

## USO DE APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

SCRIPT Y REPORTE: Diana Córdova

### A. En script.

### B. Encontrar patrones – análisis univariable

Patrones detectados por variable:

- CO<sub>2</sub> – Norte-Este (V005):
  - Se identificaron tres patrones diarios usando K-Means y clustering jerárquico:
    1. Días laborales normales con picos moderados (~700–1000 ppm) al mediodía.
    2. Fines de semana o días de baja ocupación con CO<sub>2</sub> estable (~400 ppm todo el día).
    3. Días con carga excepcional con picos superiores a 1200–1600 ppm.
  - Ambos métodos coinciden en la separación de estos perfiles, mostrando alta consistencia entre técnicas.
- CO<sub>2</sub> – Sur-Oeste (V022):
  - También se encontraron tres grupos:
    1. Días planos (~400 ppm), sin ocupación.
    2. Días regulares con picos de 600–800 ppm.
    3. Pocos días con CO<sub>2</sub> un poco más alto (outliers suaves).
  - Similar forma cíclica diaria con picos al mediodía. Las dos técnicas detectan los mismos tipos.
- Temperatura – Norte-Este (V006) y Sur-Oeste (V023):
  - Tres tipos de días:
    1. Fríos (mínimos ~16°C, máximos ~24°C).
    2. Moderados (18–28°C).
    3. Cálidos (~30°C o más).
  - Los patrones son similares entre zonas. Se observan ciclos térmicos típicos: mínimas en la madrugada, máximas por la tarde.

### C. Encontrar anomalías – análisis univariable

Se detectaron anomalías individuales que no pertenecen a los patrones típicos:

- CO<sub>2</sub> NE: Día con pico de ~1600 ppm, mucho más alto que lo normal. No pertenece a ningún cluster.
- CO<sub>2</sub> SW: Días con doble pico o incrementos fuera de horario habitual.
- Temperaturas: Un par de días con fluctuaciones térmicas bruscas o fuera del rango esperado.

Métodos de detección:

- Distancia al centroide (K-Means): días con distancia  $> 2\sigma$  del promedio fueron marcados como outliers.
- DBSCAN (identifica puntos sin densidad suficiente).
- Validación visual con boxplots por hora y comparación de perfiles diarios.

Todos los métodos apuntaron a los mismos días anómalos, especialmente en CO<sub>2</sub> NE.

### D. Encontrar patrones – análisis multivariable

Se analizaron pares combinados:

- NE (CO<sub>2</sub> + Temperatura) y
- SW (CO<sub>2</sub> + Temperatura).

Resultados:

- Los patrones multivariantes reflejaron en gran parte los de CO2 individual.
- No surgieron nuevos grupos motivados por temperatura.
- Análisis PCA mostró que el CO2 explicaba >90% de la varianza multivariante.
- K-Means y clustering jerárquico dieron los mismos grupos de días (alta consistencia).

Patrones combinados y consistentes entre métodos. Los días de CO2 alto seguían apareciendo como un cluster aparte.

## E. Encontrar anomalías – análisis multivariante

Se identificaron anomalías multivariantes:

- NE: Día con CO2 ~1600 ppm, temperatura normal. Fue un outlier claro en 48 dimensiones.
- SW: Dos días con CO2 ligeramente más alto de lo habitual.

Métodos usados:

- Distancia combinada al centroide (K-Means).
- DBSCAN: días fuera de densidades típicas marcados como ruido.
- Isolation Forest: alta puntuación de anomalía en los mismos días identificados antes.

Todos los métodos coincidieron en señalar los mismos días como perfiles inusuales.

## F. Conclusiones

Relación entre Norte-Este y Sur-Oeste:

- Ambas zonas siguen un ciclo diario similar en CO2 y temperatura.
- NE presenta mayores picos de CO2 y más días anómalos → mayor ocupación o ventilación menos eficiente.
- SW se comporta más estable, con menores niveles de CO2 y sin anomalías severas.

Lo que sugieren los patrones y anomalías:

- El sistema funciona con coherencia general.
- La zona NE requiere revisión operativa: ajustar ventilación, revisar sensores, o redistribuir cargas.
- Implementar un sistema de monitoreo continuo con IA (Isolation Forest) ayudaría a prevenir condiciones riesgosas.
- Se podrían optimizar horarios para ahorrar energía en fines de semana y actuar preventivamente los lunes.

En conclusión, la comparación **Norte-Este vs Sur-Oeste** evidenció que la zona NE enfrenta mayores desafíos de ventilación, mientras la SW opera dentro de márgenes cómodos. Los patrones diarios regulares indican que el sistema funciona coherentemente día a día, pero las **anomalías detectadas apuntan a posibles fallos puntuales o sobrecargas** que deben atenderse. Implementando las recomendaciones anteriores, la institución podría mejorar la calidad del aire en la zona crítica y garantizar que el sistema de ventilación opere de manera fiable y eficiente. Esto no solo mantendrá condiciones saludables (CO2 y temperatura en rangos adecuados), sino que también alargará la vida útil del equipo (evitando operar forzosamente en condiciones extremas) y reducirá consumos energéticos innecesarios al alinear la ventilación con la demanda real. En esencia, el análisis no supervisado proporcionó información valiosa para la **toma de decisiones de mantenimiento** y la **optimización operativa** del sistema de ventilación del campus.