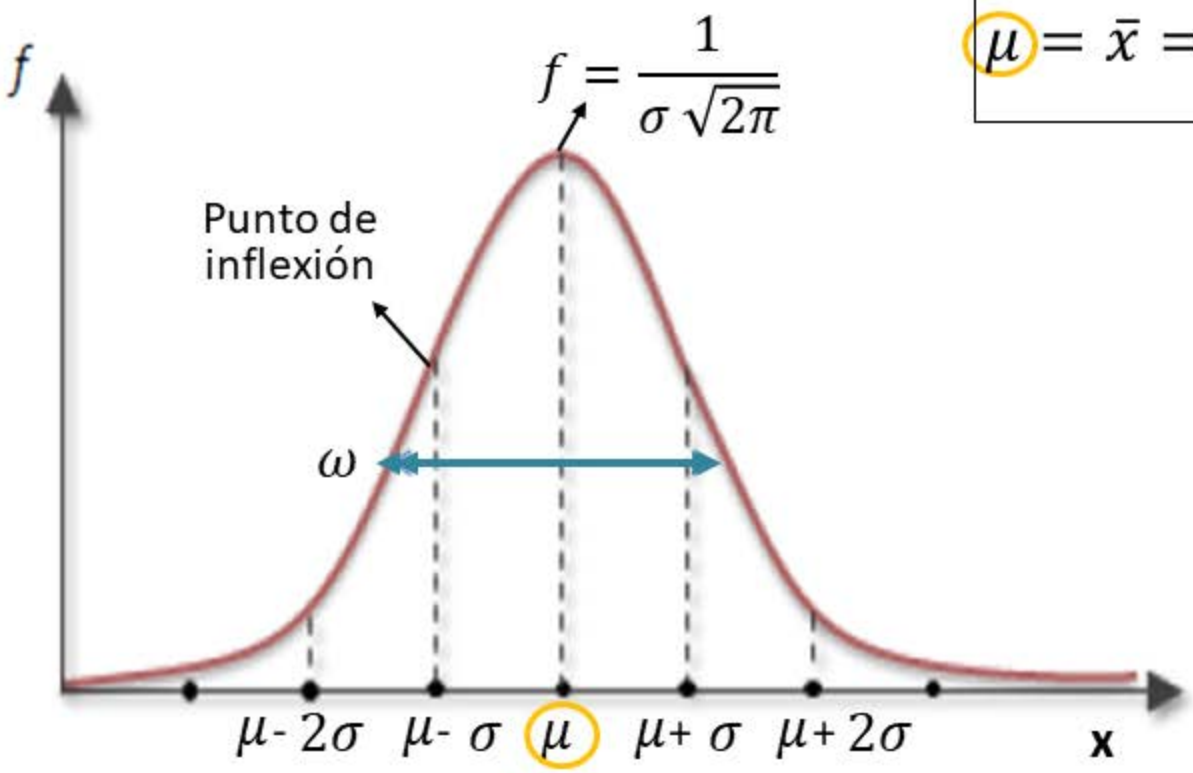
f(T) es la función de distribución de probabilidades

Función de distribución: Gauss

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

$$\mu = \bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$



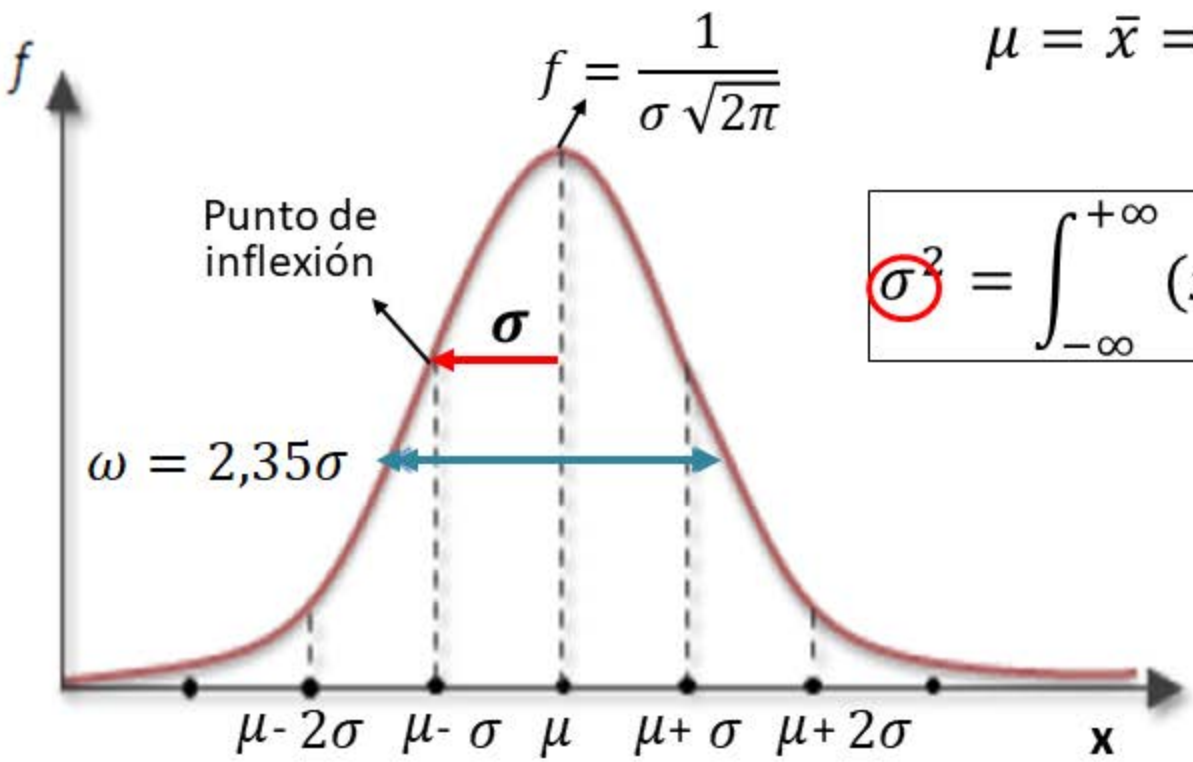
Función de distribución: Gauss

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

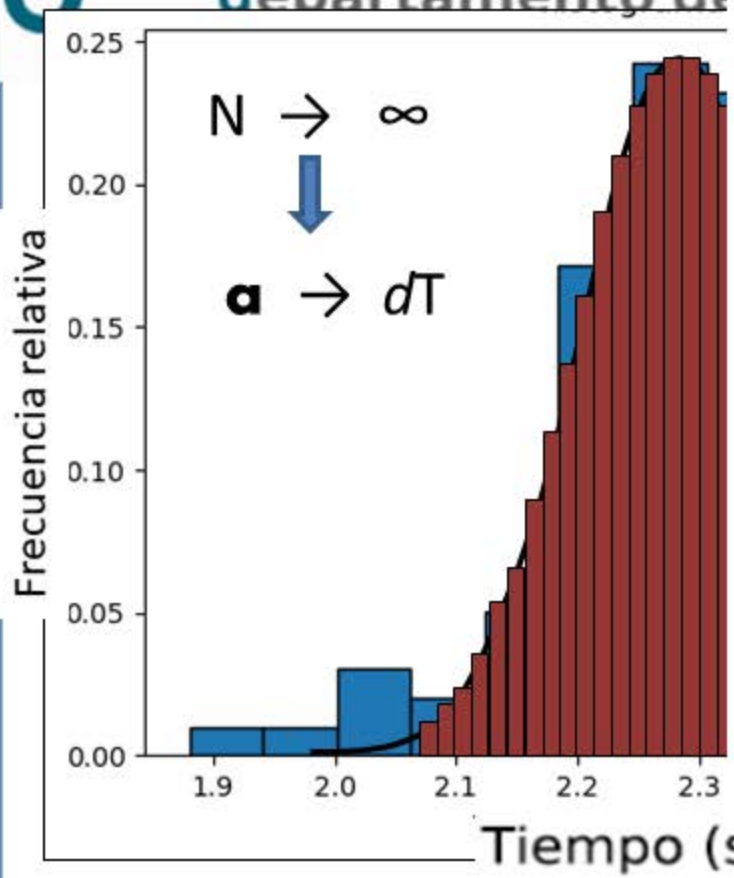
$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

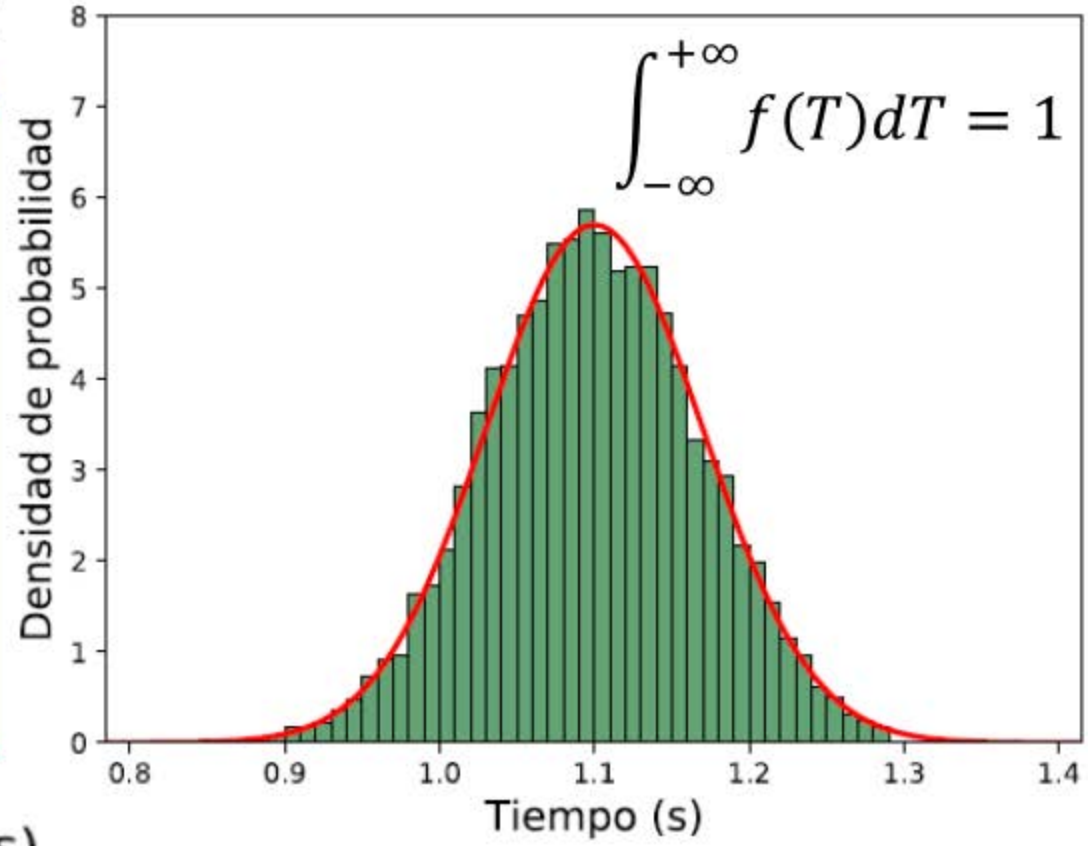
$$\mu = \bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x)dx$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x-\bar{x})^2 f(x)dx$$

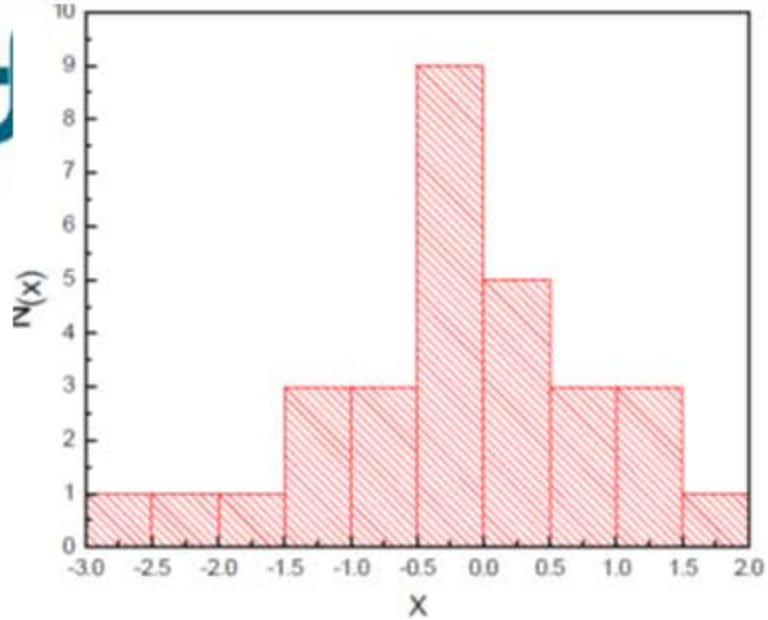


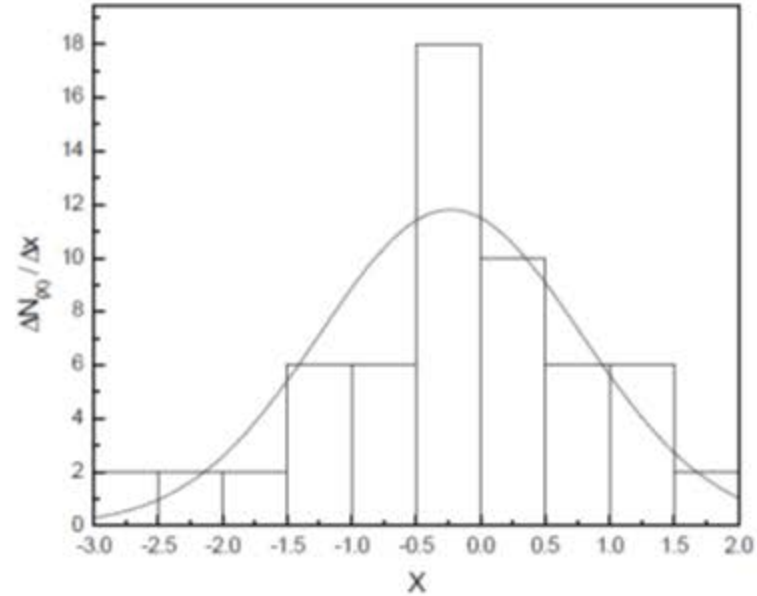
Función Distribución





f(T) es la función de distribución de probabilidades





$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$\frac{\Delta n(x)}{\Delta x} = C\, exp(-h^2 (x-m)^2)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta n(x)}{\Delta x} dx = N$$

$$\frac{1}{N}\frac{\Delta n}{\Delta x} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$C = \frac{Nh}{\sqrt{\pi}}$$

