

$$\Delta P = \sum(x_i * \omega_i)$$

0.0451

304788

5.23

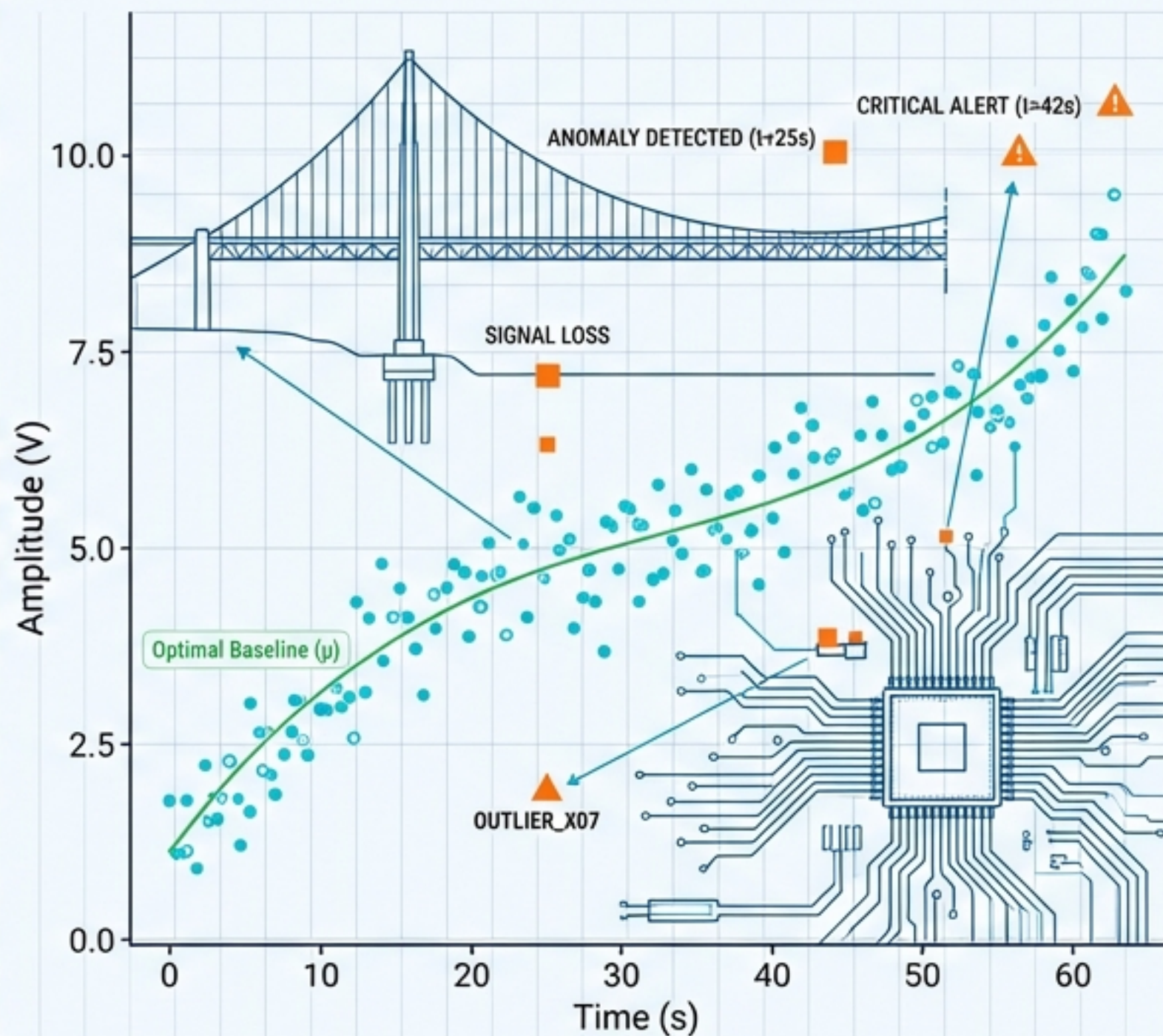
1101001

13457434

El Lenguaje de los Sistemas Complejos

$$dp = \int \frac{\partial V}{\partial t}$$

Aplicaciones estadísticas para el diagnóstico y resolución de problemas en la ingeniería moderna.



- Standard Data (Telemetry Cyan)
- Optimal Baseline (Optimal Green)
- ▲ Anomaly/Alert (Warning Orange)

$$\Delta P = \sum(x_i * \omega_i)$$

1101001

$\mu = 5.23$

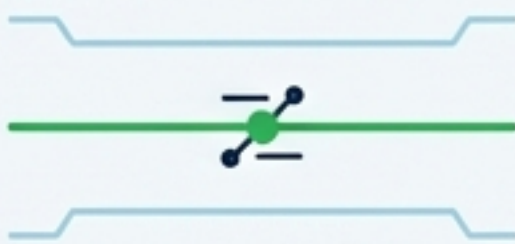
$\lambda_{max} = 10^6$

EL DESAFÍO DE LOS DATOS EN LA INGENIERÍA

No solo recolectamos telemetría; extraemos la señal del ruido para garantizar seguridad, eficiencia y escalabilidad.



1. ESTABLECER LA LÍNEA BASE (CENTRO)



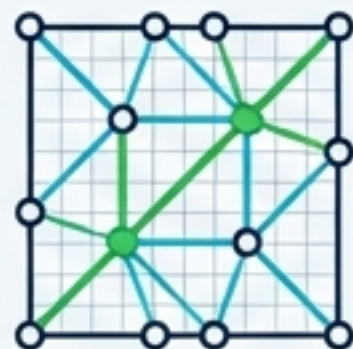
2. MEDIR TOLERANCIAS (DISPERSIÓN)



3. IDENTIFICAR ANOMALÍAS (VALORES ATÍPICOS/FORMA)



4. MAPEAR COMPLEJIDAD (RELACIONES ESPACIALES/2D)



MODELOS ESTRUCTURALES Y DECISIONES CRÍTICAS

Visualizando el Ruido: De Puntos a Patrones

Los Dot Plots muestran el valor exacto de cada observación. Al apilarlos y redondearlos, revelamos inmediatamente la forma del comportamiento del sistema antes de procesar algoritmos complejos.

Telemetría Cruda



Agrupación (Stacking)



Línea Base

Definiendo el Centro del Sistema (Línea Base)

Media (Promedio)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

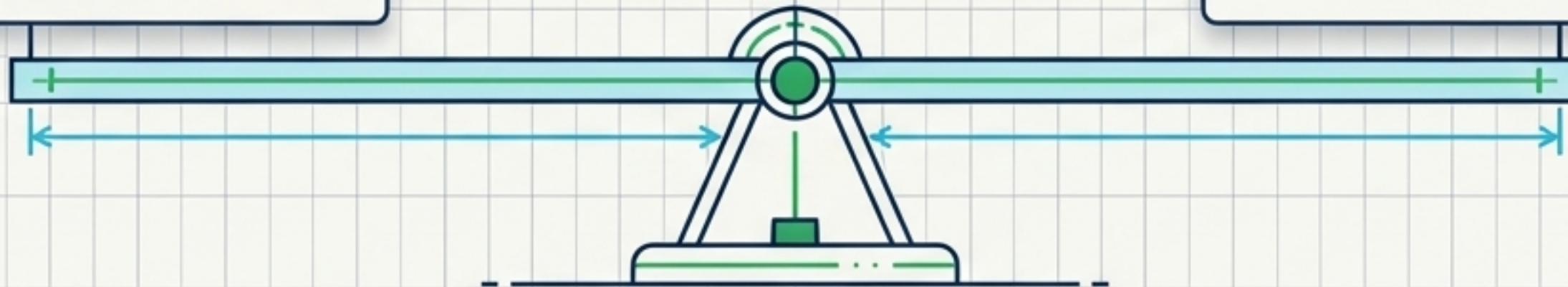
El punto de equilibrio físico de la distribución. Sensible a cada entrada del sistema.

