

INTRODUCCIÓN: PROMEDIO Y DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS EN EL CONCRETO

El promedio es un concepto que usamos con mucha frecuencia en la vida cotidiana y que representa un valor que se ubica aproximadamente en el centro de un cierto comportamiento o manifestación o fenómeno sobre el que nos pronunciamos.

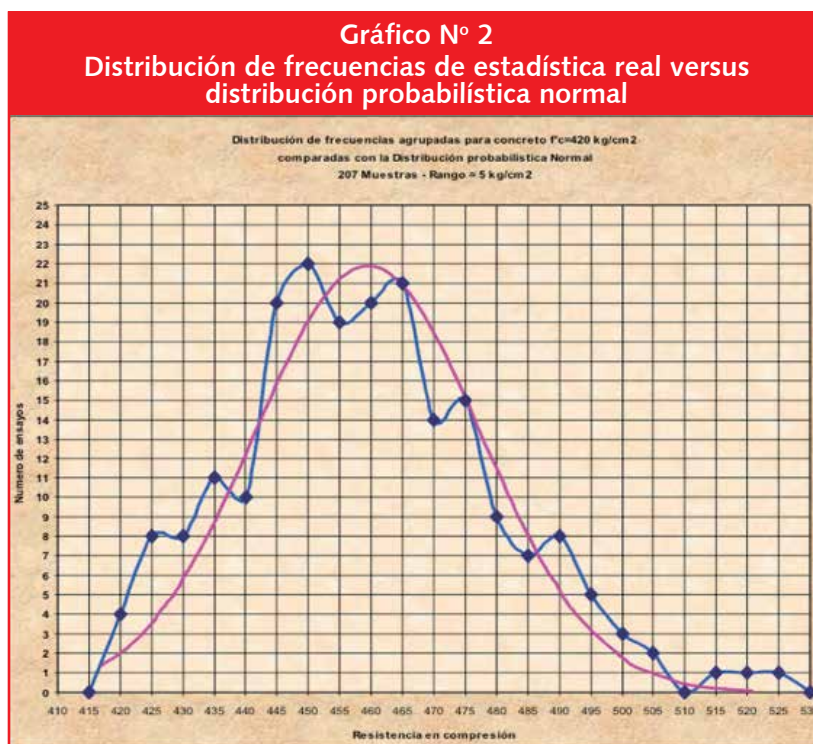
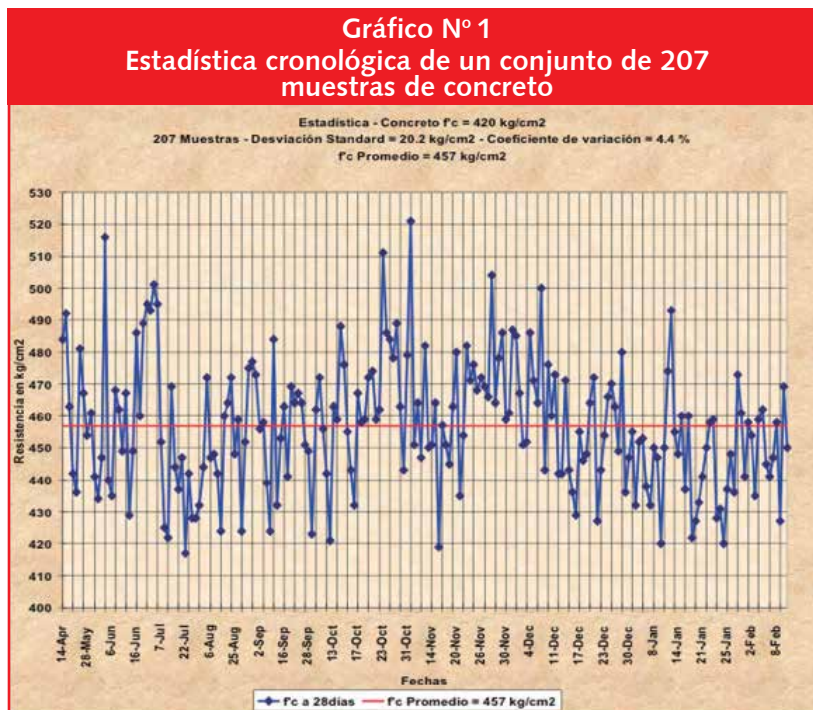
En términos numéricos, por ejemplo, un mozo en un restaurante cuyo ingreso depende mucho del sueldo mínimo, las propinas y la variabilidad de los clientes, nos dirá que gana en promedio S/ 2,000 mensuales pues habrá meses en que gana S/ 1,000 y en otros S/ 3,000 y ello representa que alrededor del promedio se agrupan valores inferiores y valores superiores al mismo dependiendo de lo variable de su mercado.

Muchos fenómenos de la naturaleza se agrupan simétricamente alrededor del promedio de tal manera que la mitad de valores son inferiores a éste y la otra mitad está por encima. Desde el siglo XIX a esto se le llama Distribución de Frecuencia Normal o Campana de Gauss (Carl Friedrich Gauss, 1777-1885) que es una fórmula matemática que tiene como variables el promedio y una variable definida como la desviación estándar.

En el caso del concreto, resulta que hace casi ya 100 años se encontró que los resultados de ensayos de resistencia en compresión de los testigos estándar se agrupan alrededor del promedio siguiendo con bastante aproximación una distribución de frecuencia normal, por lo que podemos estimar con bastante cercanía su comportamiento en compresión conociendo el promedio y la desviación estándar de un grupo de testigos, y en ello se basan los códigos para establecer los criterios de aceptación en su comportamiento.

En el Gráfico N°1 podemos apreciar un caso real de estadística cronológica de resultados de resistencia en compresión promedio de 207 muestras de concreto en un proyecto con $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, un promedio total de 457 kg/cm^2 y una desviación estándar de 20.2 kg/cm^2 .

En el Gráfico N°2 se observa la distribución de frecuencias de la es-



tadística mencionada comparada con la distribución probabilística normal calculada para el mismo promedio y desviación estándar, comprobándose experimentalmente el comportamiento antes mencionado.

Lo detallado previamente significa, en términos prácticos, que si por ejemplo un diseñador estructural establece que el $f'c$ del concreto es 210 kg/cm^2 y los resultados promedio de

los diferentes muestreos de nuestros testigos en obra nos dan en promedio 210 kg/cm^2 , ello representa que la mitad de muestras estará por encima del $f'c$ y la otra mitad por debajo y, en consecuencia, ningún diseñador ni ningún código puede aceptar que sólo el 50% del concreto de la estructura cumpla con la resistencia característica $f'c$ especificada.

Esto lo podemos evidenciar en