Función de distribución: Gauss

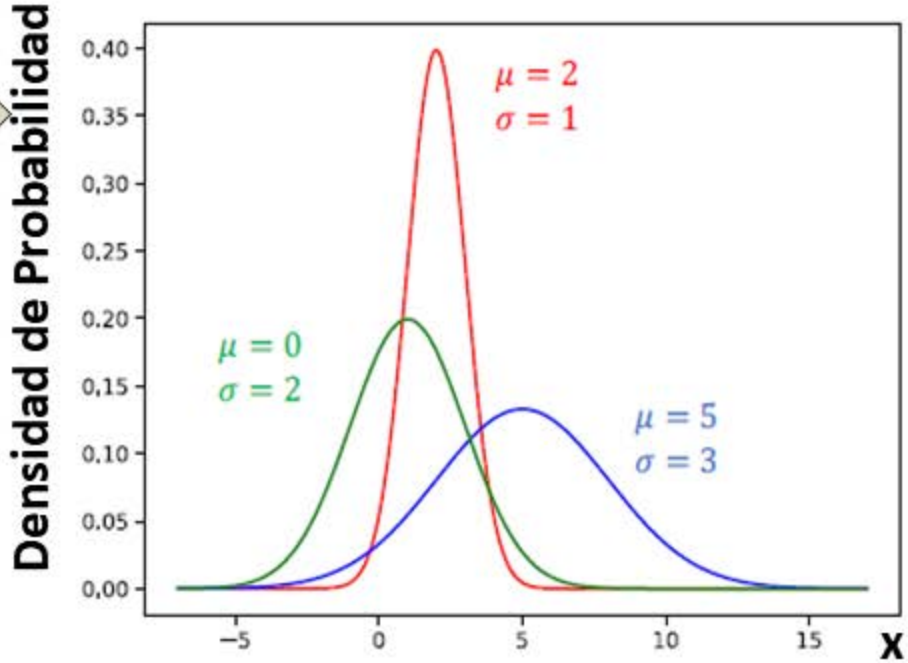
Otras características de la función

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

- Está centrada en $x = \mu$
- Es simétrica alrededor de $x = \mu$
- Tiende exponencialmente a 0 para $|x - \mu| \gg \sigma$
- El parámetro σ da una idea del ancho de la curva

Función de distribución de 3 Muestras

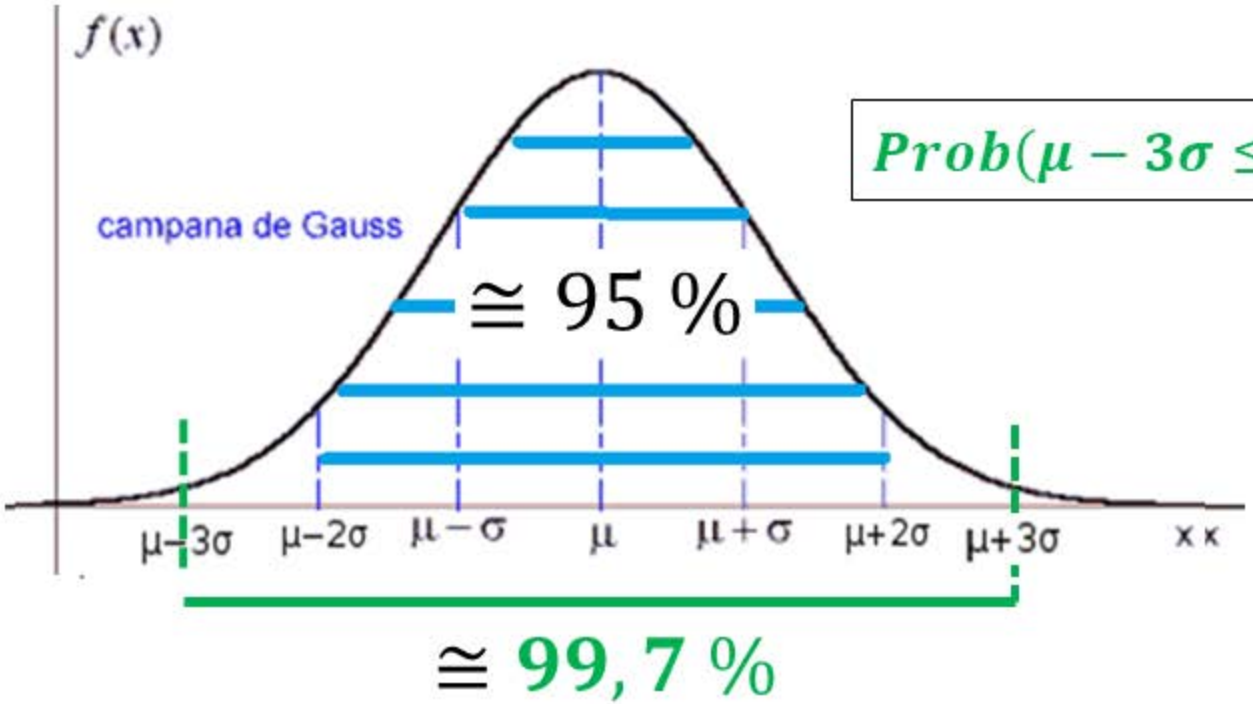
- ⇧ μ Corrimiento en x
- ⇧ σ Aumento del ancho



Supongamos que tenemos una muestra de 1000 datos. Por ejemplo se midieron mil veces la misma MF, con el mismo instrumento, protocolo y operador.

¿Cual es la probabilidad que si hago una medición mas el resultado se encuentre en el intervalo? $(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma)$

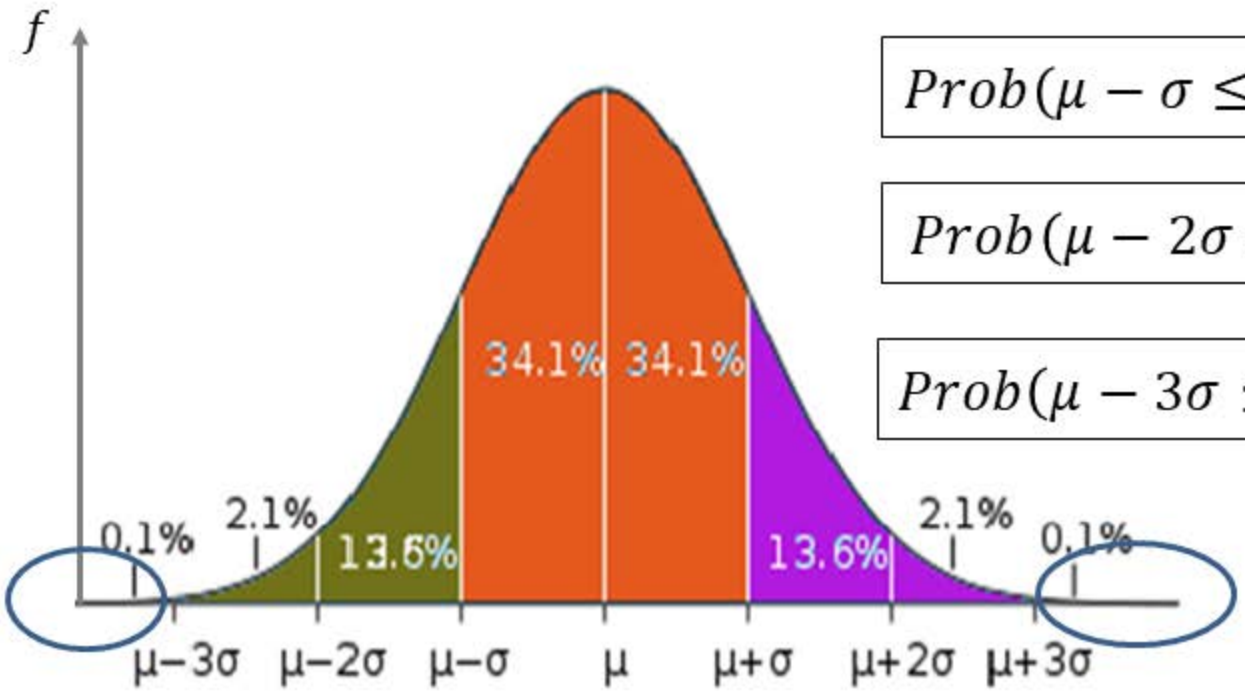
$$Prob\,(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}-\sigma}^{\bar{x}+\sigma} \exp\left[\frac{-(\bar{x}-x)^2}{2\sigma^2}\right] dx \cong 0{,}95$$



$$\boxed{Prob(\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma) \cong 0,997}$$

Supongamos que tenemos una muestra de 1000 datos. Por ejemplo se midieron mil veces la misma MF, con el mismo instrumento, protocolo y operador.

¿Cual es la probabilidad que si hago una medición mas el resultado se encuentre en el intervalo?



$$Prob(\mu - \sigma \leq x \leq \mu + \sigma) \cong 0{,}6827$$

$$Prob(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma) \cong 0{,}95$$

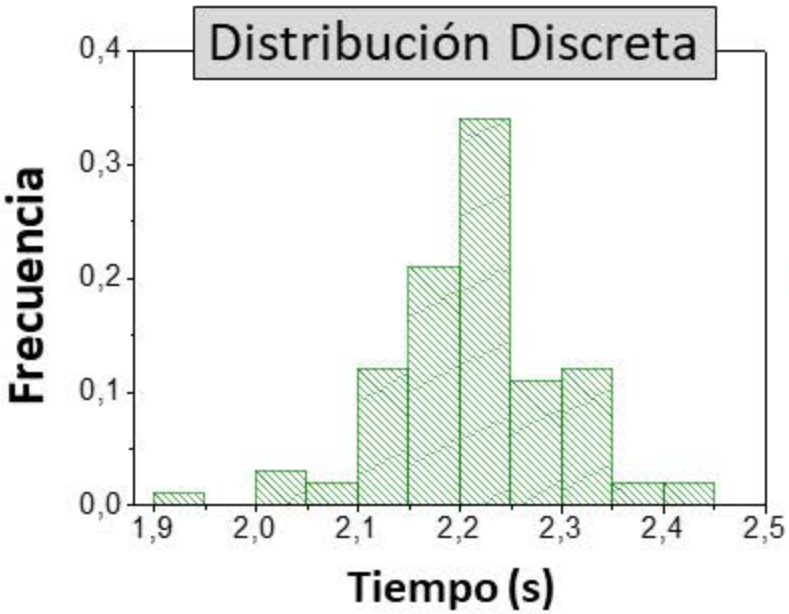
$$Prob(\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma) \cong 0{,}997$$

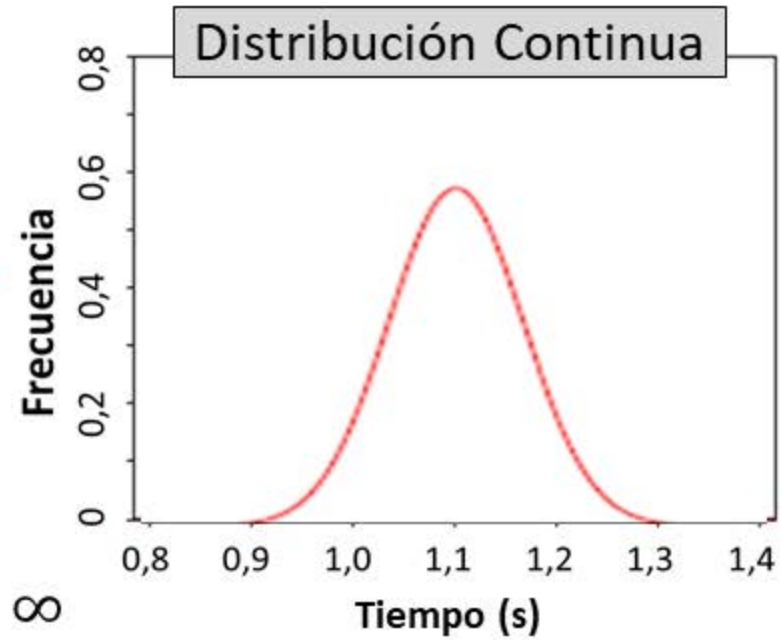
$$1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x-3\sigma}^{\bar{x}+3\sigma} \exp\left[\frac{-(\bar{x}-x)^2}{2\sigma^2}\right] dx = 0,0028 \quad (0,28\,\%)$$

Objetivo

Estimar los parámetros de la distribución a partir de los datos medidos

Tenemos una muestra finita de datos → Queremos estimamos los parámetros de la distribución