Ejemplo: Si la lectura total es 578.5 sobre 50 sensores ($n=50$), el equilibrio es $\bar{x} = 11.57\%$.

Mediana



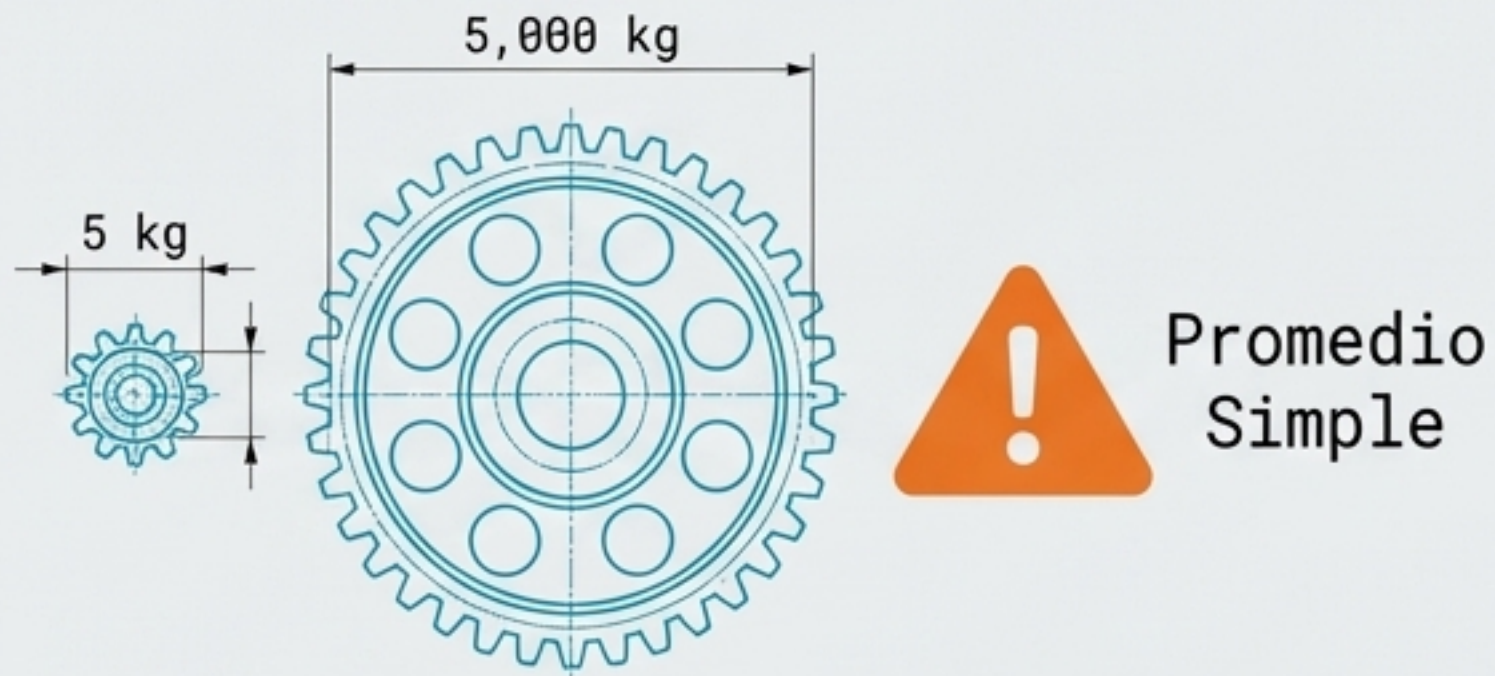
El punto de división exacto. El valor del sensor que deja la mitad de las lecturas por debajo y la otra mitad por encima.



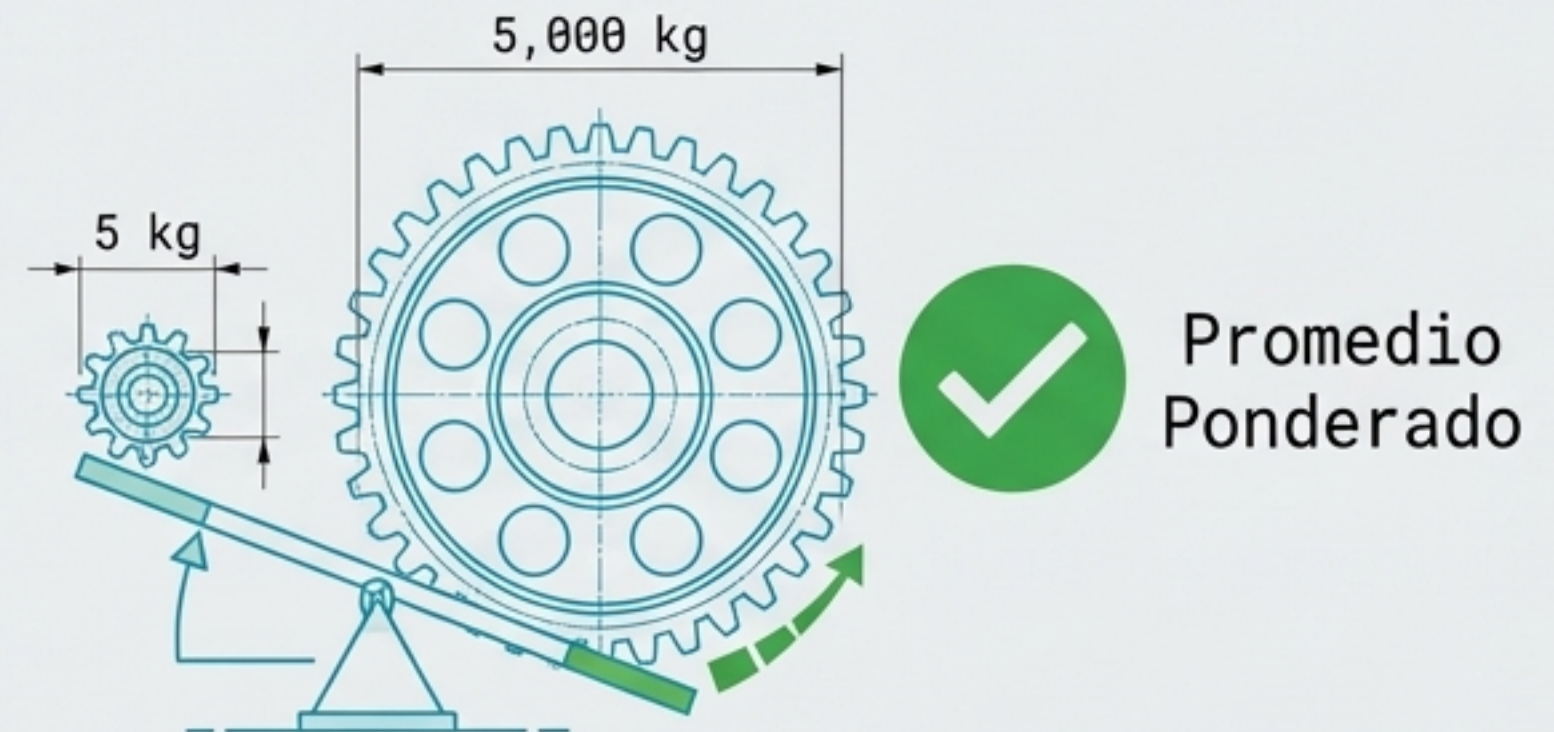
El Peligro Oculto del Promedio Simple

Regla de Oro: Nunca promedie componentes, cargas o sistemas de distintos tamaños sin ponderar.

