

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS. NORMA UNE-EN 689:2019

28 de Junio 2023

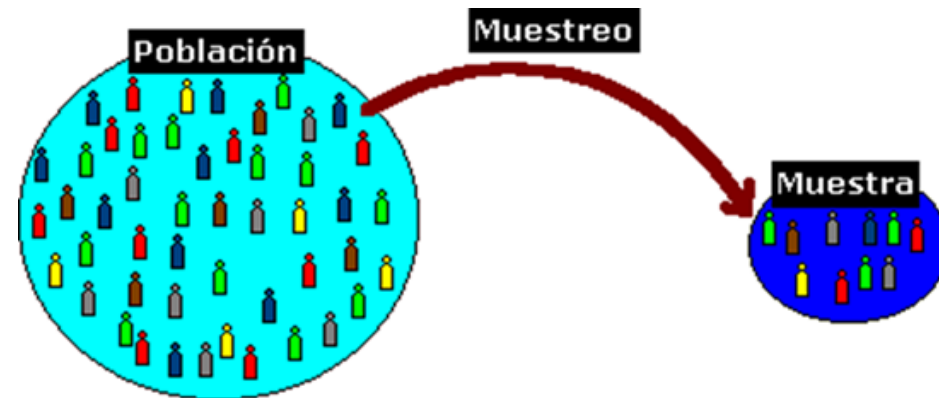
Jose Luis Sanz
INSST-CNVM



1. **Estrategia** mediciones representativas de la exposición del trabajador

2. **Procedimiento** para verificar la **CONFORMIDAD** de la exposición con los VLA.

EN 689:2018



NORMA UNE-EN 689:2019. ESTRATEGIA PARA VERIFICAR LA CONFORMIDAD CON LOS VLA

1. EVALUACIÓN INICIAL

1. Caracterización Básica

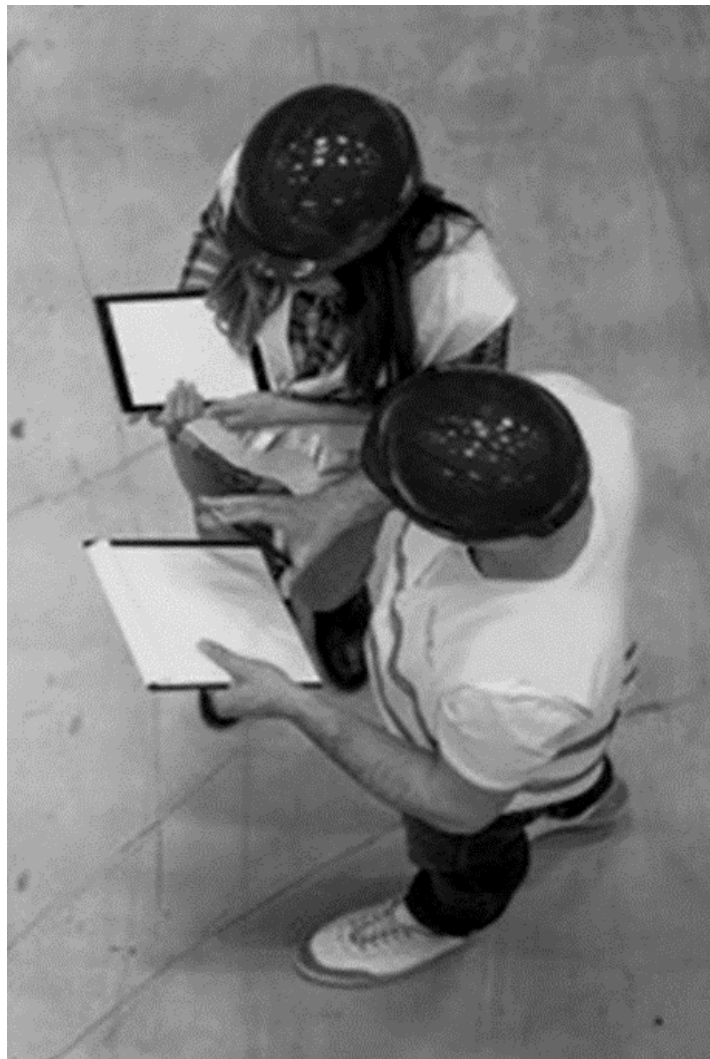
- Estimación de la exposición

2. Mediciones de la exposición

- Constitución de los GES
- Procedimiento de medida
- Validación de resultados y GES