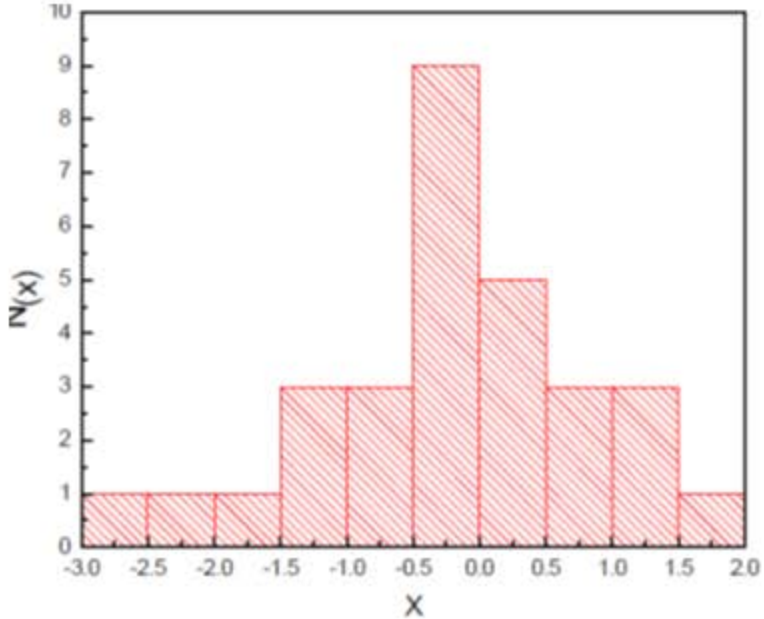


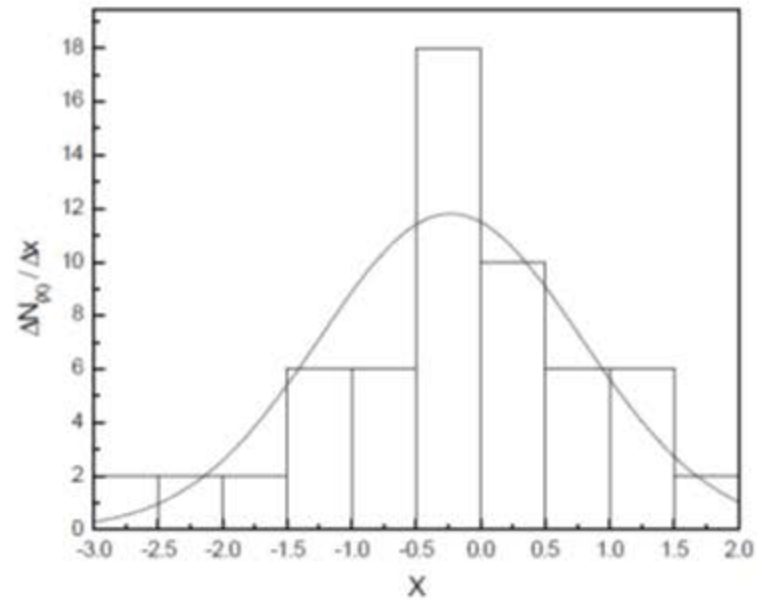


$N \to \infty$

$\bar{x} \to \mu$

$S \to \sigma$





$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$\frac{\Delta n(x)}{\Delta x} = C\, exp(-h^2 (x-m)^2)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta n(x)}{\Delta x} dx = N$$

$$\frac{1}{N}\frac{\Delta n}{\Delta x} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$C = \frac{Nh}{\sqrt{\pi}}$$

Estimación de los parámetros de la distribución de Gauss

$$\bar{X}_n = \frac{1}{n}\sum_{i=1} x_i \longrightarrow \bar{X} = \mu$$

$$S_n^2 = \frac{1}{n}\sum_{i}(x_i - \bar{X}_n)^2 \longrightarrow VAR(X) = \sigma^2$$

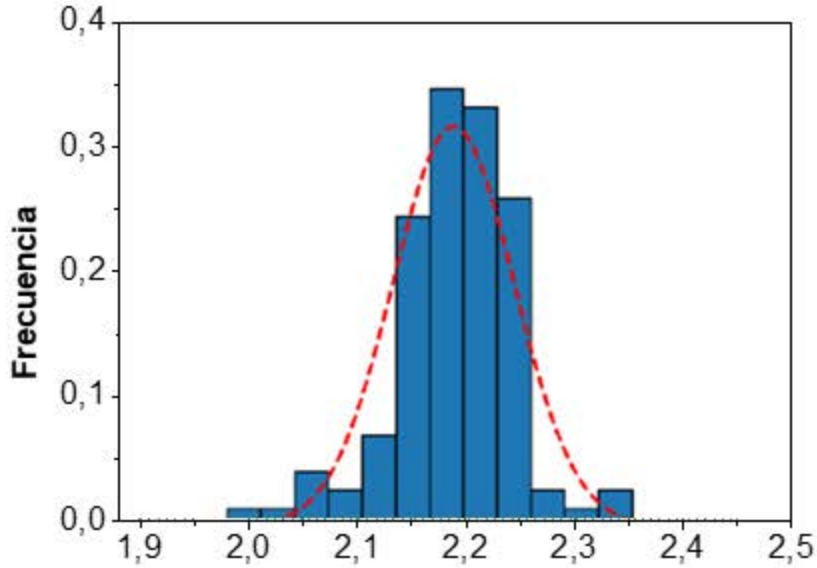
Son *estimadores*:

funciones de los datos medidos x_i

Parámetros desconocidos distribución de Gauss

Tomo 1 Muestra con N medidas

Tenemos una muestra finita de datos → Estimamos los parámetros de la distribución



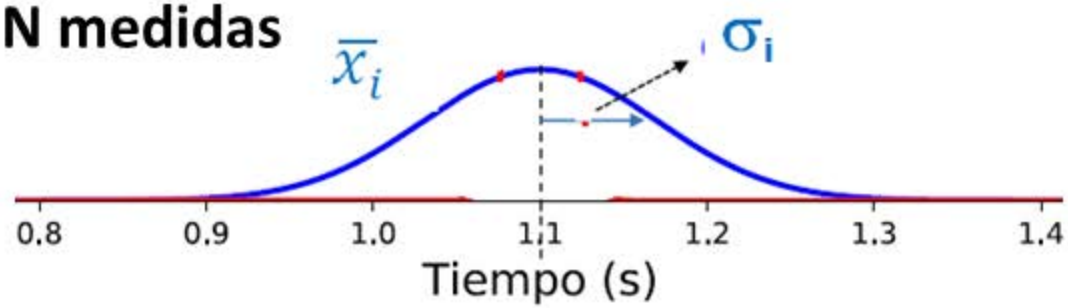
Si el numero de medidas es suficientemente grande → σ No varia en forma significativa

TCL

TCL: teorema central del limite

Error estadístico

Si se toma **1 muestra con N medidas y saco un $\overline{x_1}$ y un σ_1**



Si tomo **otra muestra (<u>mismo proceso, misma MF</u>) de N medidas voy a sacar otro valor de $\overline{x_2}$.**

¿Como va a ser σ_2 respecto de σ_1?
¿En cuanto difiere $\overline{x_2}$ respecto de $\overline{x_1}$???

¿ como informo el resultado de la medición?

¿Cual es el intervalo en el que hay un 68 % de probabilidades que se encuentre el valor de $\overline{x_2}$??

TCL: teorema central del limite

- ✓ Si el numero de datos es suficientemente grande, como para tener definido el proceso estadístico, entonces

$$\sigma_1 \cong \sigma_2 \cong \sigma$$

- ✓ **Los valores promedios $\bar{x}_i$ de las diferentes muestras de N datos** cada una, **van a seguir una distribución gaussiana**, centrada en: $<\bar{x}>$

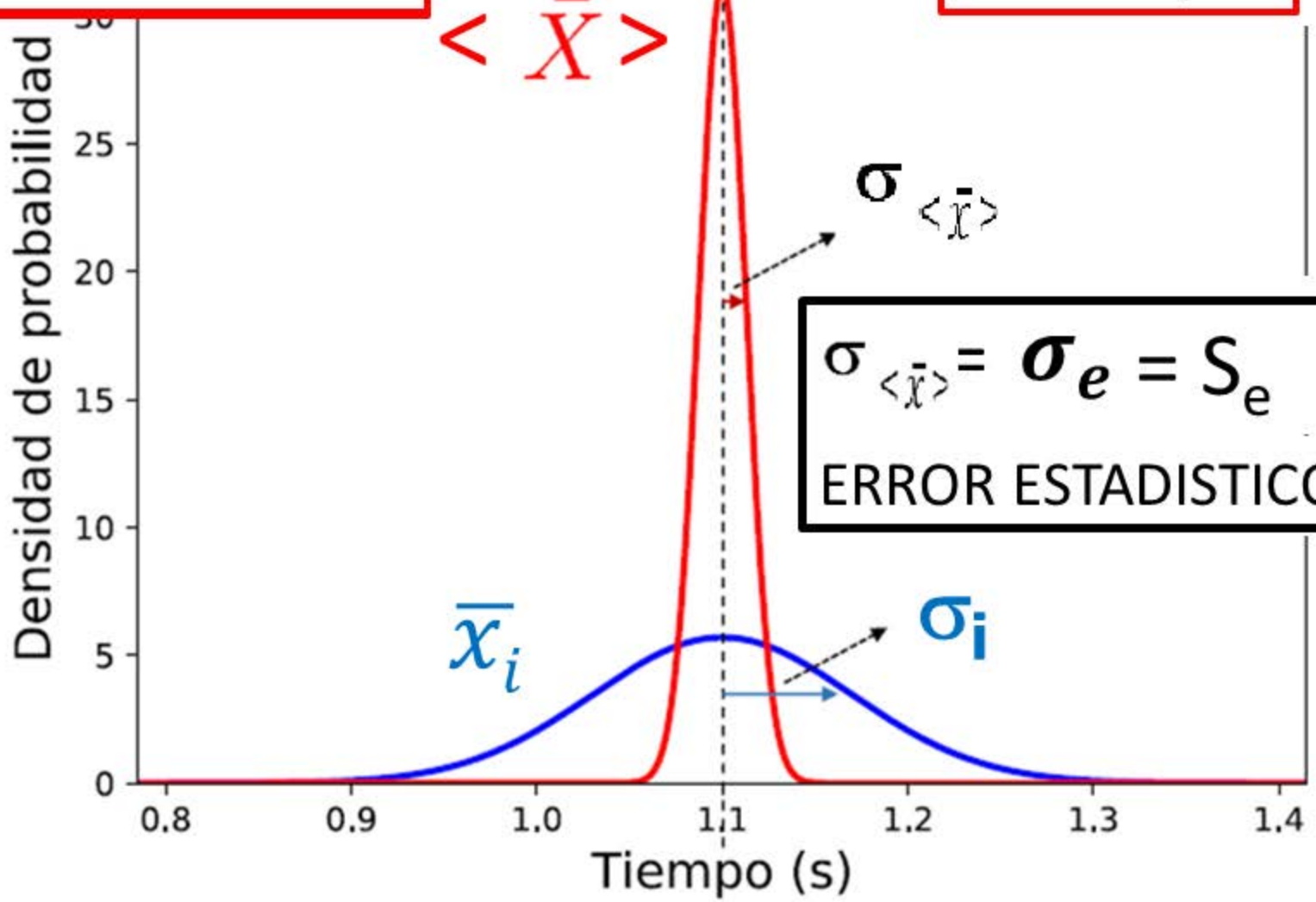
$$<\bar{x}> = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

con una dispersión estándar $\sigma_{<\bar{x}>}$ dada Por:

$$\sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

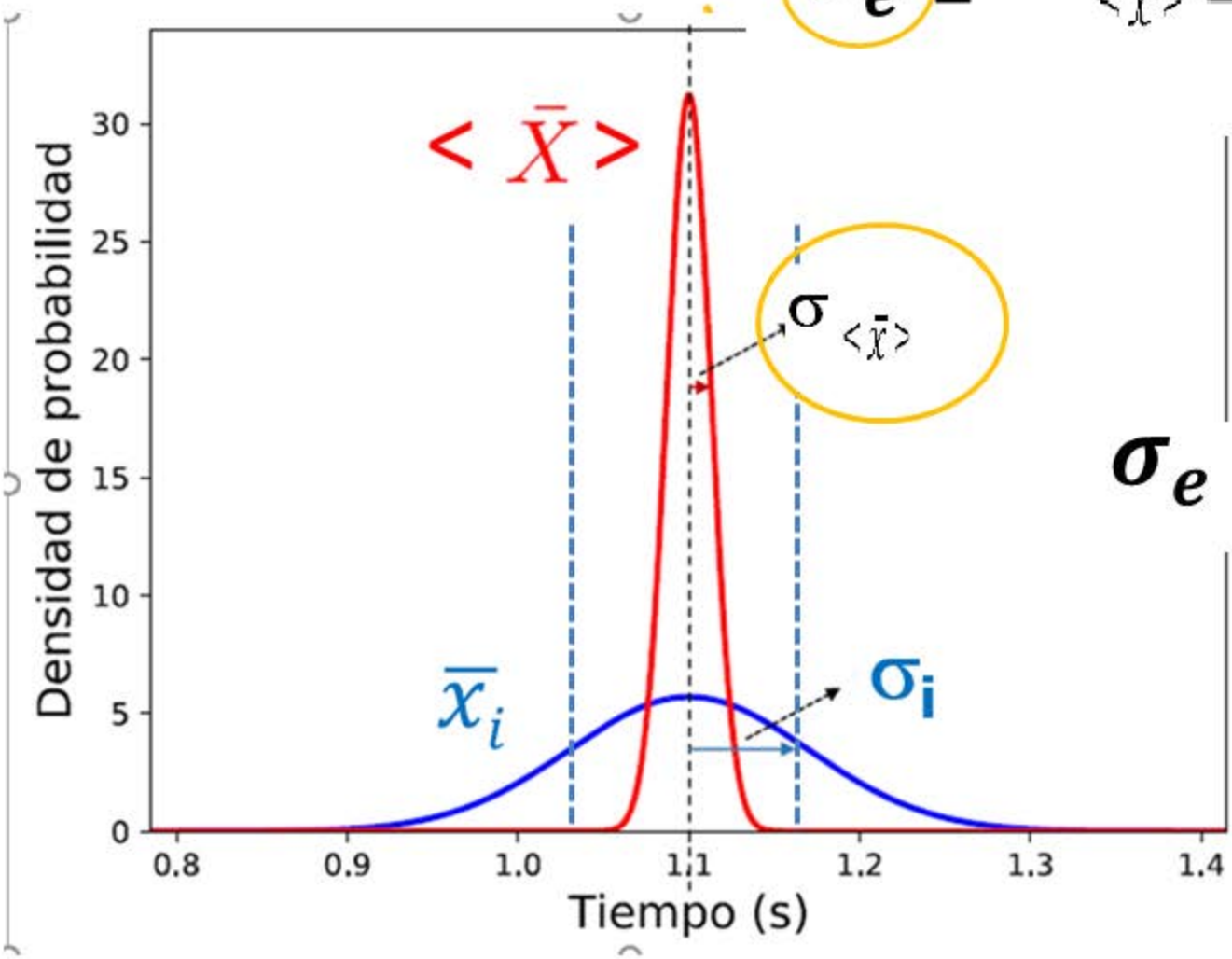
$$< \bar{x} > = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$\sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$