Aviso de Falla



En cálculos a nivel nacional, un promedio simple de ingresos por condado arroja \$26,093. En ingeniería, tratar piezas de tamaños dispares con el mismo peso matemático resulta en fallas críticas de diseño.

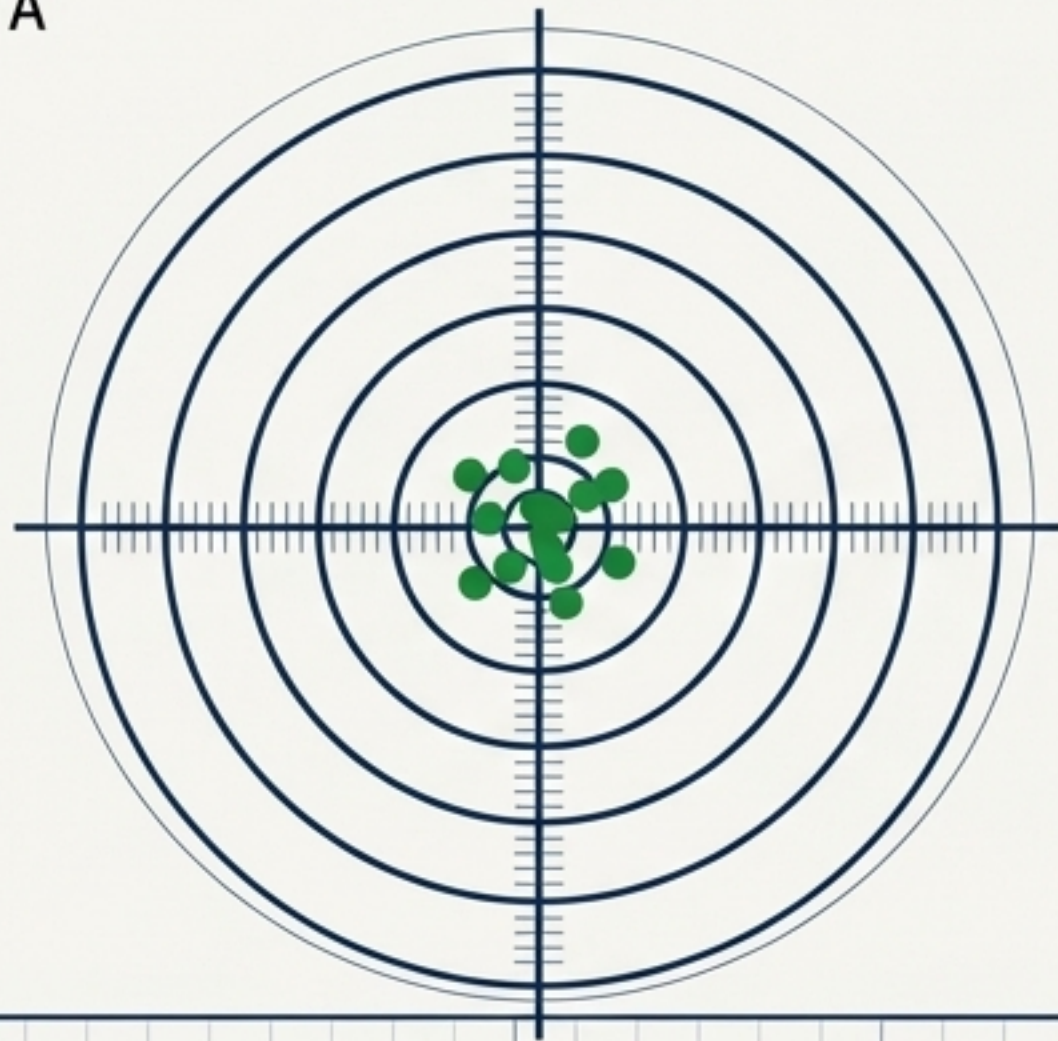


El promedio ponderado real nacional es \$30,861. Asignar el peso correcto a cada observación estabiliza el modelo y previene sobrecargas.

Tolerancias del Sistema: Varianza y Desviación Estándar

Mientras el centro define dónde opera el sistema en promedio, la Desviación Estándar (SD) describe la distancia típica de cualquier observación respecto a ese promedio.