3. Comparación con el VLA

- Prueba Preliminar
- Prueba Estadística



2. REEVALUACIÓN PERIÓDICA

1. Mediciones periódicas

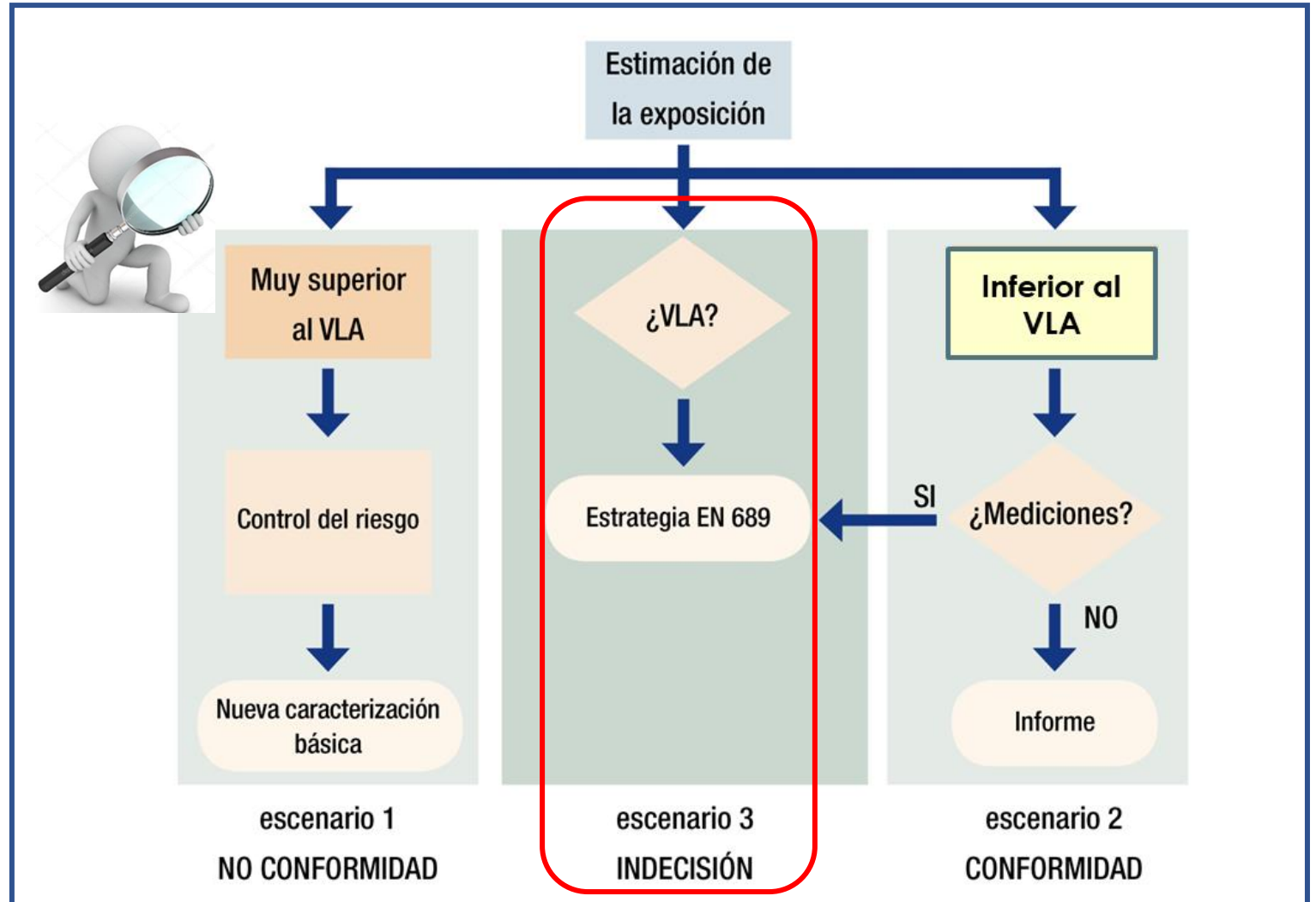
1. CARACTERIZACIÓN BÁSICA



A.Q. más peligrosos y mayor presencia en el ambiente



GES



2. MEDICIONES DE LA EXPOSICIÓN

(Métodos de medida validados: MTA-INSST; Normas UNE, ISO, etc. NIOSH, OSHA, INRS etc.)

TOMA DE MUESTRA



Muestreo personal



ANÁLISIS



Estrategia de muestreo:

$V_M (Q_M, T_M)$

DTM (nº muestras)