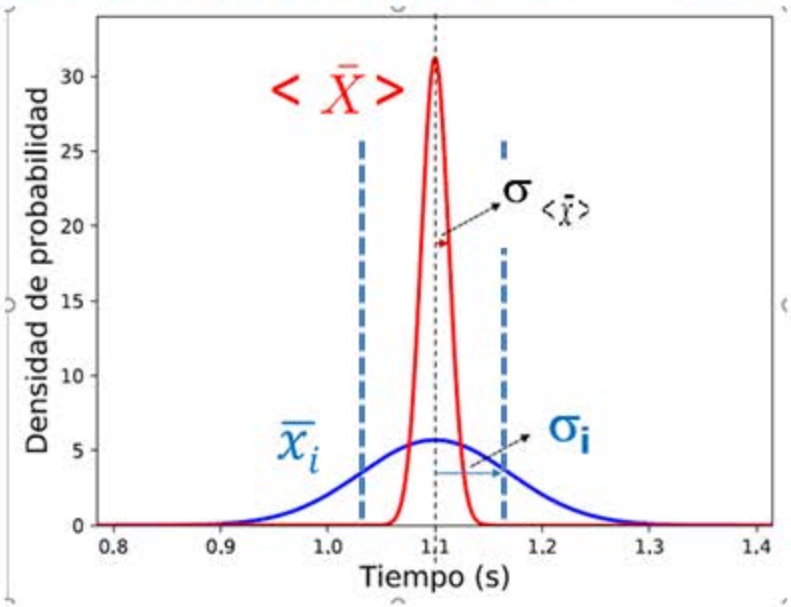
ERROR ESTADISTICO de una medición de N datos

$$\sigma_e = \sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$



$$\sigma_e = S_e$$

¿Cual es el intervalo en el que hay un 68 % de probabilidades que se encuentre el valor de $\bar{x}_2$ de una nueva serie de mediciones??



$$\boldsymbol{\sigma_e} = \sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Para una muestra representativa (Población), una nueva medida de $\bar{\boldsymbol{x}}$ tendrá

- ***Probabilidad de ~68%*** de encontrarse en $(<\bar{x}> -\sigma_e, <\bar{x}> +\sigma_e)$
- ***Probabilidad de ~95%*** de encontrarse en $(<\bar{x}> -2\sigma_e, <\bar{x}> +2\sigma_e)$
- ***Probabilidad de ~99%*** de encontrarse en $(<\bar{x}> -3\sigma_e, <\bar{x}> +3\sigma_e)$

En general se mide <u>1 sola serie de N mediciones.</u> Entonces, sabiendo como se va a comportar el valor medio de la serie de otro experimentador que mide la misma MF, con el mismo protocolo y con el mismo numero de datos, se escribe el resultado de mi serie de mediciones como:

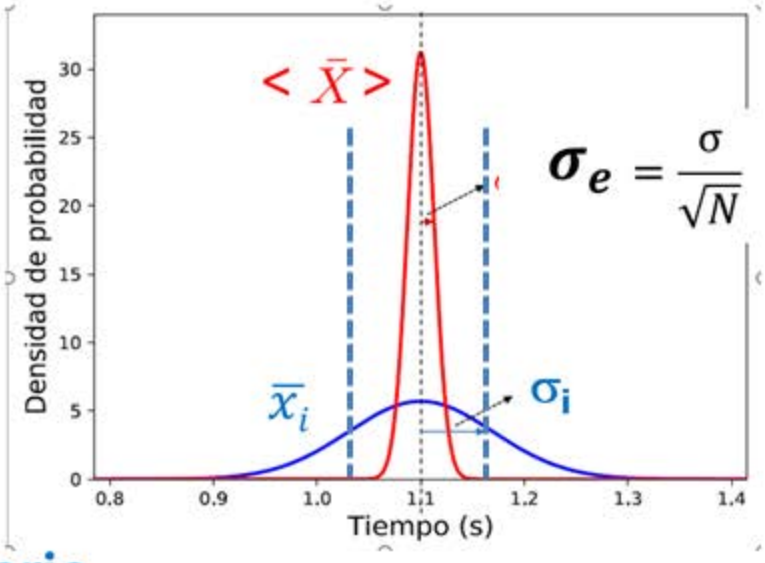
$$\boxed{x = (\bar{x} \pm \Delta x)\ \text{Unid}} \qquad \Delta \boldsymbol{x} = \sqrt{\boldsymbol{\sigma}_N^2 + \boldsymbol{\sigma}_e^2} \qquad \boldsymbol{\sigma}_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Para una nueva muestra representativa, su valor de $\bar{\boldsymbol{x}}$ tendrá

- ***Probabilidad de ~68%*** de encontrarse en $\boxed{(\bar{x} - \sigma_e, \bar{x} + \sigma_e)}$
- ***Probabilidad de ~95%*** de encontrarse en $\boxed{(\bar{x} - 2\sigma_e, \bar{x} + 2\sigma_e)}$
- ***Probabilidad de ~99%*** de encontrarse en $\boxed{(\bar{x} - 3\sigma_e, \bar{x} + 3\sigma_e)}$

Dada una serie de N mediciones con un dado de $\overline{x}$ y un dado σ

¿Cual es el intervalo en el que hay un 68 % de probabilidades que se encuentre :



A) Una nueva medición de la misma serie

B) El valor promedio de una nueva serie de mediciones

PROBABILIDAD	Una nueva medida de x_i	una nueva medida de $\bar{x}_i$
• ~68%	$(\bar{x} - \sigma, \bar{x} + \sigma)$	$(\bar{x} - \sigma_e, \bar{x} + \sigma_e)$
• ~95%	$(\bar{x} - 2\sigma, \bar{x} + 2\sigma)$	$(\bar{x} - 2\sigma_e, \bar{x} + 2\sigma_e)$
• ~99%	$(\bar{x} - 3\sigma, \bar{x} + 3\sigma)$	$(\bar{x} - 3\sigma_e, \bar{x} + 3\sigma_e)$

Expresión del RESULTADO

RESULTADO $$x = (\bar{x} \pm \Delta x)\, u$$

Intervalo de Confianza

$$\bar{x} - \Delta x \leq x \leq \bar{x} + \Delta x$$

$$[\bar{x} - \Delta x\, , \bar{x} + \Delta x]$$

Valor más representativo $$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

Error Absoluto $$\Delta x = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_e^2}$$

Error Estadístico $$\sigma_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Error Relativo $$\varepsilon_r = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$$

Error Nominal cuadrático

$$\sigma_N^2 = \sigma_{Ap}^2 + \sigma_{ex}^2 + \sigma_{int}^2 + \sigma_{def}^2$$

Error Relativo porcentual $$\varepsilon_{r\%} = \varepsilon_r \text{ x } 100\ \%$$

Desviación Estándar $$\sigma = S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x} - x_i)^2}{N}}$$

Preguntas frecuentes

¿Cuántas veces debo medir?

$$\Delta x = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_e^2} \qquad \sigma_e \ll \sigma_N$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

A medida que N AUMENTA, σ_e DISMINUYE

Número Óptimo de mediciones:

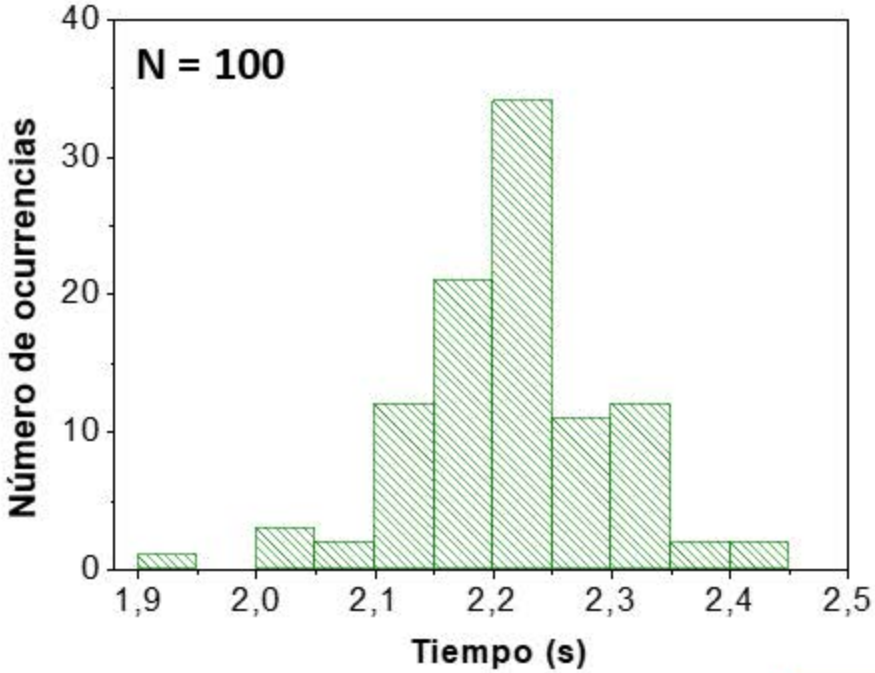
$$N_{op} = \sqrt{\frac{\sigma}{\sigma_N}}$$

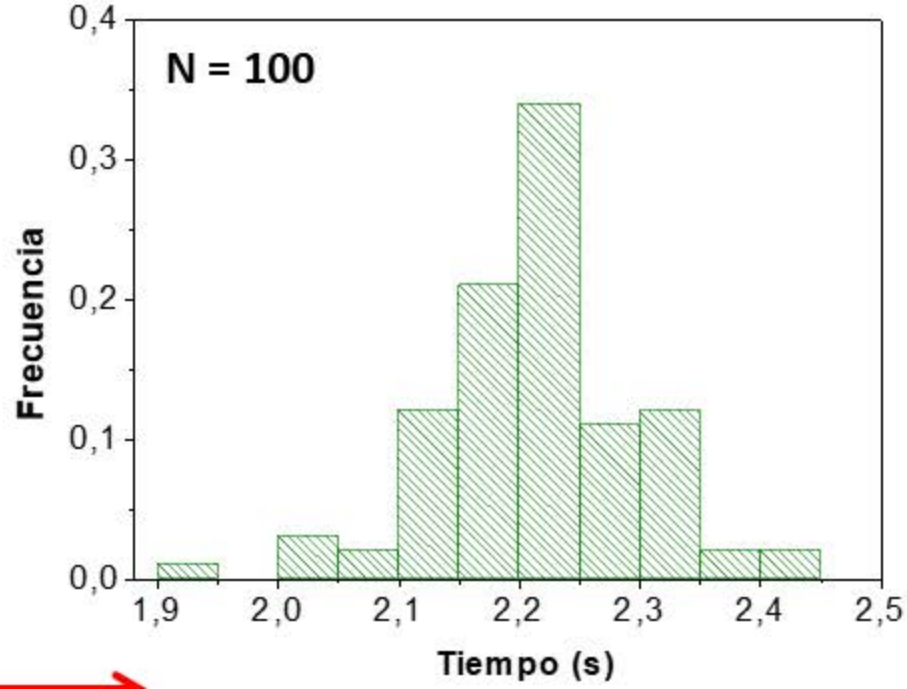
¿Cómo comparo dos resultados?