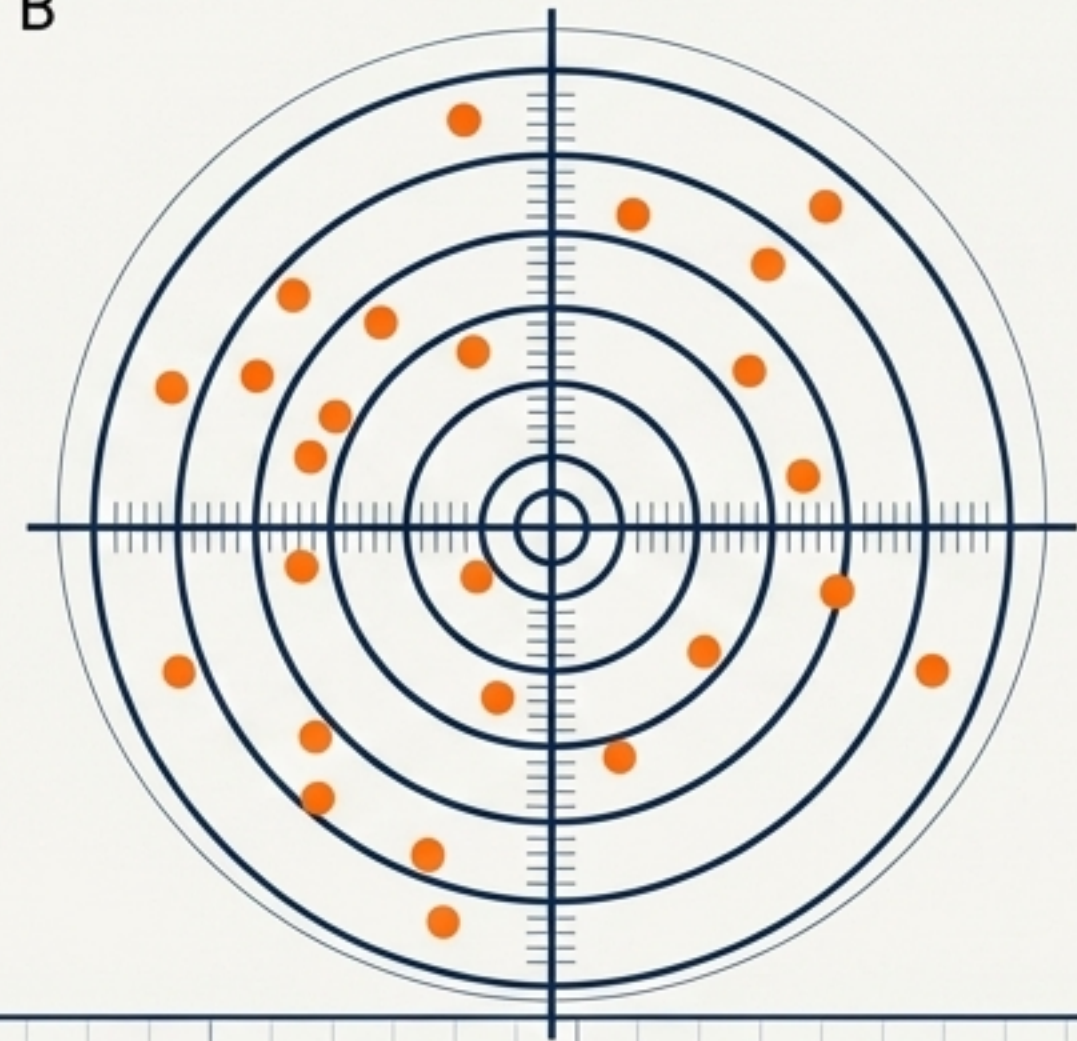
Diana A



Alta Precisión, Baja Desviación Estándar

En un sistema con media de 11.57%, una desviación estándar ajustada (ej. 5.05%) asegura que la mayoría del rendimiento recae en tolerancias seguras.

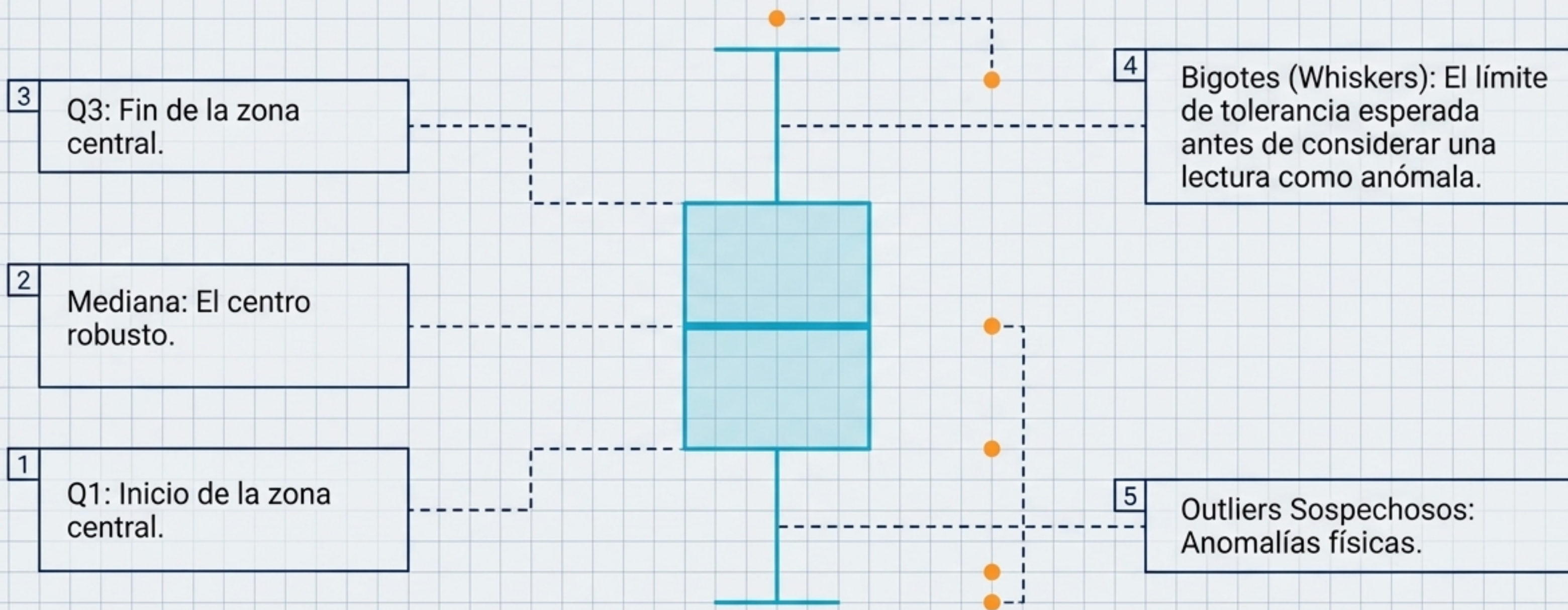
Diana B



Alta Variabilidad, Alta Desviación Estándar

Una SD alta indica que el sistema es inestable y exige un rediseño inmediato, incluso si la media matemática parece correcta.

Anatomía del Escáner Rápido (Box Plot)



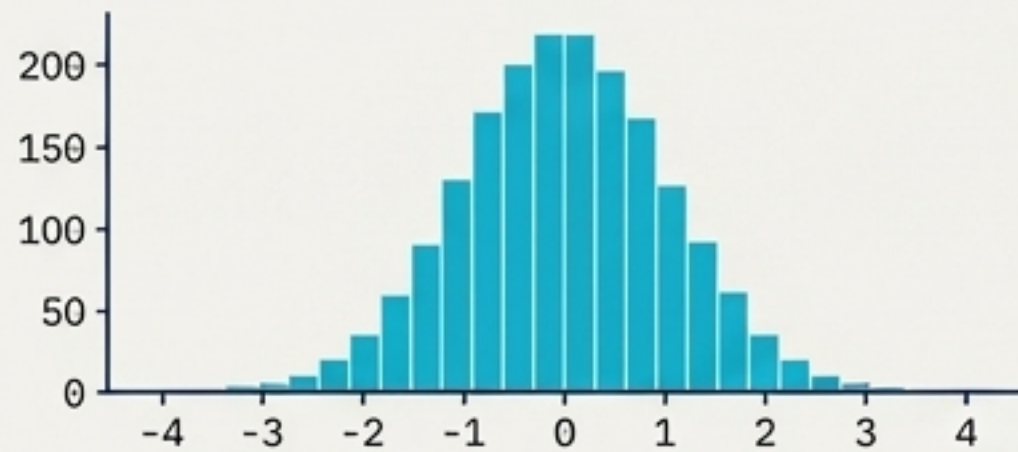
Rango Intercuartil (IQR): El motor principal. Contiene el 50% central de la zona de operación del sistema (la distancia entre Q1 y Q3).

Matriz de Decisión: Robustez Estadística

Regla Empírica: Si el sistema sufre fallos extremos aislados, confíe en las estadísticas robustas (Mediana/IQR) para entender el comportamiento habitual.

