



Edgard Leonardo Castañeda García
Johan José Castañeda Vega
John Alexander Cárdenas

Problema 03

Gestión de la demanda

Índice

1. Análisis del proyecto	1
2. Metodología	3
3. Datos disponibles	3
4. Análisis de los datos	3
4.1. Determinación de numero óptimo de clusters	4
4.1.1. Método del codo (Elbow Method):	4
4.1.2. Método de la silueta (Silhouette Method):	4
4.2. Análisis de PCA Consumo-Tarifa plana	5

1. Análisis del proyecto

A continuación, se expone el análisis de la gestión de demanda de energía eléctrica de 256 usuarios del suroccidente de Colombia, los datos de estos usuarios fueron recolectados por el operador de red durante los meses de febrero y marzo del 2021 esto con el fin de visualizar cuanta energía emplean y cuando lo hacen, ya que esto le ayudara a mejorar el uso de sus activos de distribución, a aminorar las pérdidas técnicas en su red de distribución, posponer los proyectos de ampliación de la capacidad de su red de distribución, y también llevarlo construir un esquema tarifario diferencial el cual llegue a ser el más conveniente para él y para los clientes.

Para esto se analizará los datos de cada usuario y encontrar cuales representan bien al conjunto total de usuarios en cuanto a su forma de usar la energía. Para tener una vista más amplia del problema el cual se aborda se muestra el análisis de las seis dimensiones que enlazan la perspectiva de la energía



eléctrica y la información.

1. ***Dominio***

El ejercicio que se trata es la gestión de la demanda de energía eléctrica de 256 usuarios del suroccidente de Colombia para visualizar cuanta energía emplean y cuando la utilizan, esto a partir de los datos suministrados por el operador de red. Este el problema se ubica en la parte del operador de red de la cadena de valor con la perspectiva de la distribución y la comercialización ya que visualizar este comportamiento de consumo le ayudara al operador de red a tomar decisiones para disminuir la congestión de las líneas en horas picos y con esto aminorar pérdidas técnicas y ha posponer proyectos de ampliación de las mismas y por ultimo generar un esquema tarifario diferencial que lo beneficie a él y a los clientes.

2. ***Impacto efectivo***

El análisis de la gestión de la demanda de estos usuarios ayudara como se mencionó con anterioridad primero a disminuir la congestión en horas picos y con esto aminorando las pérdidas técnicas en las líneas de distribución y a posponer proyectos de ampliación lo cual reduciría costos de operación e inversiones por parte del operador de red y segundo proponiendo un esquema tarifario diferencial para los usuarios daría la opción de estos demandaran energía eléctrica en algunos momentos del día a costos más bajos, generando un comportamiento de consumo más uniforme durante el día.

3. ***Ciclo de vida***

Este proyecto de distribución y comercialización de energía eléctrica en el suroccidente de Colombia se encuentra en la etapa de operación y realizando estudios de análisis de datos para disminuir perdidas y generar un plan tarifario.

4. ***Flujo de datos***

Los datos son provenientes del operador de red, recolectados de las mediciones de los AMI instalados a usuarios con mayores consumos en los meses de febrero y marzo del año 2021. Se observa que el dataframe está ordenado por fecha y hora correspondiente a cada medidor o usuario.

5. ***Categoría del problema de datos***

Este problema de datos tiene el objetivo de encontrar unos pocos usuarios prototipo que representen bien al conjunto en cuanto a su forma de usar la energía, lo que encasilla el problema en la categoría de agrupación y segmentación ya que lo que se pretende es resumir los datos para obtener una mejor visión de conjunto.

6. ***Método de solución***

El método de solución que se emplea para resolver este problema de gestión de la demanda es el de descubrimiento de patrones y de descubrimiento de explicaciones ya que el interés es el de la cantidad y cuando consume energía los usuarios.



2. Metodología

Para realizar el análisis de gestión de la demanda para los valores recolectados por los AMI y encontrar usuarios prototipos que representen bien al conjunto total se utilizó el método de análisis de componentes principales (PCA) y el método de clustering K-means, el primero utilizado para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos y el segundo para dividir los datos en K grupos de manera que la distancia intra-grupo sea mínima y la distancia inter-grupo sea máxima.

3. Datos disponibles

El archivo contiene una matriz de datos de 336311 x 9 con las siguientes columnas

- **COD_MEDIDOR:** Este dato corresponde al código del medidor
- **CONSUMO:** Este dato corresponde al consumo de energía en cada hora del usuario
- **FECHA Y HORA:** Este dato corresponde a la fecha y hora de consumo
- **TIPO:** Este dato corresponde al tipo de usuario
- **HORA:** Este dato corresponde a la hora d consumo
- **FECHA:** Este dato corresponde al día de consumo
- **NIVEL TENSION:** Este dato corresponde al nivel de tensión al que está conectado el usuario
- **VALOR KWh TARIFA PLANA:** Este dato corresponde al valor del kWh que le cobran al usurario
- **TIPO DIA:** Este dato corresponde al tipo de día en el que consumo el usuario

4. Análisis de los datos

Los datos primarios disponibles indican que las mediciones de los AMI son de 256 usuarios, pero verificando el número de contadores con código diferente dados en el dataframe resultan un total de 361 usuarios, aunque para muchos usuarios no hay un registro completo de todos los datos.