PRECISIÓN, EXACTITUD y DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

- **Precisión:** Comparando los Errores Relativos (ε_r): ⇩ ε_r ⇧ **PRECISIÓN**
- **Exactitud:** Comparando la media con el valor tabulado o valor "real": El $\bar{x}$ más cercano a dicho valor, será el más exacto.
- **Diferencias Significativas:** Comparando los intervalos de confianza

Cómo comparo histogramas



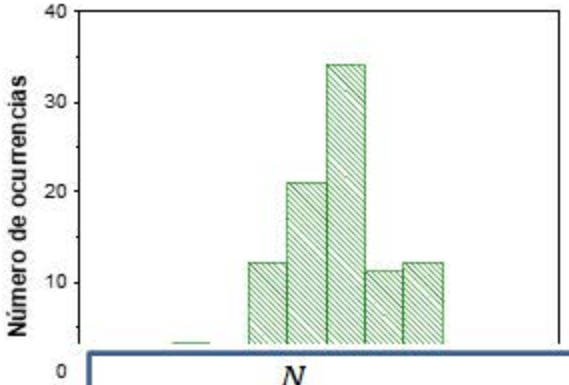


$$\frac{Número\ de\ Ocurrencias}{N} = Frecuencia\ (Fk)$$

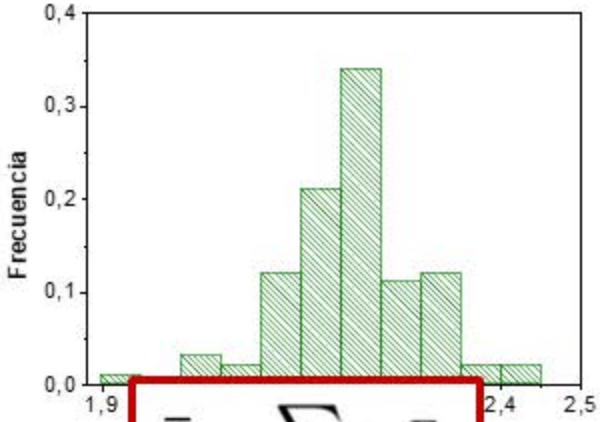
$$F_k = \frac{n_k}{N}$$

Condición de Normalización → $\sum_i F_i = 1$

$$F_i = \frac{n_i}{N}$$



DISTRIBUCION DISCRETA



$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i = \frac{1}{N}\sum_k n_k x_k$$

$$\bar{x} = \sum_k x_k F_k$$

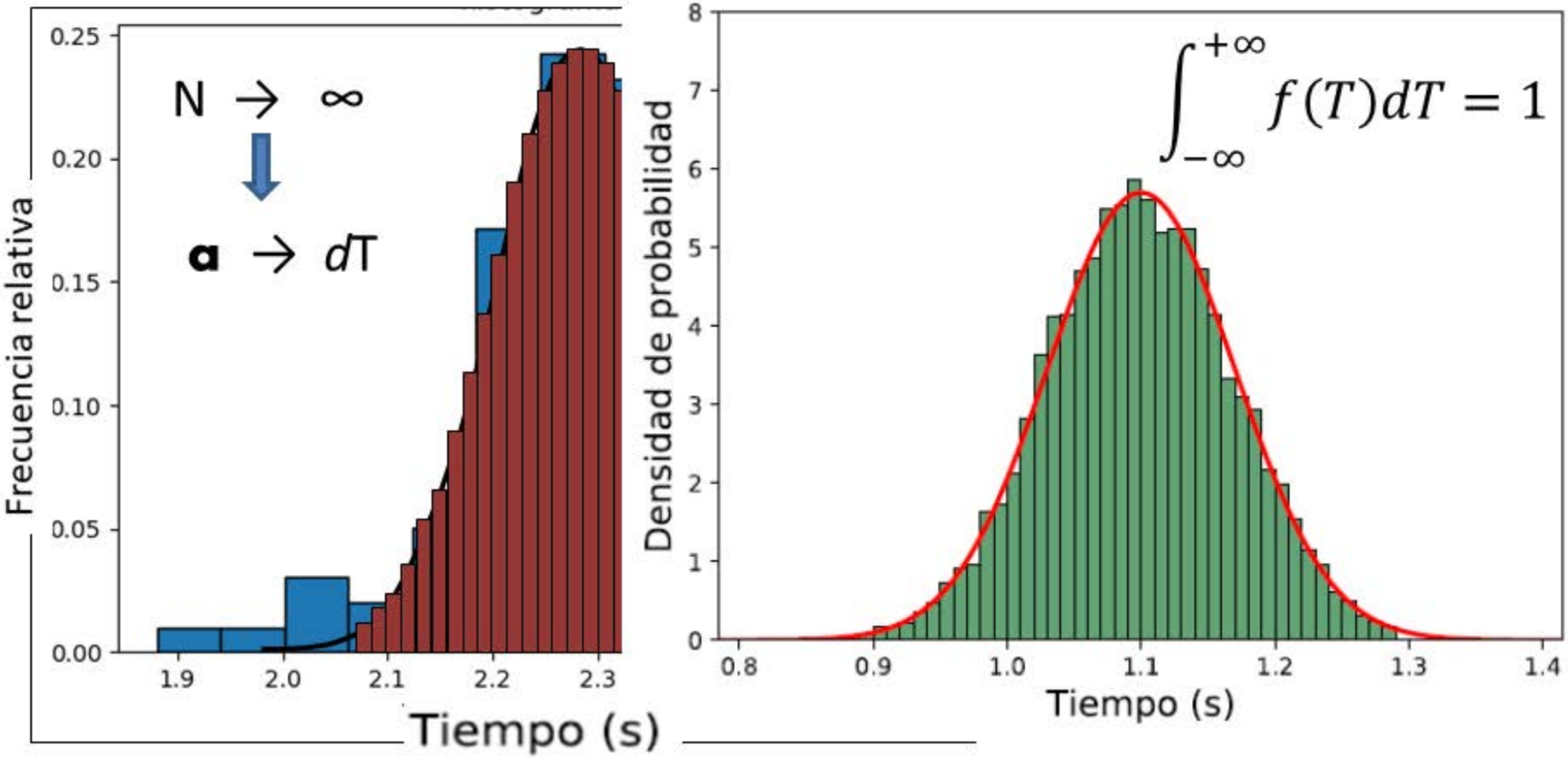
$$\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x}-x_i)^2}{N} = \frac{1}{N}\sum_k n_k (x_k - \bar{X})^2 = \text{VAR}$$

$$VAR(X) = \sum_k (x_k - \bar{X})^2 F_k$$

$$\sigma = \sqrt{VAR(X)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x}-x_i)^2}{N}} = \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x}-x_i)^2 \, F_i}$$

Función Distribución



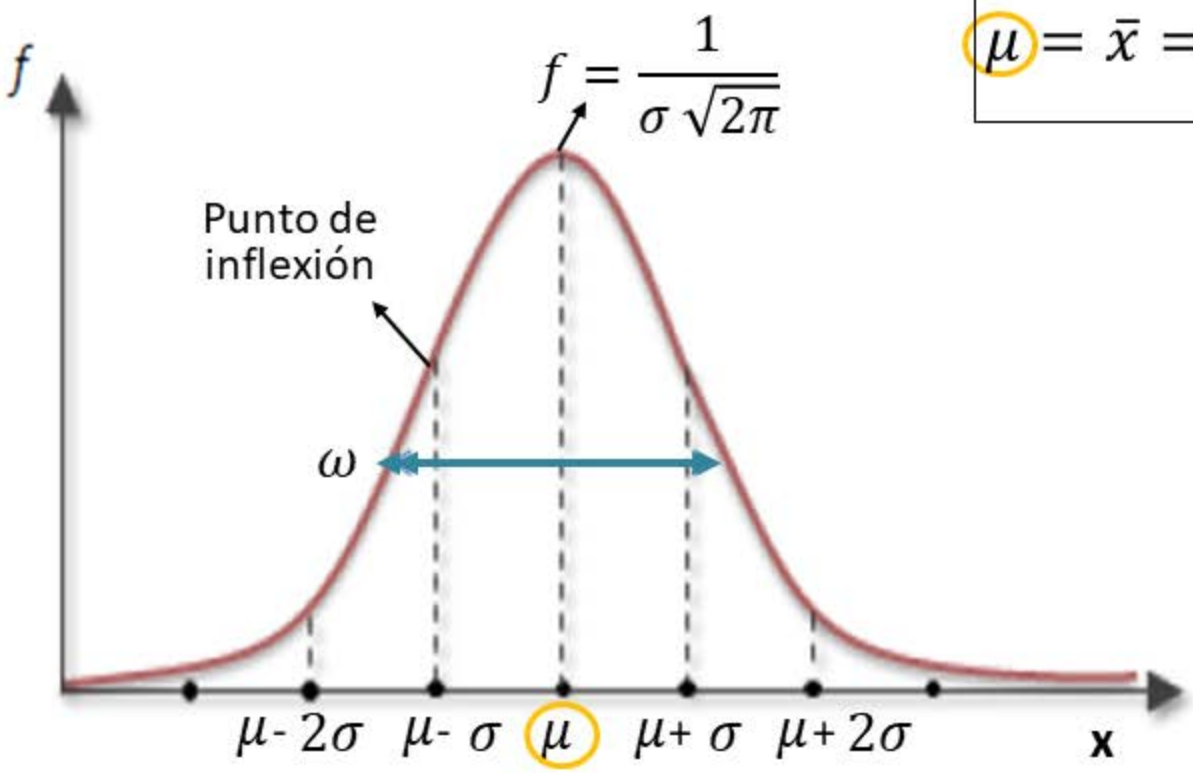
f(T) es la función de distribución de probabilidades

Función de distribución: Gauss

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

$$\mu = \bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$



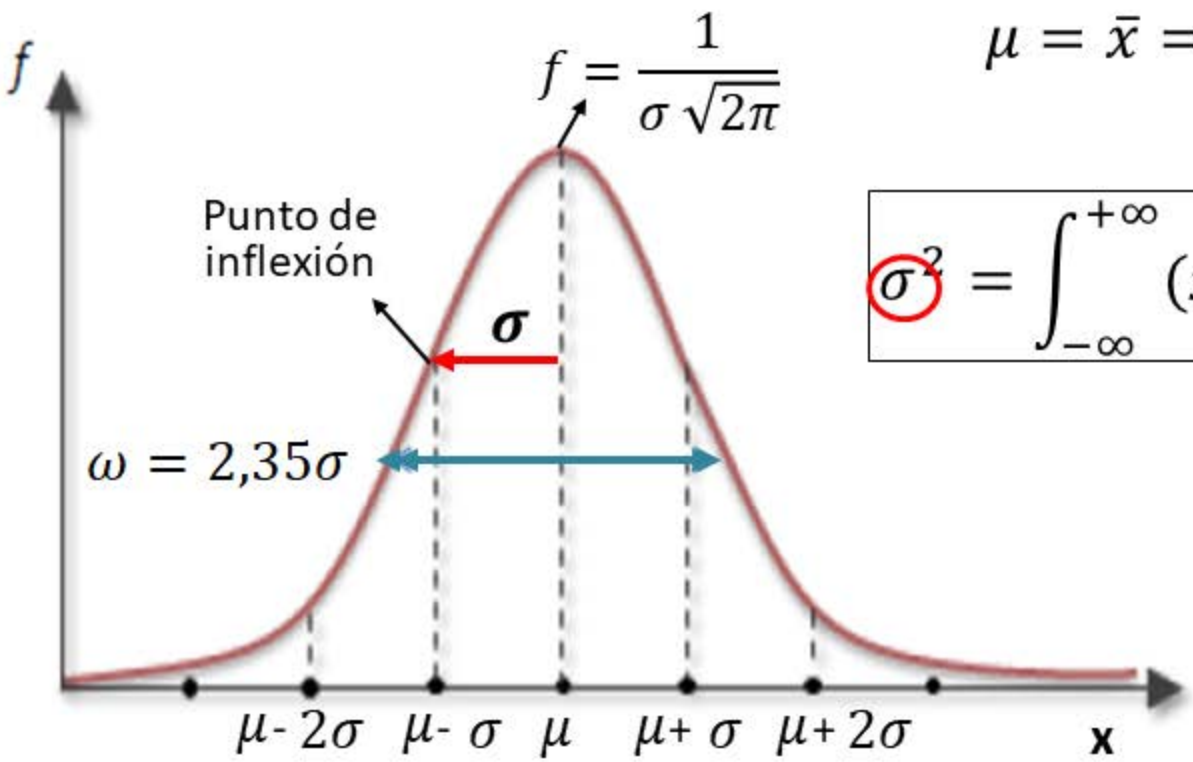
Función de distribución: Gauss

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

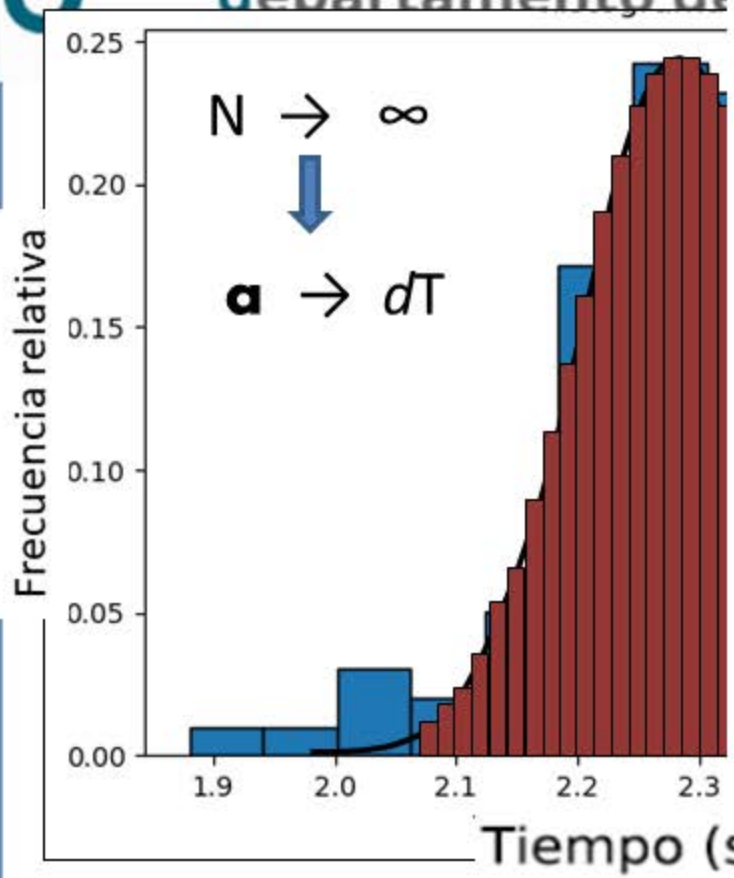
$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