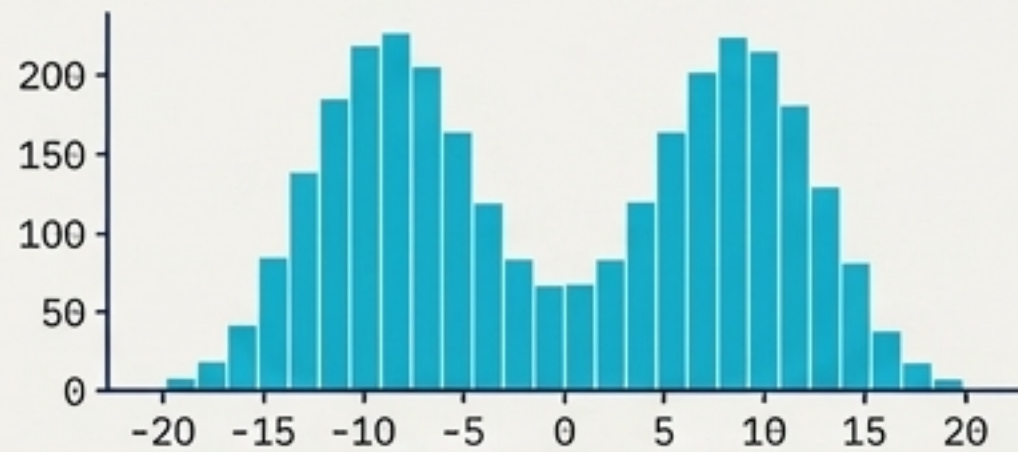
	Medida de Centro	Medida de Dispersión
Datos Limpios	Media Sensible a la totalidad del sistema.	Desviación Estándar Evalúa la volatilidad total.
Sensores con Ruido Extremo	Mediana Robusta. Ignora picos falsos del sensor.	IQR (Rango Intercuartil) Robusto. Mide el núcleo operativo, ignorando los extremos.

Identificando Modos y Dinámicas Subyacentes



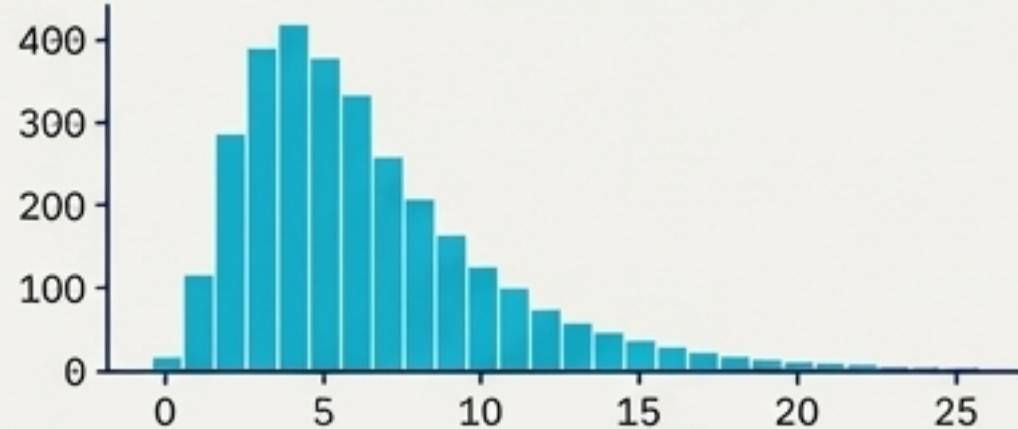
Unimodal

Un único comportamiento dominante en el proceso.



Bimodal / Multimodal

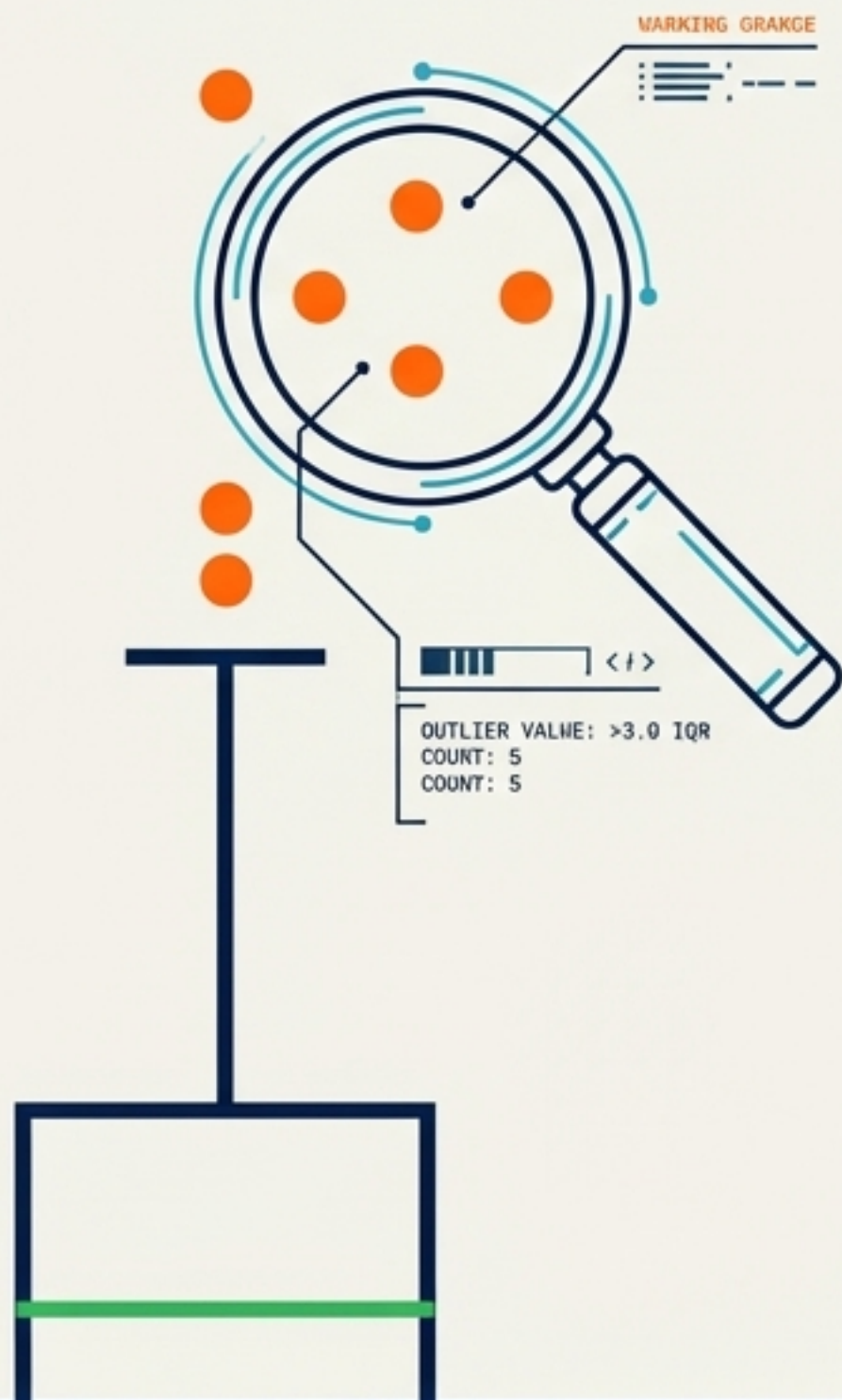
Señal de alerta. A menudo implica que hay dos sistemas, condiciones o materiales diferentes operando simultáneamente y mezclados en la misma red de sensores.