RESULTADOS REPRESENTATIVOS

VALIDAR



SHAPIRO-WILK

$Y = f(z); \ln Y = f(z)$



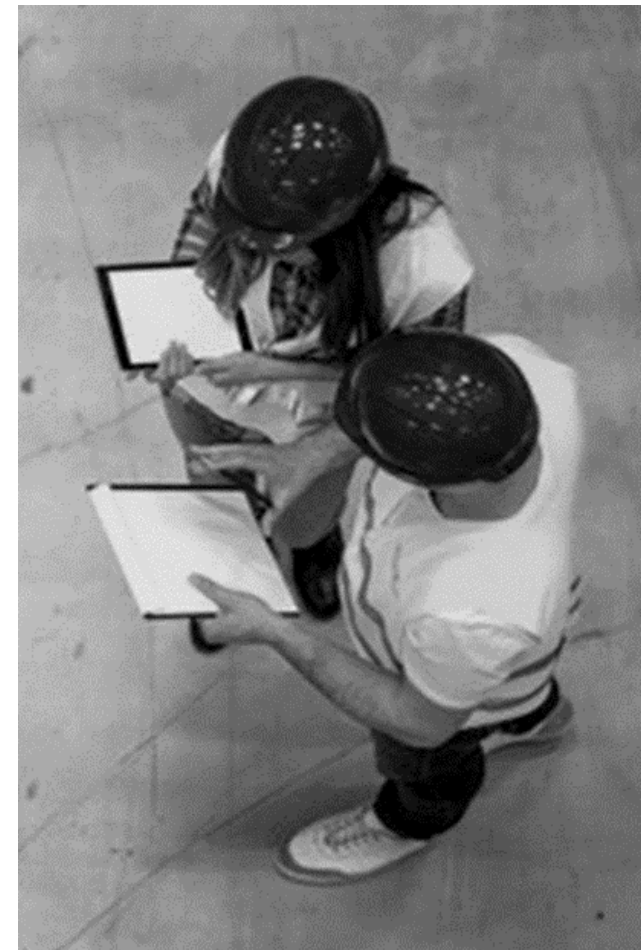
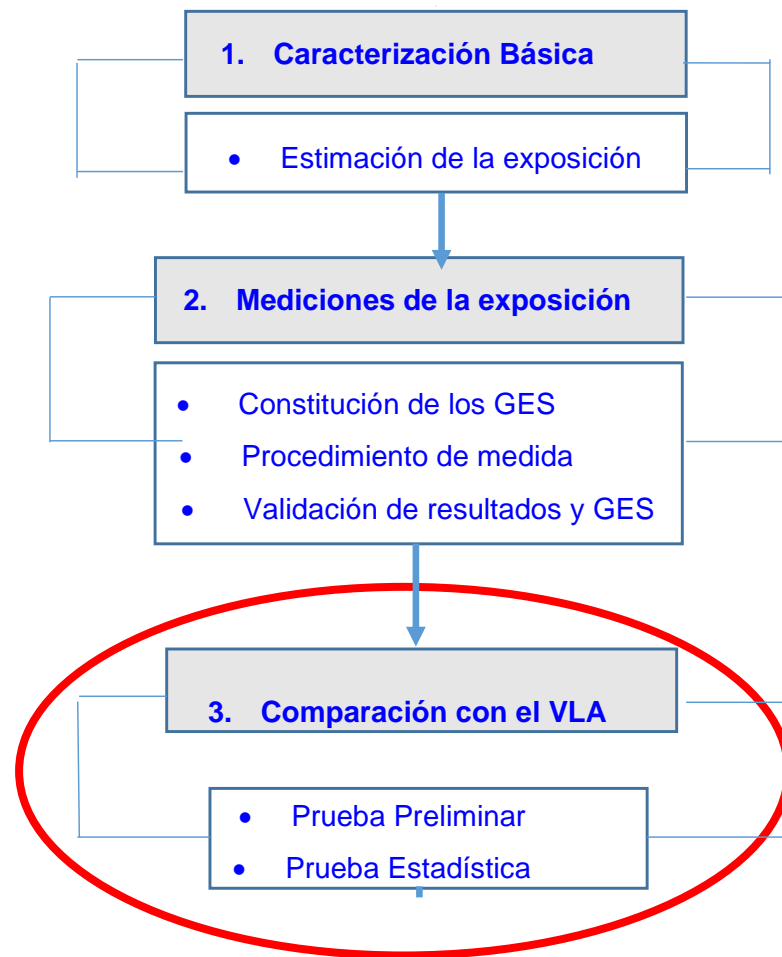
Tipo de distribución



Resultados anómalos

NORMA UNE-EN 689:2019. ESTRATEGIA PARA VERIFICAR LA CONFORMIDAD CON LOS VLA

1. EVALUACIÓN INICIAL



3. COMPARACIÓN CON EL VLA

EFFECTOS CRÓNICOS



VLA-ED

Para Exposiciones de **8** horas diarias, **40** semanales, toda la vida laboral

Indicador
Exposición
ED; EC

$$ED = [C] \frac{t}{8}$$

$$I_{ED} = \frac{ED}{VLA - ED}$$

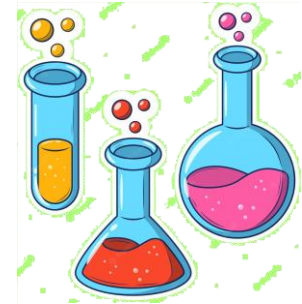
$$I_{EC} = \frac{EC}{VLA - EC}$$

EFFECTOS AGUDOS



VLA-EC

Para Exposiciones continuadas de **15** minutos de duración



Exposiciones simultáneas.
Efectos combinados

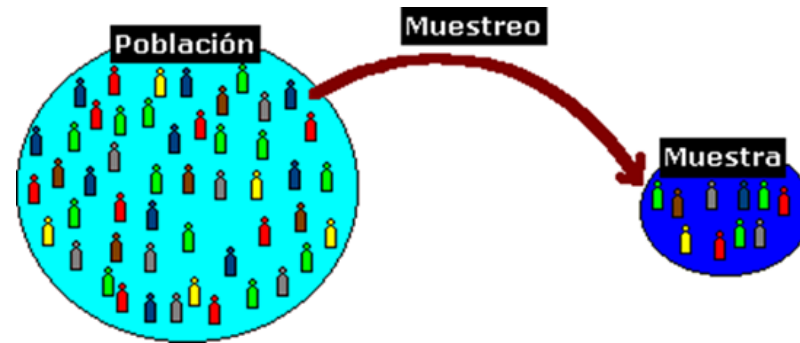
Indicador
Exposición
I_{ED}; I_{EC}

VLA = 1

$$I_E = \sum \frac{E_I}{VLA_I}$$



Proporciona un **PROCEDIMIENTO** para verificar la conformidad de los resultados respecto a un valor de referencia (VLA)



Prueba preliminar

No siempre DECISION



Test Estadístico

Siempre DECISION

TEST PRELIMINAR

$$ED = [C_m] \frac{t}{8}$$

$$I_{ED} = \sum \frac{ED_i}{VLA - ED_i}$$

CONDICIONES DE CONFORMIDAD

1. Todos los Indicadores de Exposición (mínimo **3**) $< 0,10$ VLA-ED
2. Todos los Indicadores de Exposición (mínimo **4**) $< 0,15$ VLA-ED
3. Todos los Indicadores de Exposición (mínimo **5**) $< 0,20$ VLA-ED



