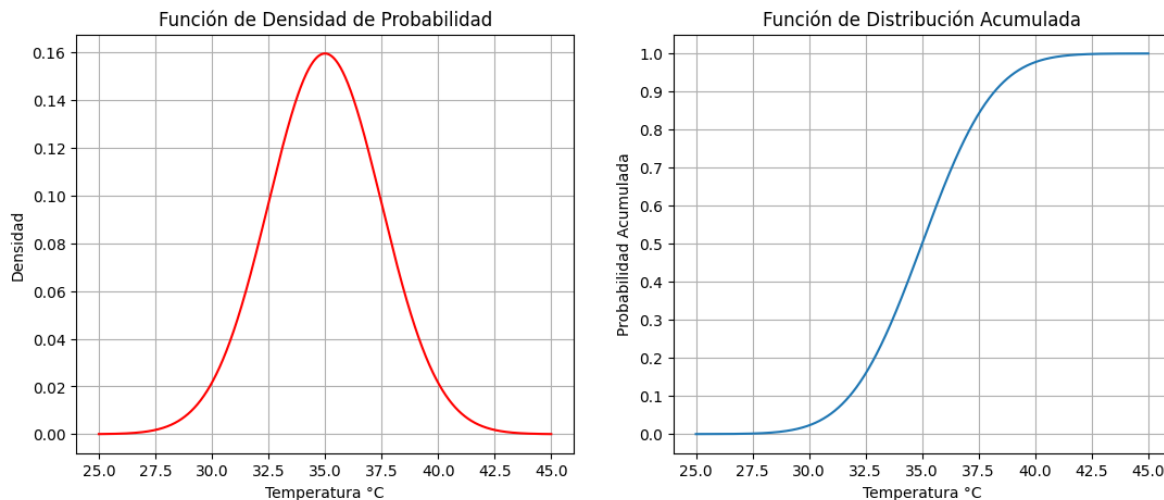


### Análisis estadístico

3. Análisis estadístico sobre la distribución de la temperatura de los servidores en un centro de datos.

Con el fin de analizar parámetros relevantes y optimizar futuros sistemas, se llevó a cabo un análisis estadístico sobre la distribución de temperaturas de los servidores. Para este propósito, se utilizó una distribución normal con media de  $35^{\circ}\text{C}$  y desviación estándar de  $2.5^{\circ}\text{C}$ . A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

a. Se graficaron tanto la Función de Distribución de Probabilidad (PDF) como la Función de Distribución Acumulada (CDF) de la temperatura de los servidores. La PDF muestra la probabilidad relativa de ocurrencia para cada temperatura. Como se ve en la gráfica, los datos se concentran en torno a los  $35^{\circ}\text{C}$  y decrecen simétricamente puesto que es una distribución normal. Por otro lado, la CDF muestra la probabilidad acumulada hasta cierto valor, lo que permite saber qué eventos ocurren bajo ese umbral.