Asimetría (Skew)

Indica **degradación** de equipos o cuellos de botella que empujan las métricas operativas hacia una larga cola.

Anomalías del Sistema: La Física de los Outliers



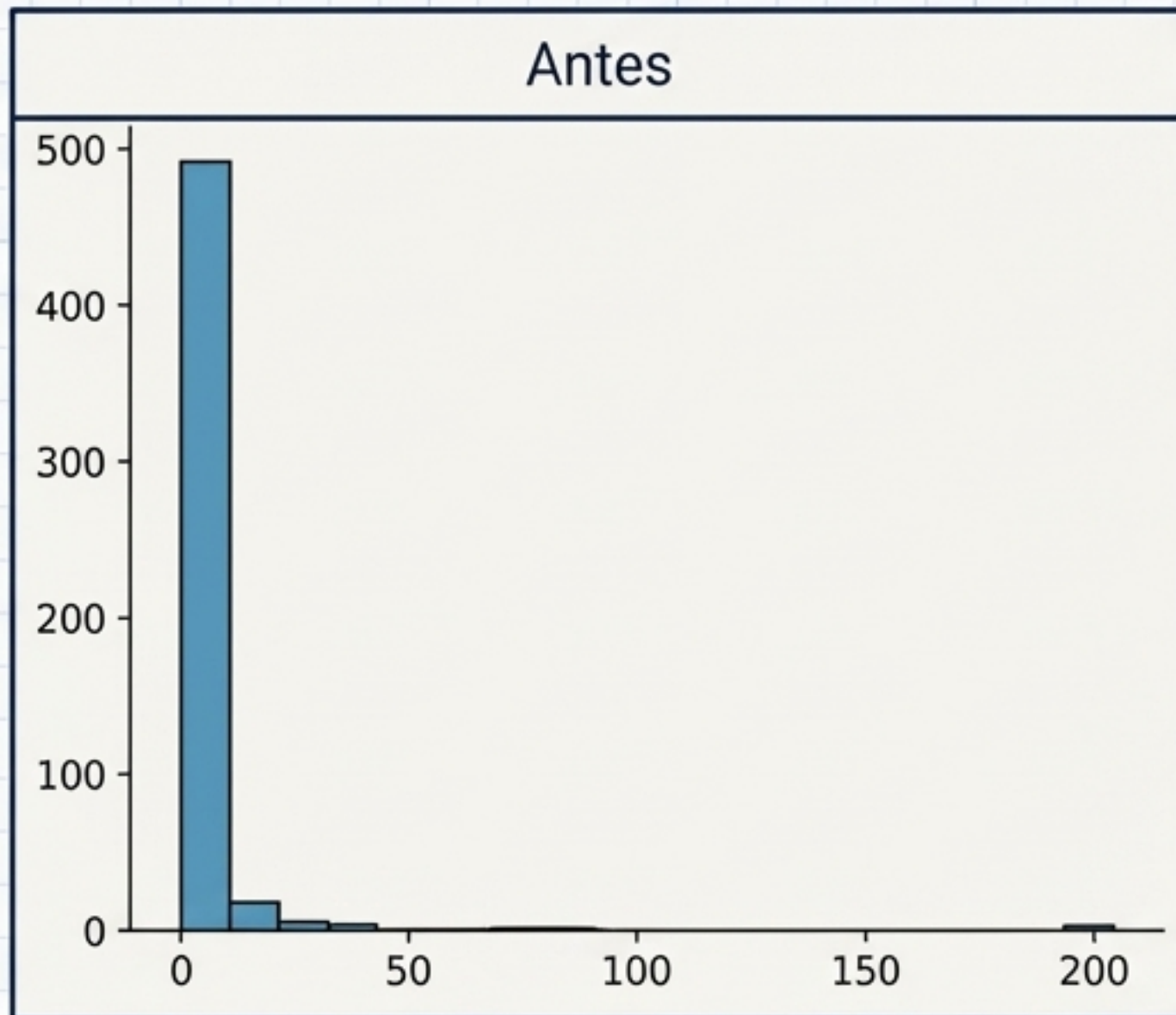
Diagnóstico: Un **outlier** no es un error matemático, es una anomalía física extrema en el sistema. Debe investigarse por tres razones:

- 1. Fuerte asimetría estructural**
El sistema está crónicamente desbalanceado.
- 2. Falla de hardware**
Errores en la recolección de datos o sensores descalibrados.
- 3. Ruptura de propiedades**
Revela fallos catastróficos inminentes o innovaciones en la resistencia de nuevos materiales bajo estrés.

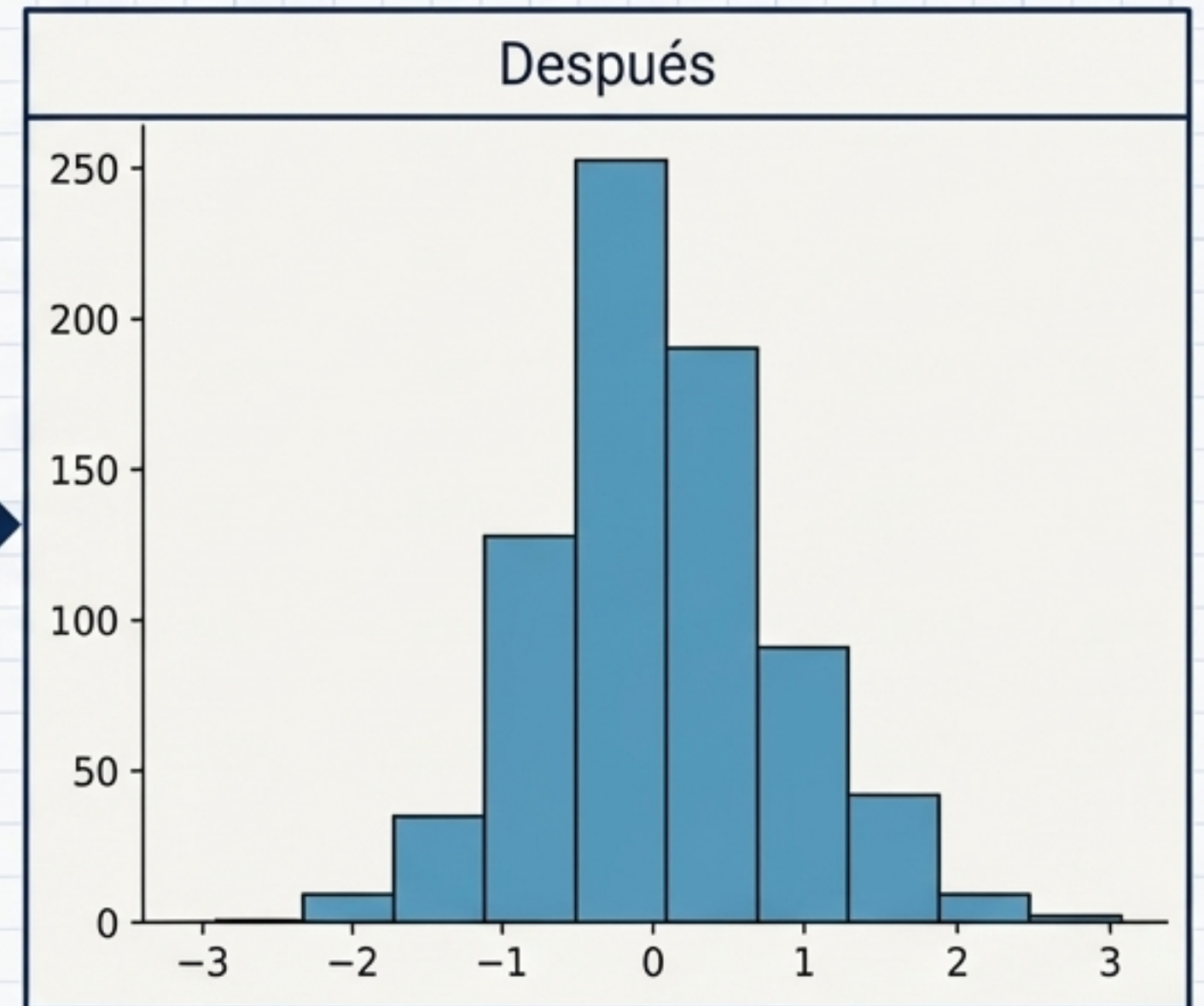
Domando el Caos: Transformaciones Lógicas