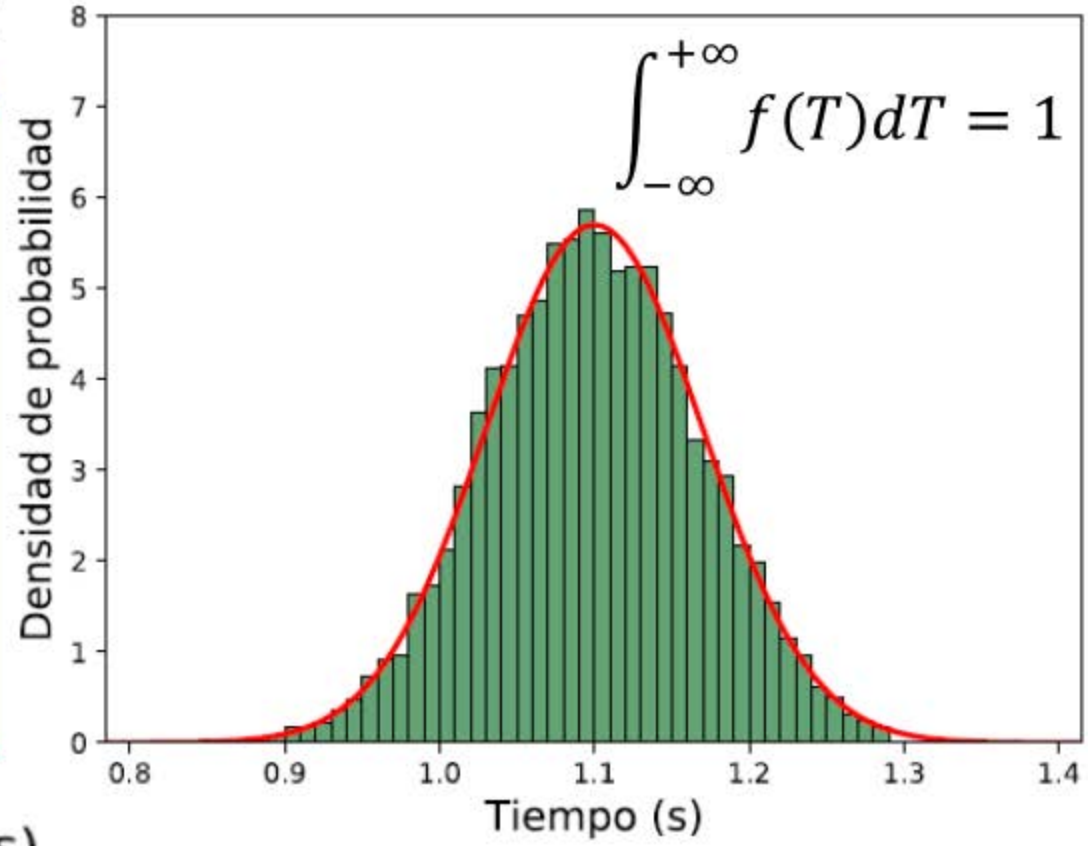
$$\mu = \bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x)dx$$

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x-\bar{x})^2 f(x)dx$$

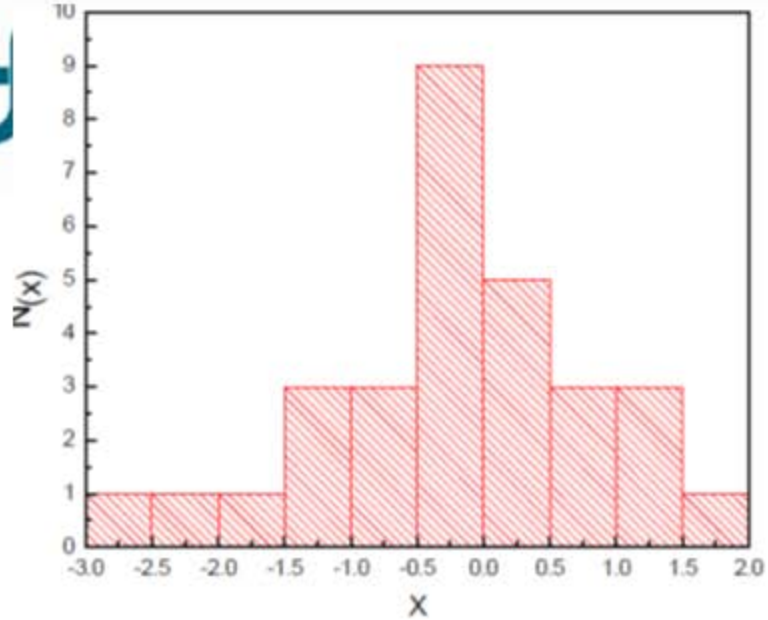


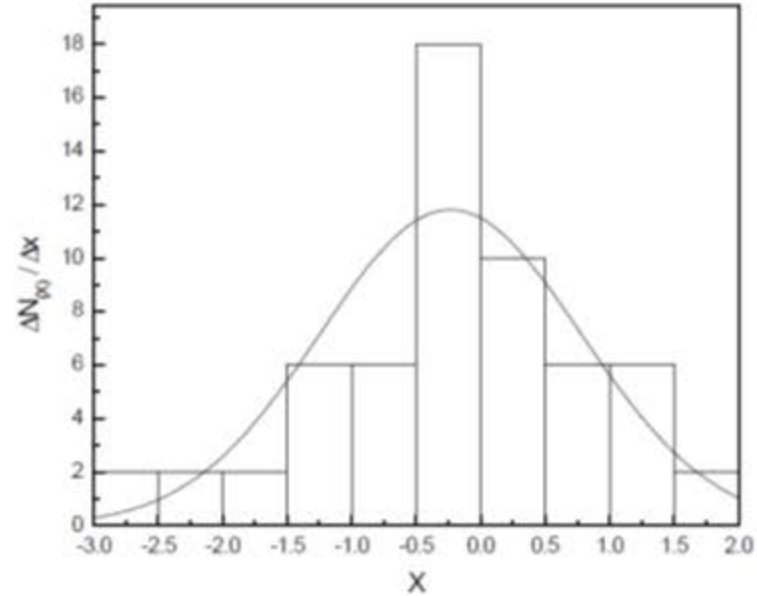
Función Distribución





f(T) es la función de distribución de probabilidades





$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$\frac{\Delta n(x)}{\Delta x} = C\, exp(-h^2 (x-m)^2)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta n(x)}{\Delta x} dx = N$$

$$\frac{1}{N}\frac{\Delta n}{\Delta x} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$C = \frac{Nh}{\sqrt{\pi}}$$

Función de distribución: Gauss

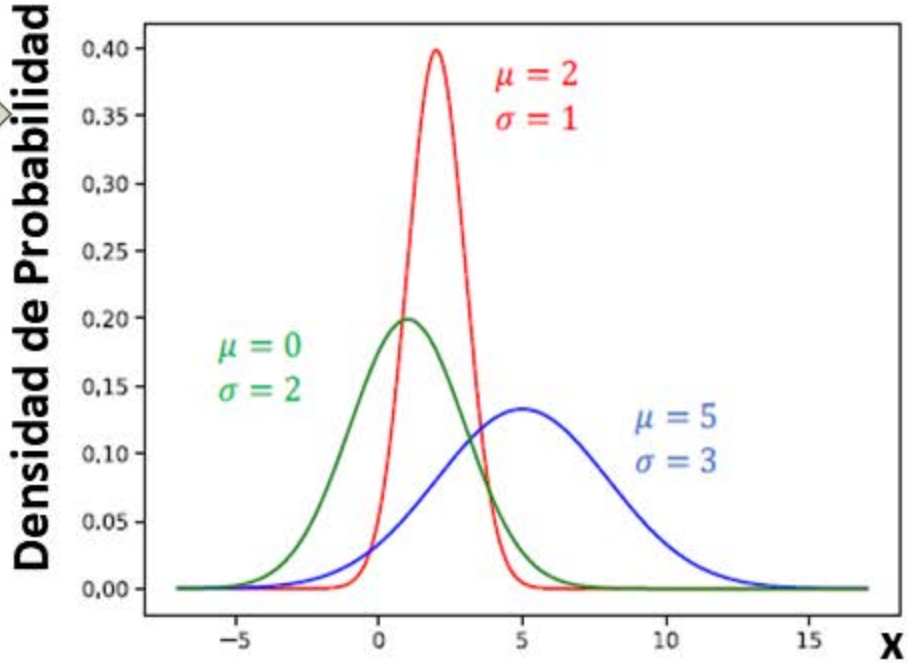
Otras características de la función

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

- Está centrada en $x = \mu$
- Es simétrica alrededor de $x = \mu$
- Tiende exponencialmente a 0 para $|x - \mu| \gg \sigma$
- El parámetro σ da una idea del ancho de la curva

Función de distribución de 3 Muestras

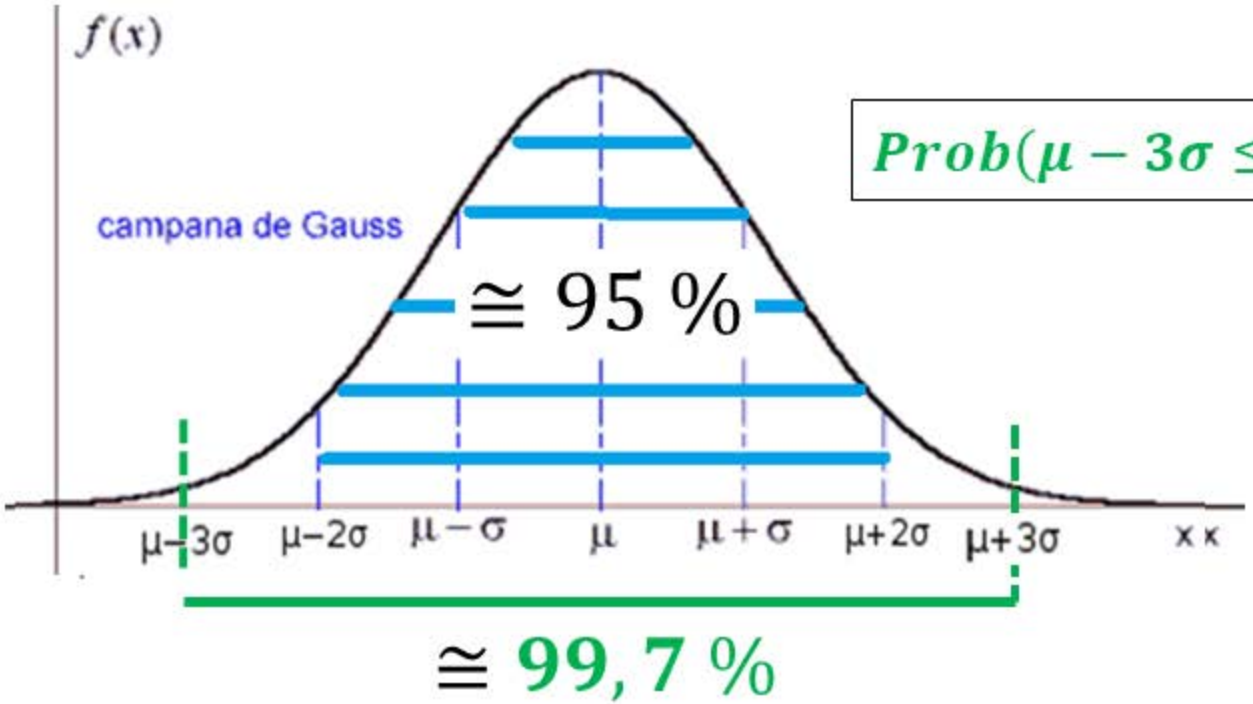
- ⇧ μ Corrimiento en x
- ⇧ σ Aumento del ancho



Supongamos que tenemos una muestra de 1000 datos. Por ejemplo se midieron mil veces la misma MF, con el mismo instrumento, protocolo y operador.

¿Cual es la probabilidad que si hago una medición mas el resultado se encuentre en el intervalo? $(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma)$

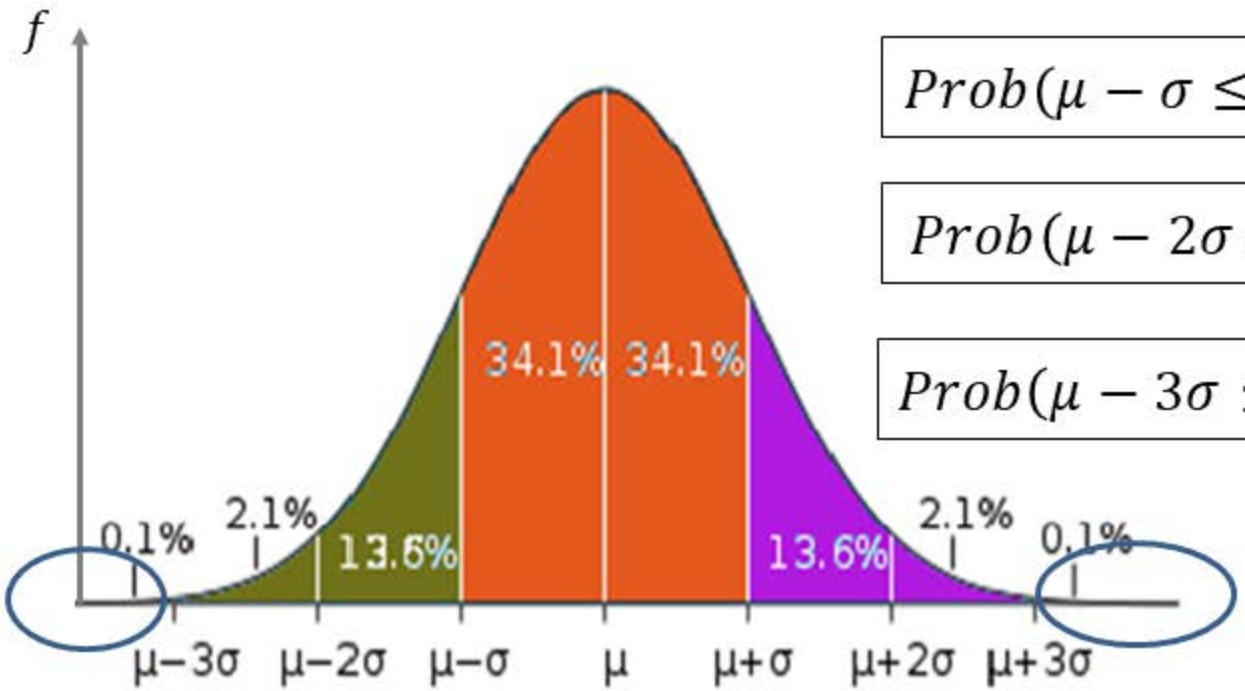
$$Prob\,(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}-\sigma}^{\bar{x}+\sigma} \exp\left[\frac{-(\bar{x}-x)^2}{2\sigma^2}\right] dx \cong 0{,}95$$



$$\boxed{Prob(\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma) \cong 0,997}$$

Supongamos que tenemos una muestra de 1000 datos. Por ejemplo se midieron mil veces la misma MF, con el mismo instrumento, protocolo y operador.