CONFORME

Indicador de Exp. (ED) $>$ VLA-ED



NO CONFORME

Resto de casos



NO DECISIÓN

$0,20$ VLA-ED \leq **ED** \leq VLA-ED

TEST ESTADÍSTICO

TEST ESTADÍSTICO

nº Indicadores Exp. ≥ 6

$$ED = [C_m] \frac{t}{8}$$

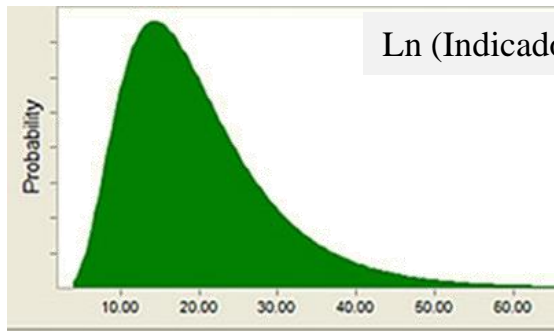
$$EC = [C_m]$$

$$I_E = \sum \frac{E_i}{VLA_i}$$

ASUME

REQUIERE

ESTABLECE



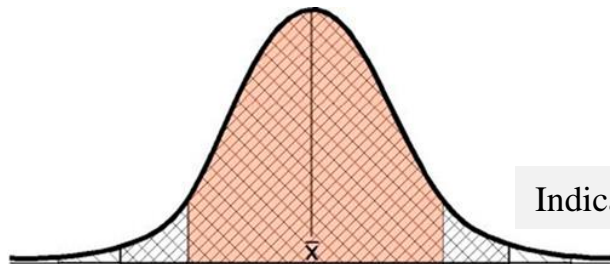
Ln (Indicadores de exposición)

SHAPIRO-WILK



CONFORMIDAD CON EL VLA

Cuando la **Probabilidad** de que se supere el VLA es **menor del 5%** para un nivel de confianza del **70%**.