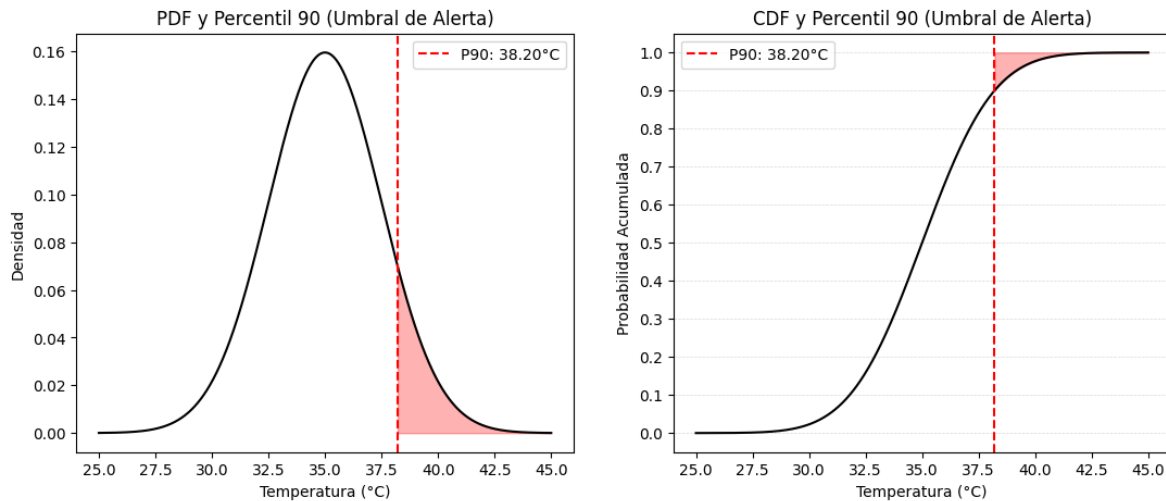


**Gráfica #.** PDF y CDF de la distribución de temperaturas de los servidores.

b. La probabilidad de que un servidor supere los  $40^{\circ}\text{C}$  y active el sistema de enfriamiento automático es de 2.28%.

c. Un servidor opera óptimamente, es decir, sus temperaturas están entre los  $30^{\circ}\text{C}$  y los  $38^{\circ}\text{C}$ , el 86.22% del tiempo.

d. Para implementar un umbral de alerta temprana que anticipe la activación del sistema de enfriamiento, se posicionó el límite en el percentil 90, equivalente a 38.20 °C. Como se observa en la gráfica, la línea roja indica este valor. Esto significa que el 10 % de las temperaturas más altas se encuentran por encima de este umbral.

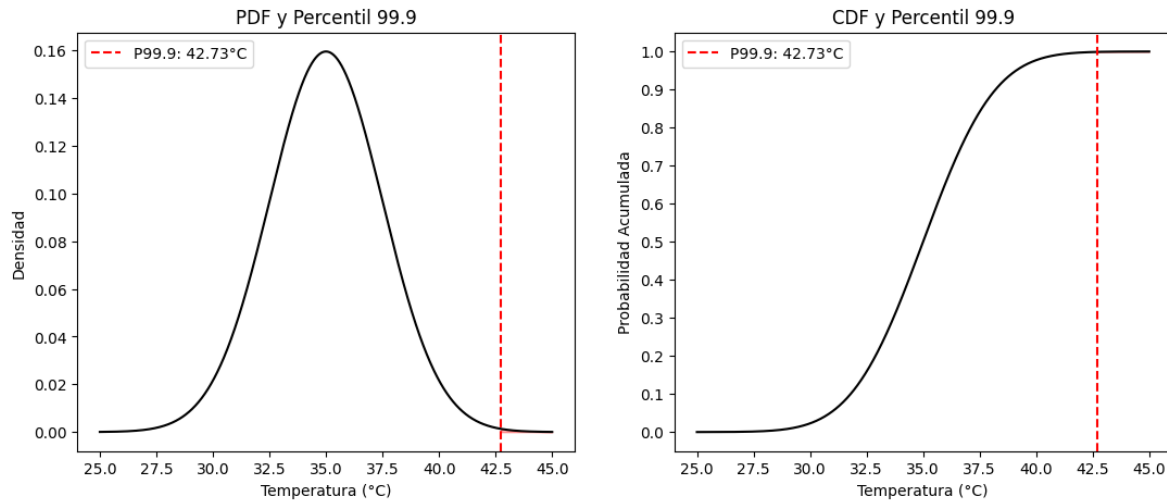


**Gráfica #.** PDF y CDF del umbral de alerta ubicado en el percentil 90.

e. Asumiendo independencia entre mediciones, la probabilidad de que el promedio de temperaturas de 5 servidores supere los 37°C es de 3.68%.

f. La probabilidad de que más de 25 servidores superen los 41°C es del 0.00004753%.

g. Para cubrir el 99.9% de todos los eventos de temperatura, el nuevo sistema de enfriamiento debe soportar hasta 42.73°C. La siguiente gráfica muestra el percentil 99.9 marcado con una línea roja. Esto indica que el 99.9 % de las temperaturas esperadas estarán por debajo de este valor.