¿Cual es la probabilidad que si hago una medición mas el resultado se encuentre en el intervalo?



$$Prob(\mu - \sigma \leq x \leq \mu + \sigma) \cong 0{,}6827$$

$$Prob(\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma) \cong 0{,}95$$

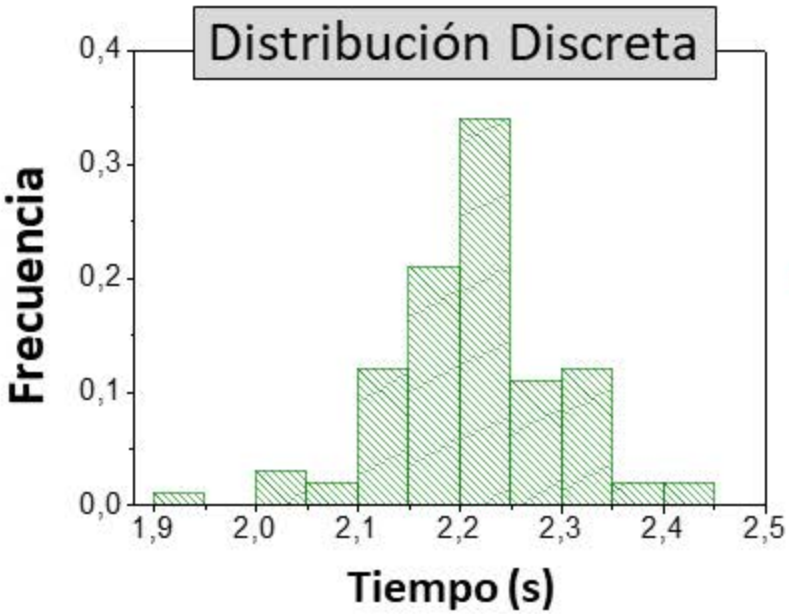
$$Prob(\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma) \cong 0{,}997$$

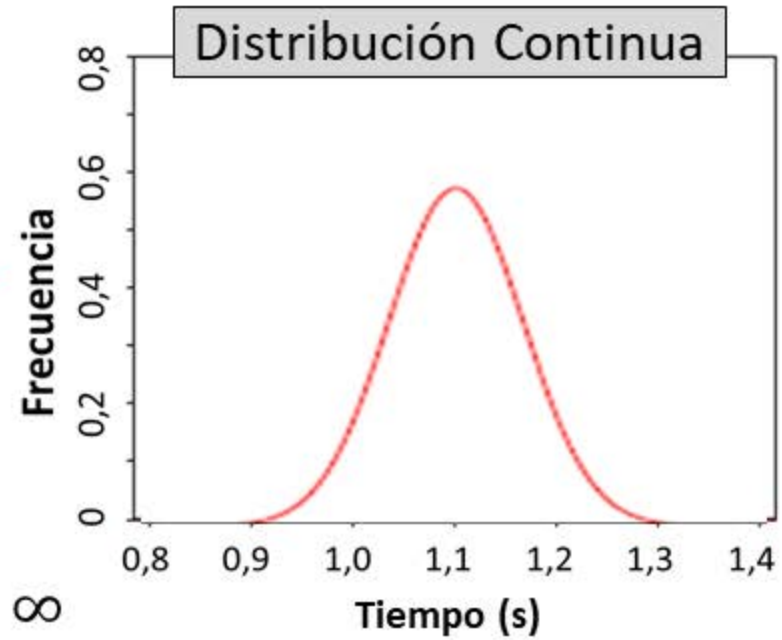
$$1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x-3\sigma}^{\bar{x}+3\sigma} \exp\left[\frac{-(\bar{x}-x)^2}{2\sigma^2}\right] dx = 0,0028 \quad (0,28\,\%)$$

Objetivo

Estimar los parámetros de la distribución a partir de los datos medidos

Tenemos una muestra finita de datos → Queremos estimamos los parámetros de la distribución

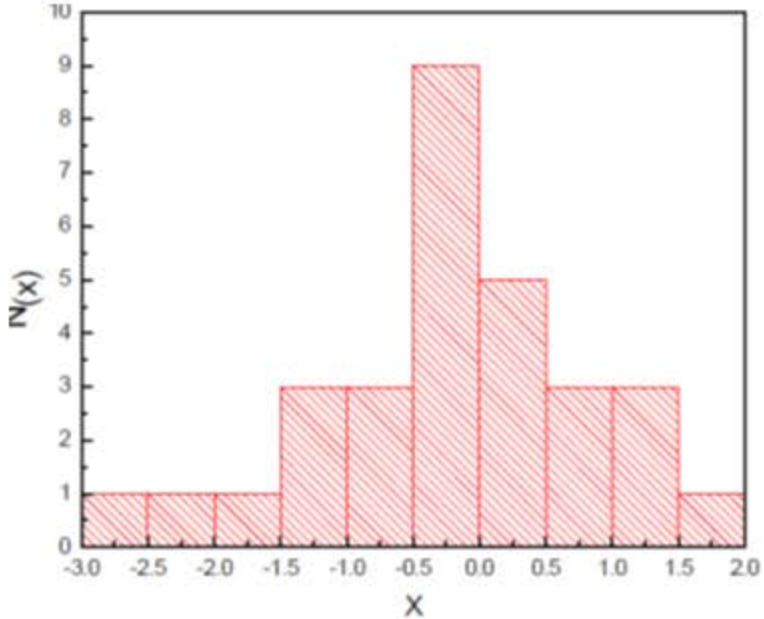


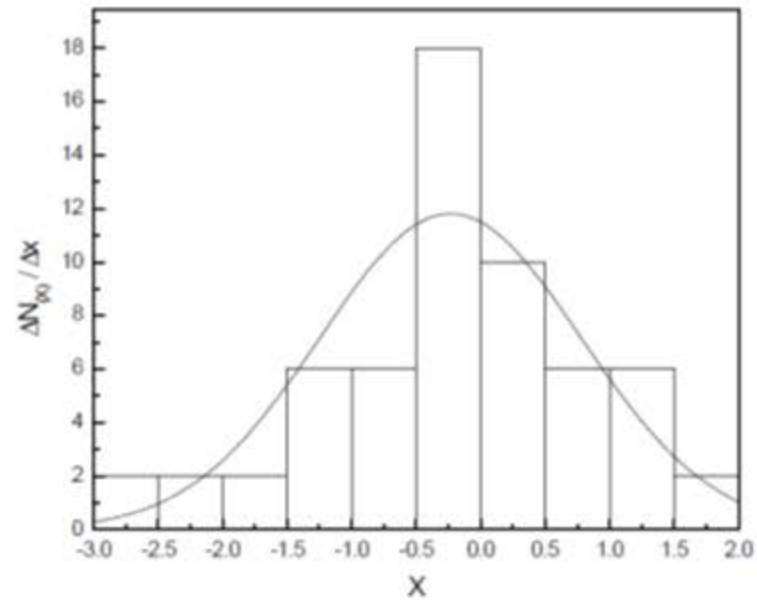


$N \to \infty$

$\bar{x} \to \mu$

$S \to \sigma$





$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$\frac{\Delta n(x)}{\Delta x} = C\, exp(-h^2 (x-m)^2)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta n(x)}{\Delta x} dx = N$$

$$\frac{1}{N}\frac{\Delta n}{\Delta x} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$C = \frac{Nh}{\sqrt{\pi}}$$

Estimación de los parámetros de la distribución de Gauss

$$\bar{X}_n = \frac{1}{n}\sum_{i=1} x_i \longrightarrow \bar{X} = \mu$$

$$S_n^2 = \frac{1}{n}\sum_{i}(x_i - \bar{X}_n)^2 \longrightarrow VAR(X) = \sigma^2$$

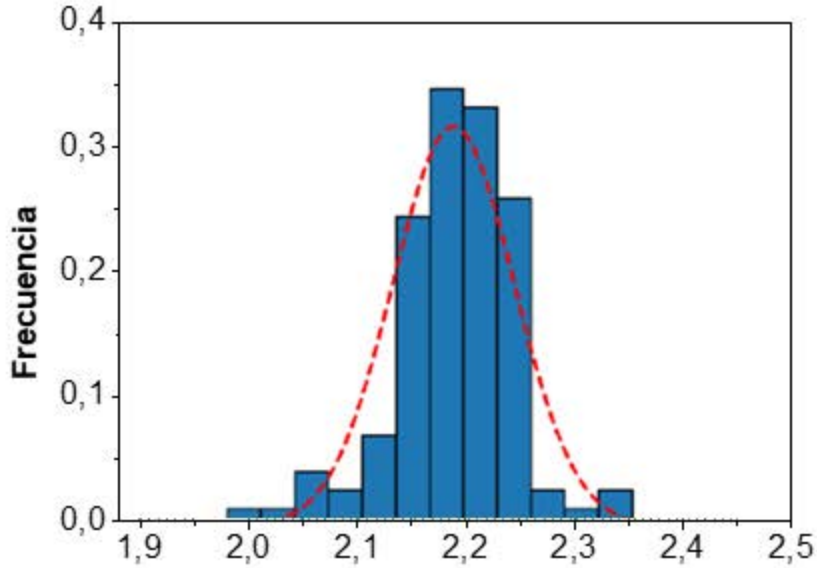
Son *estimadores*:

funciones de los datos medidos x_i

Parámetros desconocidos distribución de Gauss

Tomo 1 Muestra con N medidas

Tenemos una muestra finita de datos → Estimamos los parámetros de la distribución



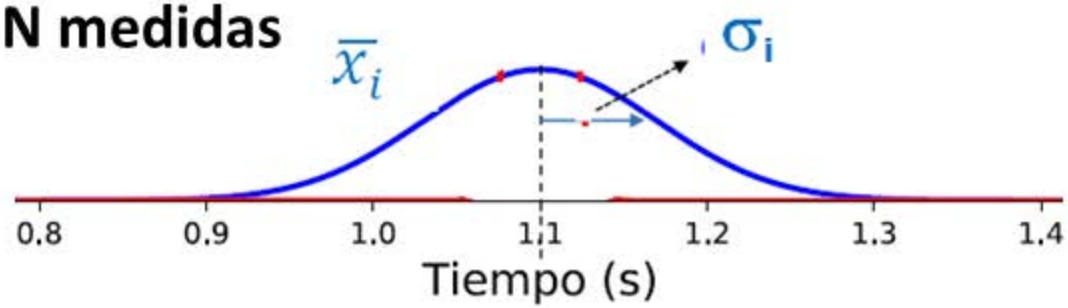
Si el numero de medidas es suficientemente grande → σ No varia en forma significativa

TCL

TCL: teorema central del limite

Error estadístico

Si se toma **1 muestra con N medidas y saco un $\overline{x_1}$ y un σ_1**



Si tomo **otra muestra (<u>mismo proceso, misma MF</u>) de N medidas voy a sacar otro valor de $\overline{x_2}$.**

¿Como va a ser σ_2 respecto de σ_1?
¿En cuanto difiere $\overline{x_2}$ respecto de $\overline{x_1}$???

¿ como informo el resultado de la medición?

¿Cual es el intervalo en el que hay un 68 % de probabilidades que se encuentre el valor de $\overline{x_2}$??