Indicadores de exposición

DISTRIBUCIÓN NORMAL

PC-50

$$X_m = 10 ; \sigma = 2$$

$$PC-95 = 10 + 1,65 \cdot 2 = 13,3$$

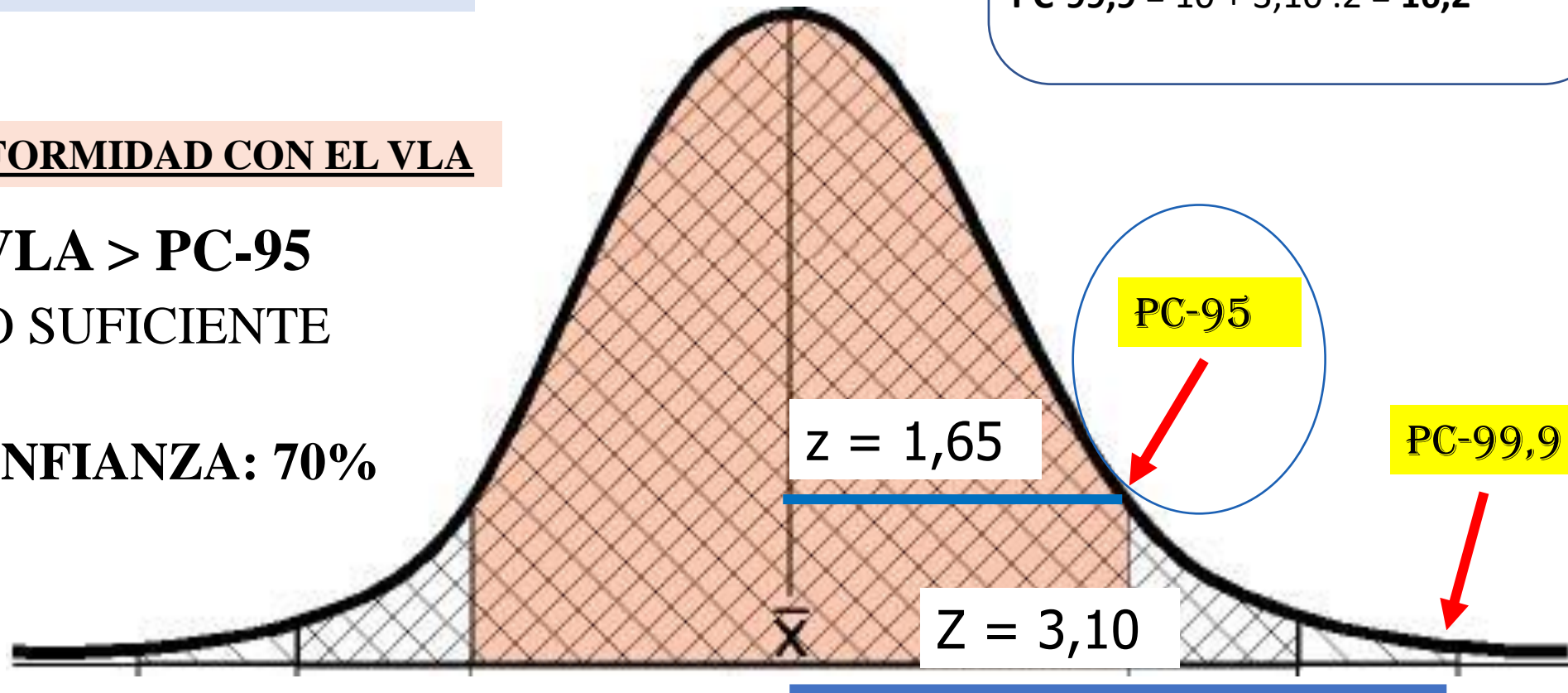
$$PC-99,9 = 10 + 3,10 \cdot 2 = 16,2$$

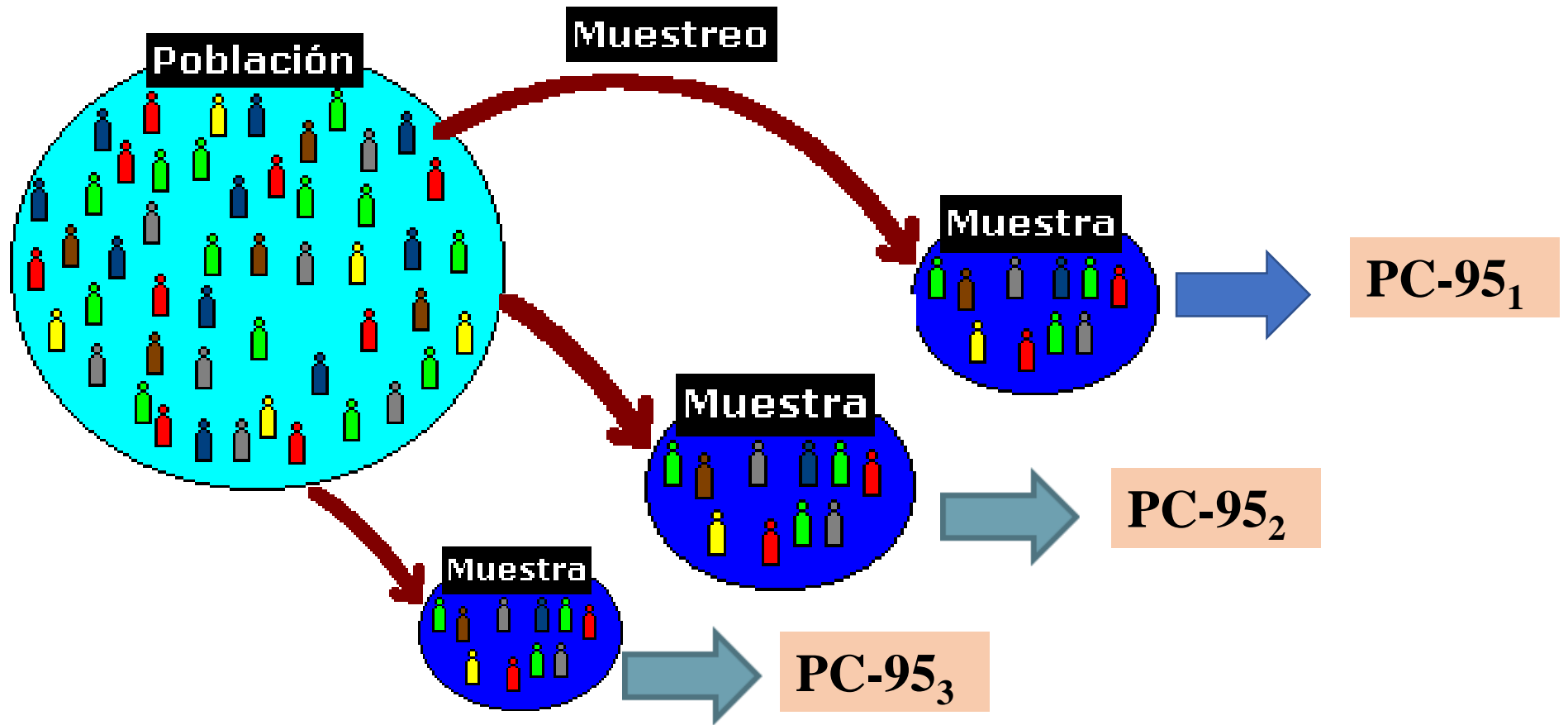
CONFORMIDAD CON EL VLA

VLA > PC-95