Contexto: Cuando los datos muestran asimetría extrema (frecuente en cargas térmicas o ruido de señal), los valores atípicos oscurecen los detalles.

La Solución: Aplicar rescalado matemático para "comprimir" los extremos y volver simétrica la distribución.



$$\log_{10}(x)$$



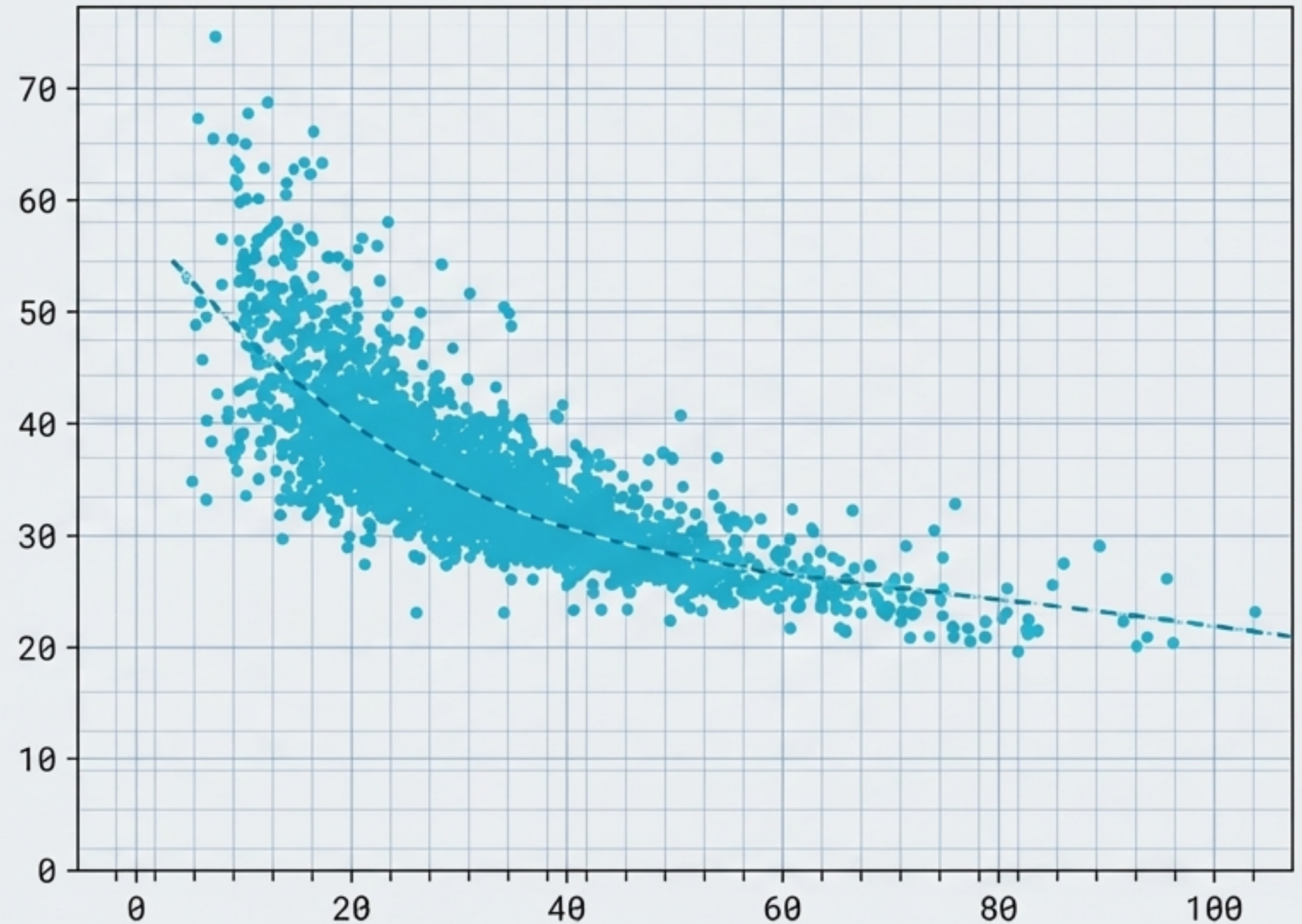
Relaciones 2D: El Scatterplot

Mecánica:

Transición del análisis 1D al 2D. Proporciona una visión caso por caso de cómo interactúan dos variables numéricas en tiempo real.

Aplicación:

Permite a los ingenieros identificar visualmente correlaciones (ej. Vibración del motor frente a Tasa de desgaste) antes de aplicar modelos de regresión estocástica.