Gráfica #. *PDF y CDF del valor máximo del sistema de enfriamiento (percentil 99.9).*

h. Para un sistema de enfriamiento por niveles catalogados en enfriamiento “bajo”, “moderado”, “alto” y “crítico”, se hace uso de los cuartiles de la distribución.

Los valores obtenidos son:

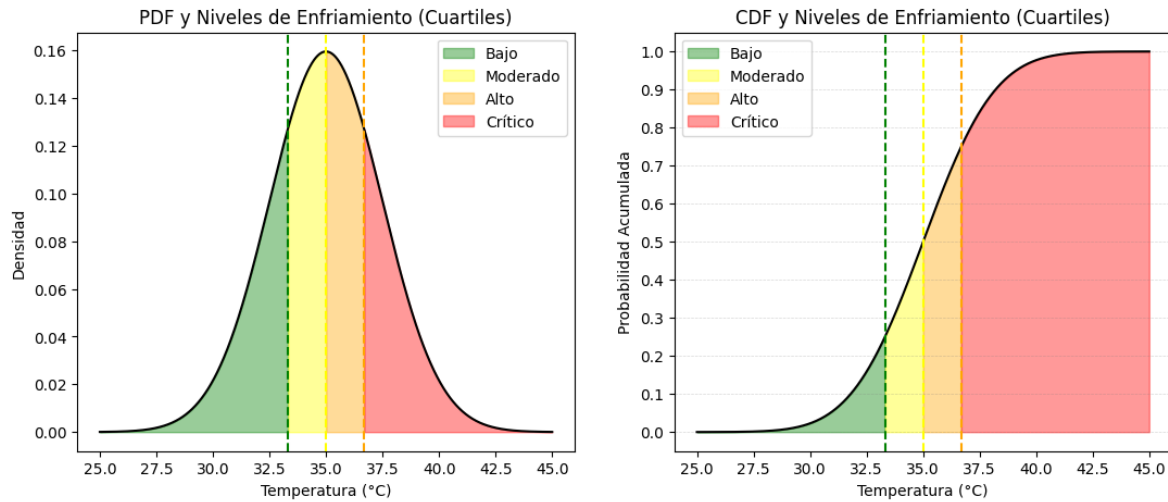
- Q1 (25%): 33.32°C
- Q2 (50%): 35.00°C
- Q3 (75%): 36.68°C

A partir de estos cuartiles, se definieron los siguientes rangos de Temperatura.

| Temperatura (°C) o... | Nivel de Enfriamiento |
|-----------------------|-----------------------|
| Menor a 33.31         | Bajo                  |
| Entre 33.31 y 35.00   | Moderado              |
| Entre 35.00 y 36.69   | Alto                  |
| Mayor a 36.69         | Crítico               |

Tabla #. *Rango de temperatura para cada Nivel de Enfriamiento.*

En la siguiente gráfica se puede visualizar mejor la distribución de los niveles, coloreada de acuerdo con su nivel de enfriamiento, siendo verde el nivel de enfriamiento más bajo, que funciona en temperaturas menores a 33.32°C, y Rojo el nivel más crítico, que trabaja con temperaturas mayores a 36.68°C. Las líneas verticales indican los puntos de corte de los cuartiles Q1, Q2 (mediana) y Q3.



Gráfica #. *PDF y CDF de los cuartiles utilizado para los niveles de enfriamiento.*

A partir del análisis estadístico realizado, se puede concluir que el uso de umbrales basado en percentiles y cuartiles es efectivo para anticipar temperaturas críticas, optimizar la activación del sistema de enfriamiento y reducir el consumo energético con el sistema de enfriamiento por niveles.