TCL: teorema central del limite

- ✓ Si el numero de datos es suficientemente grande, como para tener definido el proceso estadístico, entonces

$$\sigma_1 \cong \sigma_2 \cong \sigma$$

- ✓ **Los valores promedios $\bar{x}_i$ de las diferentes muestras de N datos** cada una, **van a seguir una distribución gaussiana**, centrada en: $<\bar{x}>$

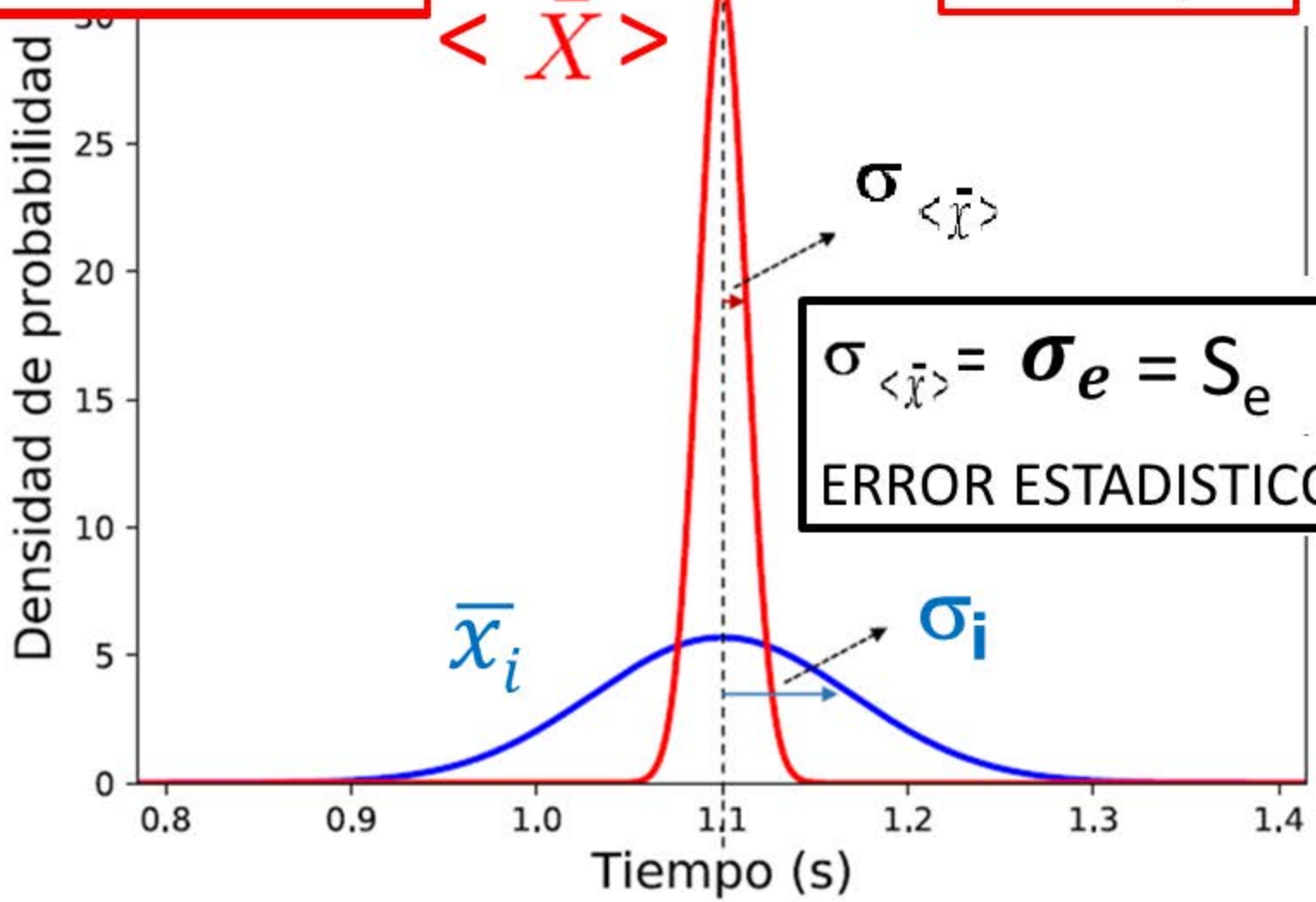
$$<\bar{x}> = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

con una dispersión estándar $\sigma_{<\bar{x}>}$ dada Por:

$$\sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

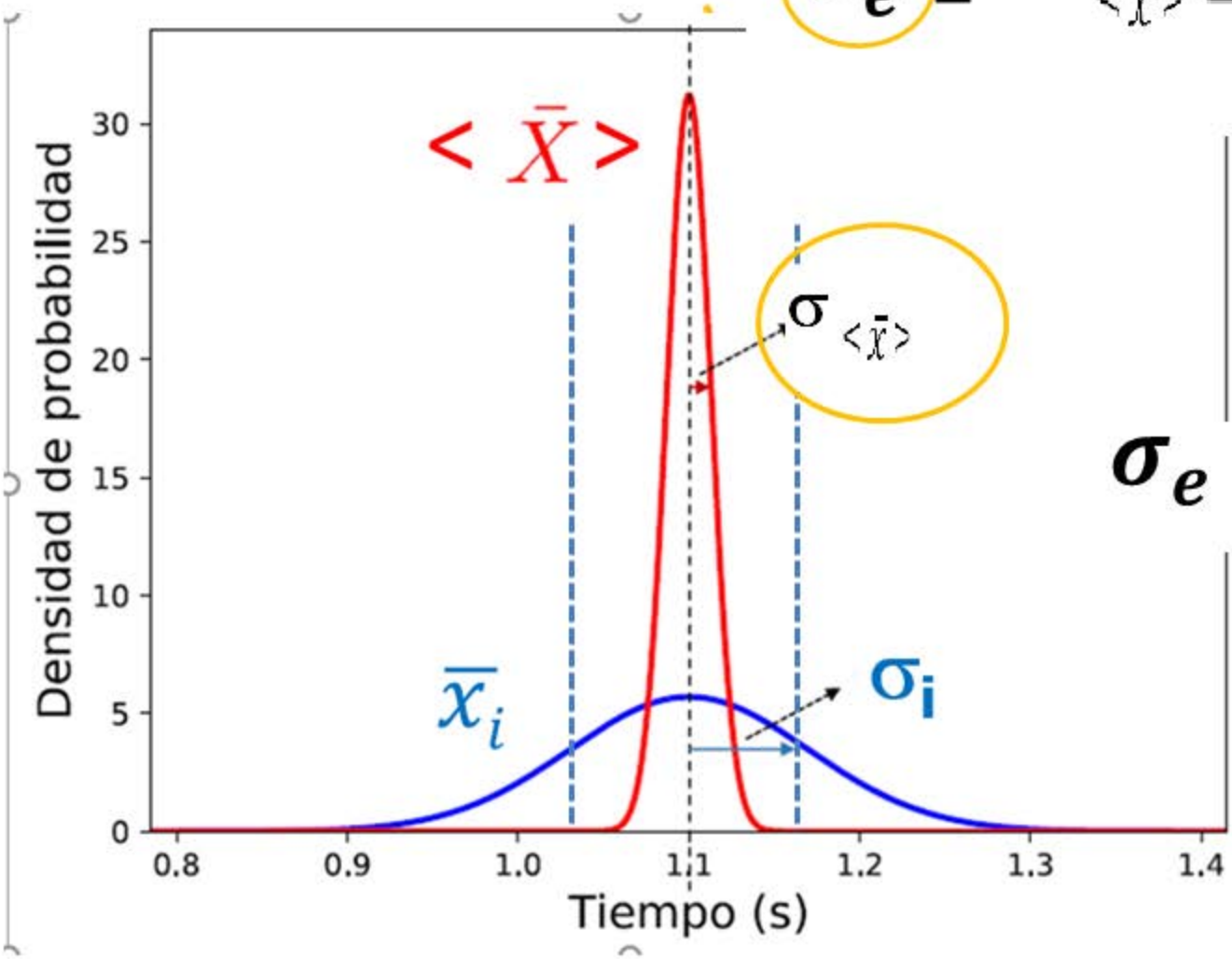
$$< \bar{x} > = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$\sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$



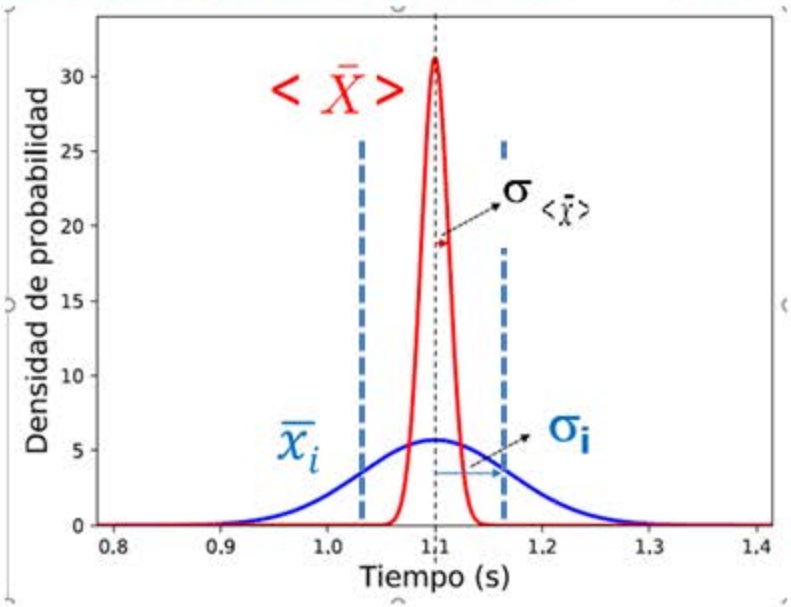
ERROR ESTADISTICO de una medición de N datos

$$\sigma_e = \sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$



$$\sigma_e = S_e$$

¿Cual es el intervalo en el que hay un 68 % de probabilidades que se encuentre el valor de $\bar{x}_2$ de una nueva serie de mediciones??



$$\boldsymbol{\sigma_e} = \sigma_{<\bar{x}>} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Para una muestra representativa (Población), una nueva medida de $\bar{\boldsymbol{x}}$ tendrá

- ***Probabilidad de ~68%*** de encontrarse en $(<\bar{x}> -\sigma_e, <\bar{x}> +\sigma_e)$
- ***Probabilidad de ~95%*** de encontrarse en $(<\bar{x}> -2\sigma_e, <\bar{x}> +2\sigma_e)$
- ***Probabilidad de ~99%*** de encontrarse en $(<\bar{x}> -3\sigma_e, <\bar{x}> +3\sigma_e)$

En general se mide <u>1 sola serie de N mediciones.</u> Entonces, sabiendo como se va a comportar el valor medio de la serie de otro experimentador que mide la misma MF, con el mismo protocolo y con el mismo numero de datos, se escribe el resultado de mi serie de mediciones como:

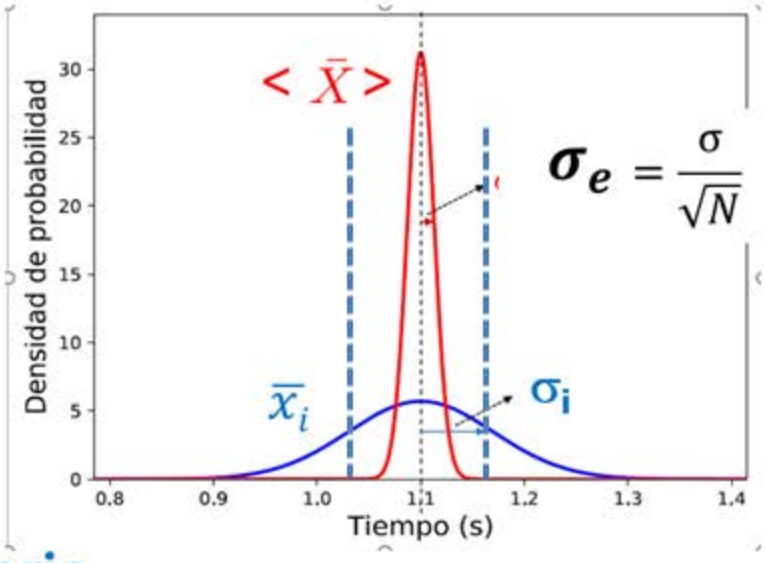
$$\boxed{x = (\bar{x} \pm \Delta x)\ \text{Unid}} \qquad \Delta \boldsymbol{x} = \sqrt{\boldsymbol{\sigma}_N^2 + \boldsymbol{\sigma}_e^2} \qquad \boldsymbol{\sigma}_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Para una nueva muestra representativa, su valor de $\bar{\boldsymbol{x}}$ tendrá

- ***Probabilidad de ~68%*** de encontrarse en $\boxed{(\bar{x} - \sigma_e, \bar{x} + \sigma_e)}$
- ***Probabilidad de ~95%*** de encontrarse en $\boxed{(\bar{x} - 2\sigma_e, \bar{x} + 2\sigma_e)}$
- ***Probabilidad de ~99%*** de encontrarse en $\boxed{(\bar{x} - 3\sigma_e, \bar{x} + 3\sigma_e)}$

Dada una serie de N mediciones con un dado de $\overline{x}$ y un dado σ

¿Cual es el intervalo en el que hay un 68 % de probabilidades que se encuentre :



A) Una nueva medición de la misma serie

B) El valor promedio de una nueva serie de mediciones

PROBABILIDAD	Una nueva medida de x_i	una nueva medida de $\bar{x}_i$
• ~68%	$(\bar{x} - \sigma, \bar{x} + \sigma)$	$(\bar{x} - \sigma_e, \bar{x} + \sigma_e)$
• ~95%	$(\bar{x} - 2\sigma, \bar{x} + 2\sigma)$	$(\bar{x} - 2\sigma_e, \bar{x} + 2\sigma_e)$
• ~99%	$(\bar{x} - 3\sigma, \bar{x} + 3\sigma)$	$(\bar{x} - 3\sigma_e, \bar{x} + 3\sigma_e)$

Expresión del RESULTADO

RESULTADO $$x = (\bar{x} \pm \Delta x)\, u$$

Intervalo de Confianza

$$\bar{x} - \Delta x \leq x \leq \bar{x} + \Delta x$$

$$[\bar{x} - \Delta x\, , \bar{x} + \Delta x]$$

Valor más representativo $$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

Error Absoluto $$\Delta x = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_e^2}$$

Error Estadístico $$\sigma_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Error Relativo $$\varepsilon_r = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$$

Error Nominal cuadrático

$$\sigma_N^2 = \sigma_{Ap}^2 + \sigma_{ex}^2 + \sigma_{int}^2 + \sigma_{def}^2$$

Error Relativo porcentual $$\varepsilon_{r\%} = \varepsilon_r \text{ x } 100\ \%$$

Desviación Estándar $$\sigma = S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\bar{x} - x_i)^2}{N}}$$

Preguntas frecuentes

¿Cuántas veces debo medir?

$$\Delta x = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_e^2} \qquad \sigma_e \ll \sigma_N$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

A medida que N AUMENTA, σ_e DISMINUYE

Número Óptimo de mediciones:

$$N_{op} = \sqrt{\frac{\sigma}{\sigma_N}}$$

¿Cómo comparo dos resultados?

PRECISIÓN, EXACTITUD y DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS

- **Precisión:** Comparando los Errores Relativos (ε_r): ⇩ ε_r ⇧ **PRECISIÓN**
- **Exactitud:** Comparando la media con el valor tabulado o valor "real": El $\bar{x}$ más cercano a dicho valor, será el más exacto.
- **Diferencias Significativas:** Comparando los intervalos de confianza