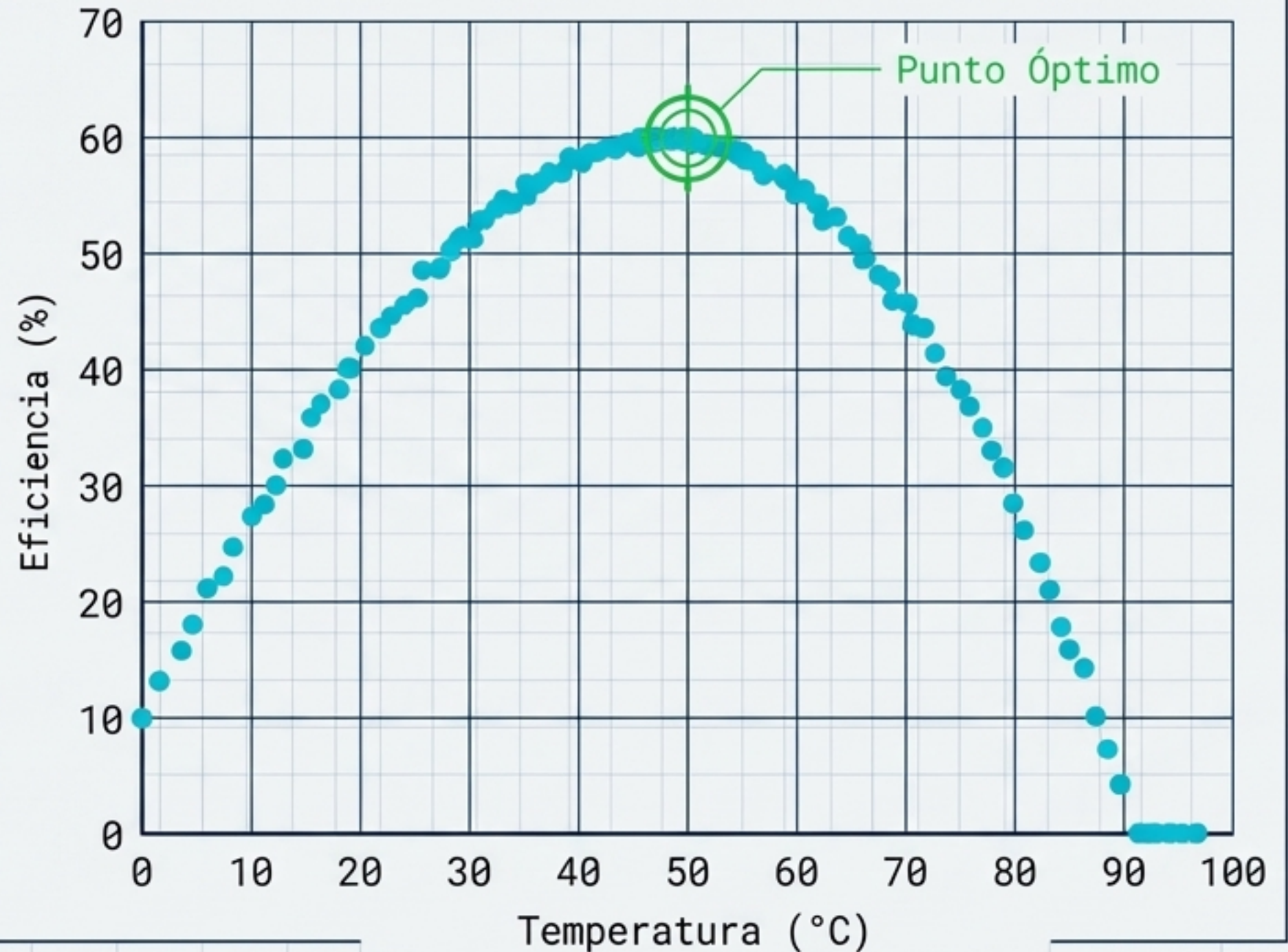
Dinámicas No Lineales: El Efecto Herradura

El Principio:

No todas las relaciones en la física de sistemas son lineales. La correlación no siempre significa "más es mejor".

Optimización: Temperatura vs. Eficiencia

Un sistema frío opera mal. Al calentar, la eficiencia sube hasta un "punto óptimo". Superar ese umbral causa estrés térmico, volviéndose destructivo y colapsando el rendimiento.



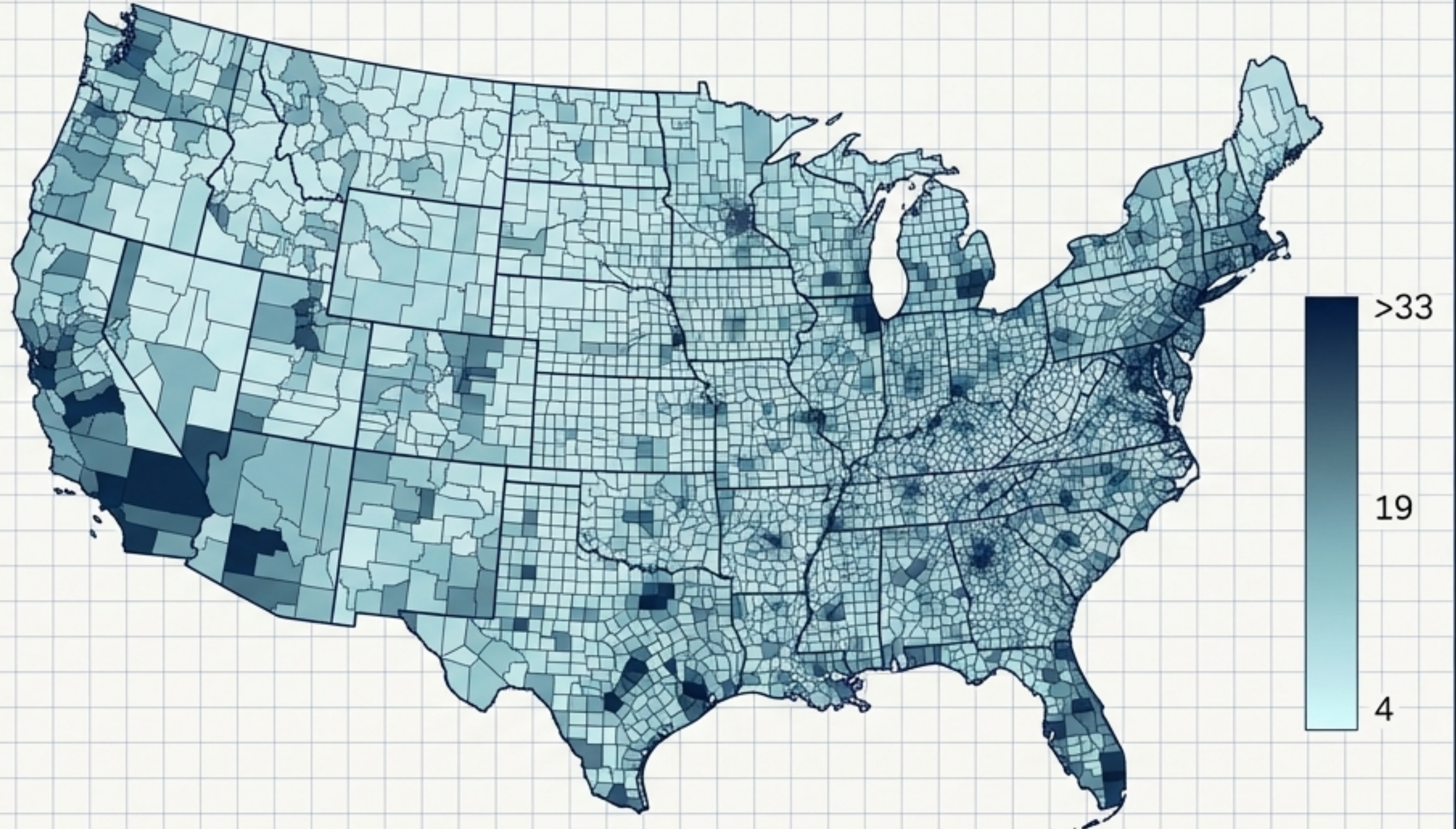
Ingeniería Espacial y Mapas de Intensidad

El Límite del Scatterplot

Los gráficos estándar fallan al intentar capturar tendencias geográficas, de proximidad o de topología de red.

Hipótesis Espaciales

Los mapas de intensidad usan la concentración de color para revelar clústeres físicos. Vital para identificar fatiga de material en estructuras masivas, distribución de estrés en redes eléctricas o caída de voltaje.



Síntesis: De los Datos a la Decisión

La estadística en la ingeniería no es un ejercicio académico retrospectivo; es el radar prospectivo. Al dominar el centro, la variabilidad, las anomalías y las relaciones espaciales, transformamos el caos de la telemetría en el lenguaje universal de la confiabilidad sistémica.