NO SUFICIENTE

CONFIANZA: 70%

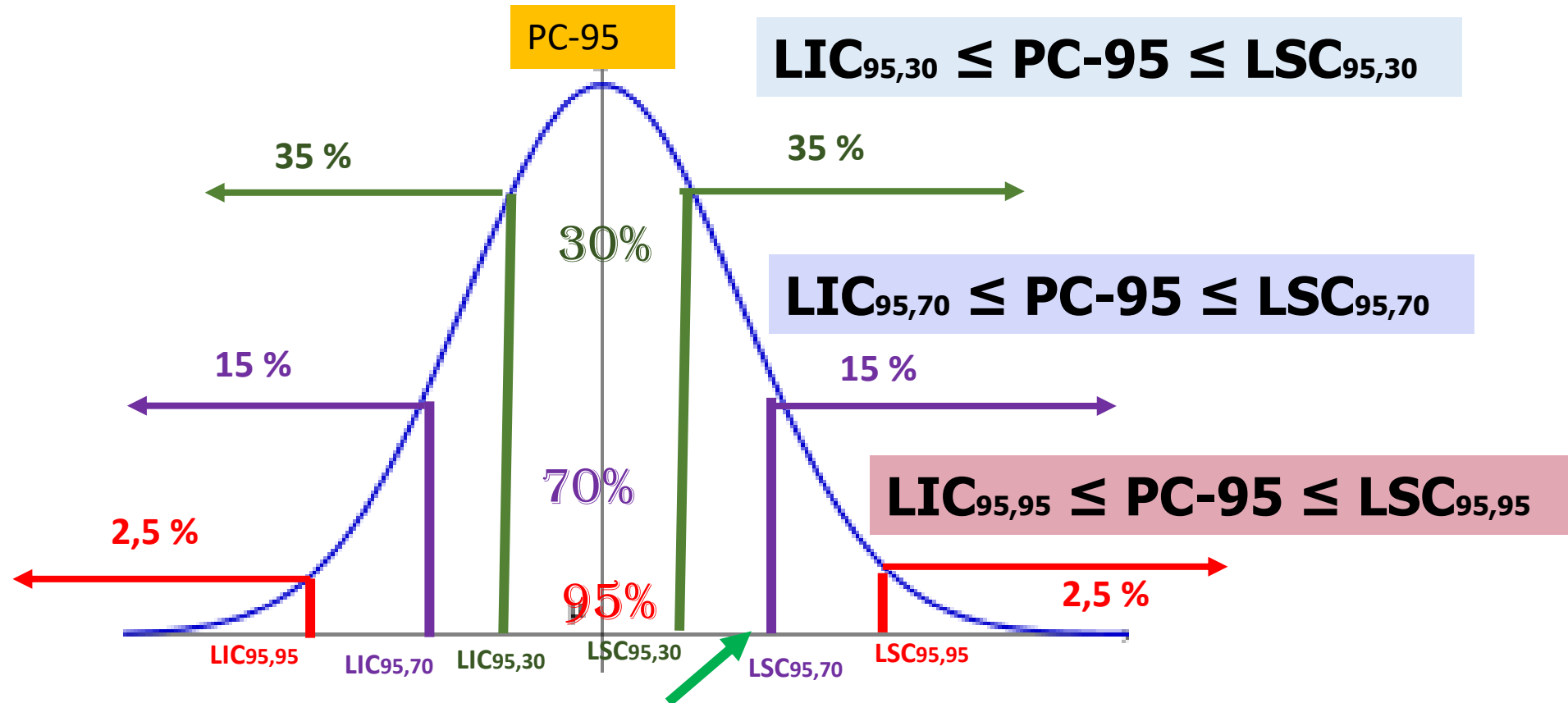




n- muestras posibles; n-distribuciones posibles

n- valores para X_m ; PC-95, etc.

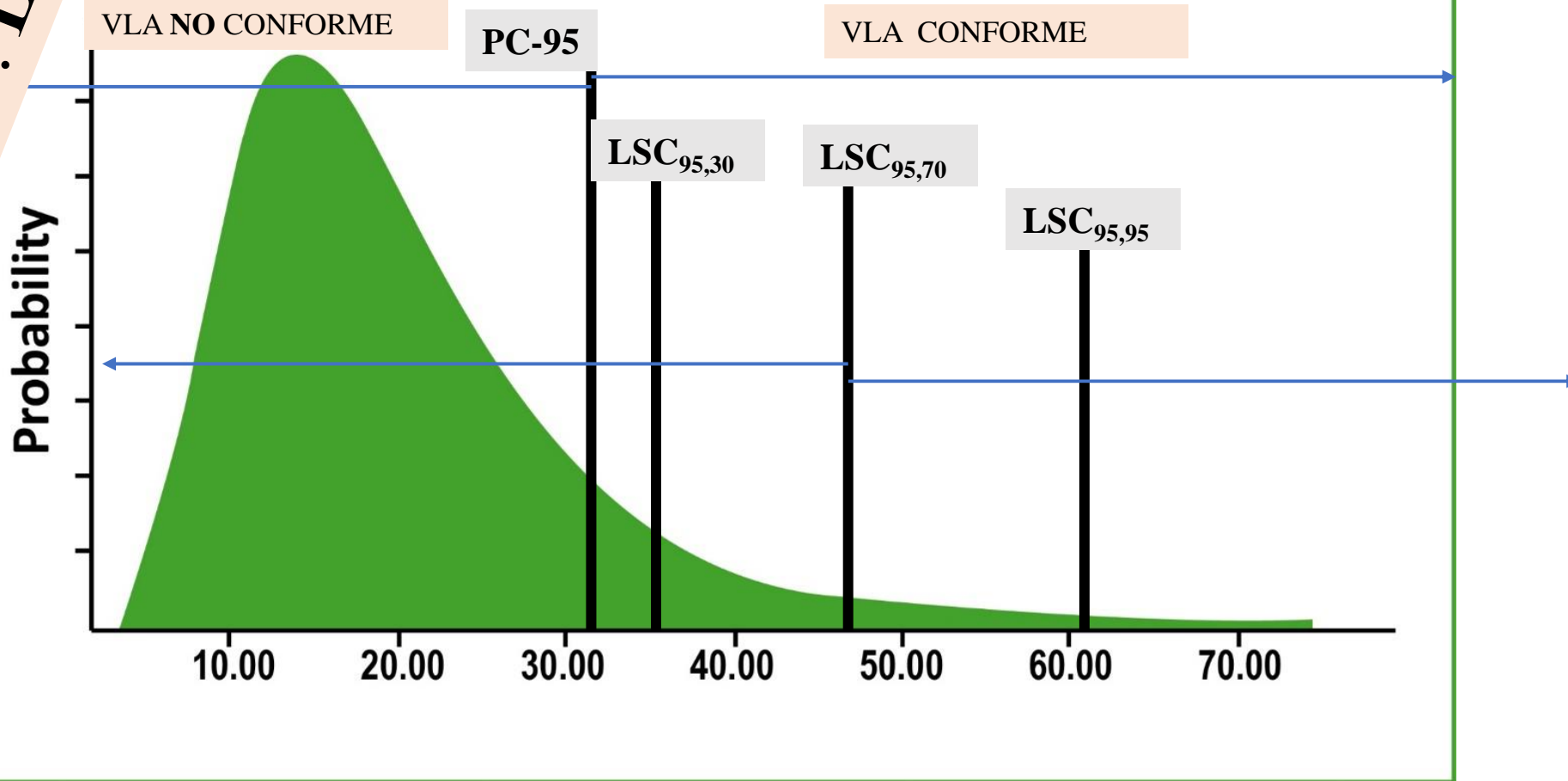
LOS PC-95 SIGUEN UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL

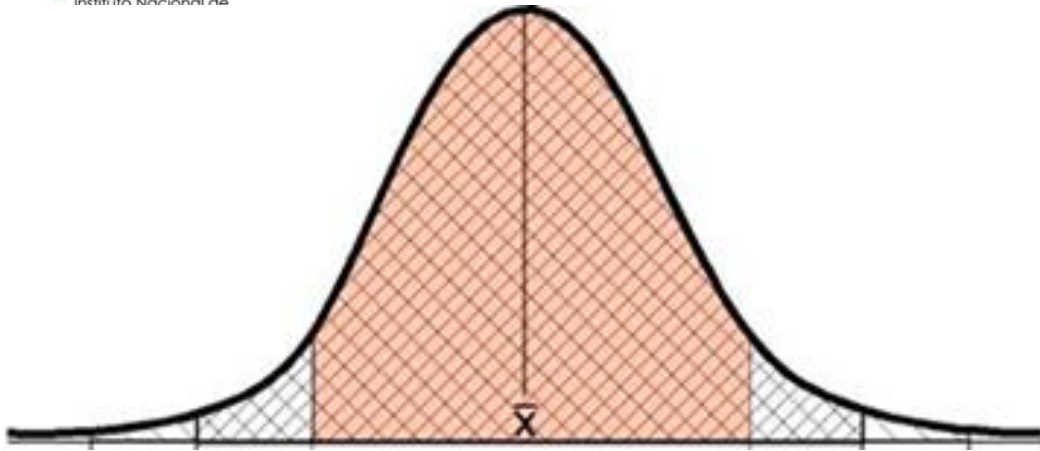


Lognormal Distribution

¿70% ?

INDICADOR DE CONFORMIDAD: $LSC_{95,70}$



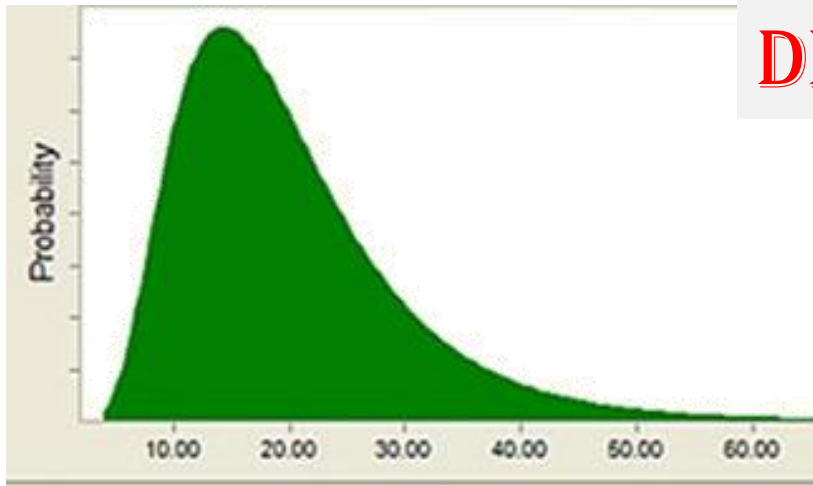


DISTRIBUCIÓN NORMAL

$$\text{LSC}_{95,70} = \text{MA} + U_T \times \text{DS}$$

$$\text{MA} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\text{DS} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \text{MA})^2}{n - 1}}$$



DISTRIBUCIÓN LOGARITMO NORMAL

$$\ln \text{LSC}_{95,70} = \ln \text{MG} + U_T \times \ln \text{DSG}$$

$$\ln \text{MG} = \frac{\sum \ln X_i}{n}$$

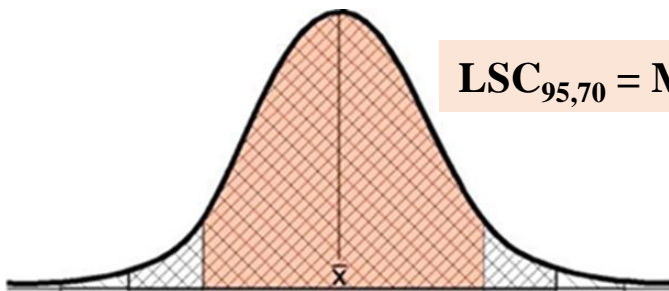
$$\ln \text{DSG} = \sqrt{\frac{\sum (\ln X_i - \ln \text{MG})^2}{n - 1}}$$

$$\text{LSC}_{95,70} = \text{Inv. ln LSC}_{95,70}$$

VALORES U_T : PERCENTIL 95; CONFIANZA 70%

nº Indicadores Exp.	U_T	nº Indicadores Exp.	U_T	nº Indicadores Exp.	U_T
6	2,187	15	1,917	24	1,846
7	2,120	16	1,905	25	1,841
8	2,072	17	1,895	26	1,836
9	2,035	18	1,886	27	1,832
10	2,005	19	1,878	28	1,828
11	1,981	20	1,870	29	1,824
12	1,961	21	1,863	30	1,820
13	1,944	22	1,857	31	1,817
14	1,929	23	1,851	n>60	1,75

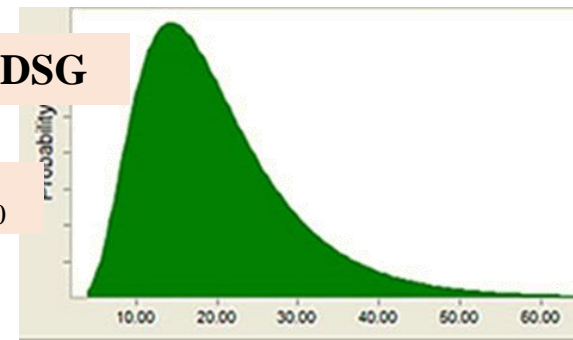
INDICADORES DE CONFORMIDAD: $LSC_{95,70}$; U_R



$$LSC_{95,70} = MA + U_T \times DS$$

$$\ln LSC_{95,70} = \ln MG + U_T \times \ln DSG$$

$$LSC_{95,70} = \text{Inv. ln } LSC_{95,70}$$



CONDICIONES DE CONFORMIDAD

SIEMPRE DECISIÓN

- $LSC_{95,70} < VLA$

- $U_R > U_T$



CONFORME

REEVALUACIONES
PERIODICAS

- $LSC_{95,70} \geq VLA$

- $U_R \leq U_T$



NO CONFORME

MEDIDAS DE
CONTROL

INDICADOR DE CONFORMIDAD: U_R

DISTRIBUCIÓN NORMAL

$$U_R = \frac{VLA - MA}{DS}$$

$$U_T = \frac{LSC_{95,70} - MA}{DS}$$

$$LSC_{95,70} = MA + U_T \times DS$$

CONDICIONES DE CONFORMIDAD

- $LSC_{95,70} < VLA$

- $U_R > U_T$

CONFORME

- $LSC_{95,70} \geq VLA$

- $U_R \leq U_T$

NO CONFORME

DISTRIBUCIÓN LOGARITMO NORMAL

$$U_R = \frac{\ln VLA - \ln MG}{\ln DSG}$$

$$U_T = \frac{\ln LSC_{95,70} - \ln MG}{\ln DSG}$$

$$\ln LSC_{95,70} = \ln MG + U_T \times \ln DSG$$

EJEMPLO

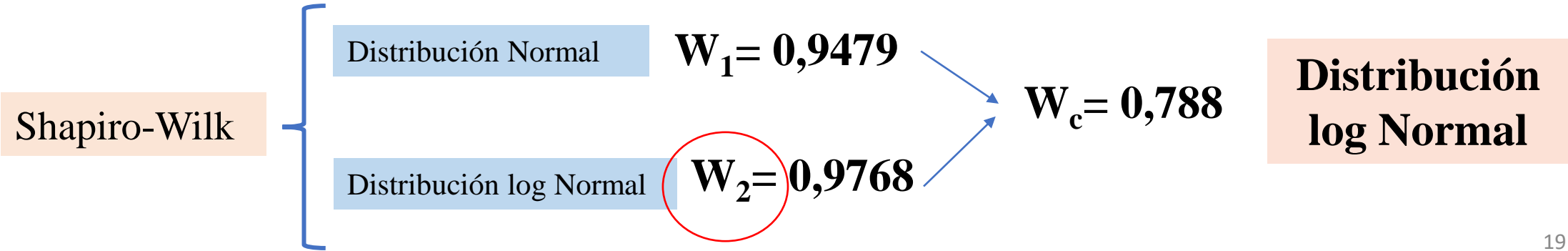
VLA-ED = 70

Resultados (x_i)	23	14	45	31	29	17
----------------------	----	----	----	----	----	----

Prueba preliminar $23 \geq 0,2 \text{ VLA_ED (14)}$ → Test Estadístico

Tipo de distribución

Resultados (x_i)	23	14	45	31	29	17
Ln resultados (x_i)	3,135	2,639	3,807	3,434	3,367	2,833



Ln resultados (xi)

3,135

2,639

3,807

3,434

3,367

2,833

$X_m = \ln \text{MG}; S = \ln \text{DSG}$

$$\ln \text{LSC}_{95,70} = \ln \text{MG} + U_T \times \ln \text{DSG}$$

Ln MG = 3,2025
Ln DSG = 0,425

$$\ln \text{LSC}_{95,70} = 3,2025 + 2,187 \times 0,425 = 4,132$$

$$\text{LSC}_{95,70} = \text{Inv. } \ln \text{LSC}_{95,70} = 62,30$$

$$\text{LSC}_{95,70} (62,30) < \text{VLA-ED} (70)$$



$$U_R = \frac{\ln \text{VLA} - \ln \text{MG}}{\ln \text{DSG}}$$

$$U_R = \frac{\ln 70 - 3,2025}{0,425} = 2,461$$

$$U_R (2,461) > U_T (2,187)$$



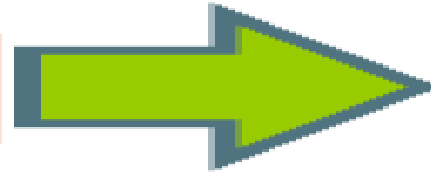
nº Indicadores Exp.	U_T	nº Indicadores Exp.	U_T	nº Indicadores Exp.	U_T
6	2,187	15	1,917	24	1,846
7	2,120	16	1,905	25	1,841
8	2,072	17	1,895	26	1,836
9	2,035	18	1,886	27	1,832
10	2,005	19	1,878	28	1,828
11	1,981	20	1,870	29	1,824
12	1,961	21	1,863	30	1,820
13	1,944	22	1,857	31	1,817
14	1,929	23	1,851	n>60	1,75



RESUMIENDO

VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LA EXPOSICIÓN CON VLA

Prueba preliminar



Test Estadístico



Dist. Normal
o
Dist. Log Normal

CONDICIONES DE CONFORMIDAD

- 3 Exp. Indicadores $< 0,10$ VLA-ED
- 4 Exp. Indicadores $< 0,15$ VLA-ED
- 5 Exp. Indicadores $< 0,20$ VLA-ED

No siempre DECISION

CONDICIONES DE CONFORMIDAD

- $LSC_{95,70} < VLA$
- $U_R > U_T$

Siempre DECISION

Esto es todo amigos

MAÑANA CONTINUAMOS

GRACIAS POR
SU ATENCIÓN