Los datos de interés para generar grupos de similitudes son el consumo y el valor kWh tarifa plana, con estos se generan diferentes gráficas que ayuden a encontrar subgrupos que tengan similitud en su consumo y en su costo de energía.



4.1. Determinación de numero óptimo de clusters

4.1.1. Método del codo (Elbow Method):

Este método implica calcular el valor de la suma de las distancias al cuadrado de los puntos dentro de cada cluster para diferentes valores de k (número de clusters). Luego se traza un gráfico de los valores de la suma de las distancias al cuadrado para cada valor de k y se busca el punto de inflexión en el gráfico, que se asemeja a un "codo". Este punto indica el número óptimo de clusters

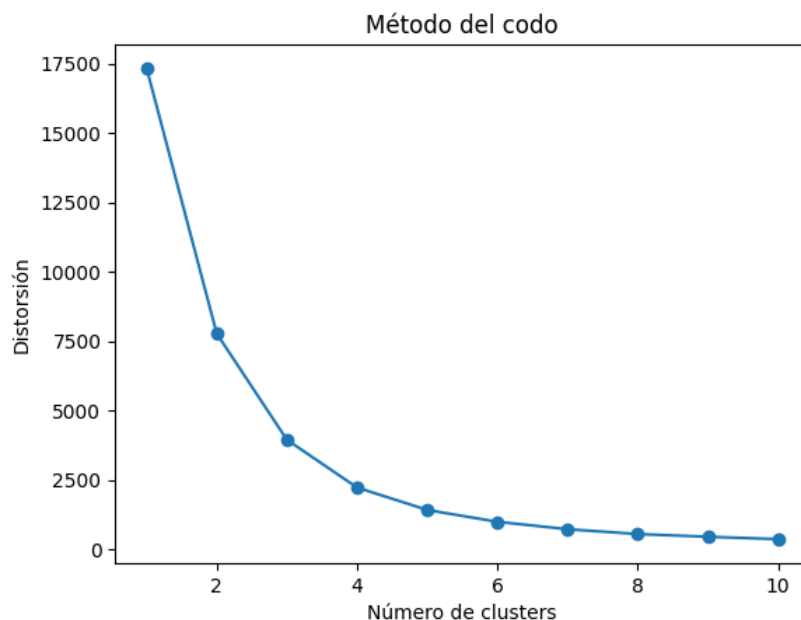


Figura 1: Método del codo para determinar el número de clústers

Mirando la gráfica sacada del método del codo se observa que el número óptimo de clusters es de 3.

4.1.2. Método de la silueta (Silhouette Method):

Para corroborar el numero óptimo de clusters se utiliza este método evalúa qué tan similares son los puntos dentro de cada cluster y qué tan disímiles son los puntos entre clusters. Se calcula la puntuación de la silueta para cada punto y se promedia para cada cluster. Luego se traza un gráfico de la puntuación de la silueta promedio para cada valor de k y se busca el valor máximo, que indica el número óptimo de clusters.

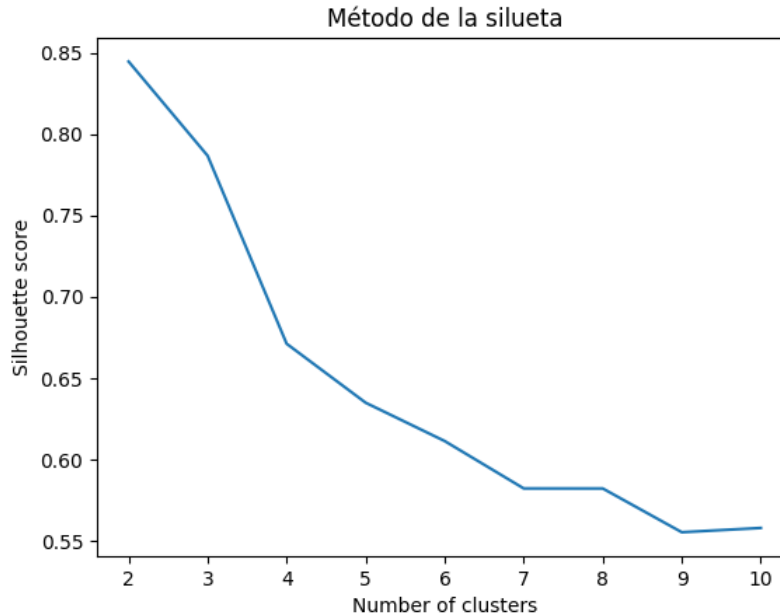


Figura 2: Método de la silueta para determinar el número de clústers

En este método el número óptimo de clusters son 2 ya que el valor más alto se encuentra en ese valor.

4.2. Análisis de PCA Consumo-Tarifa plana

Para este análisis se tiene en cuenta como componente principal 1 el consumo y la componente principal 2 el valor kWh de tarifa plana, como resultado da el siguiente score plot.

En la figura 3 se observa el score plot de las componentes principales en estudio, lo que ayuda a visualizar en donde se ubican los puntos en los diferentes clusters, con la información anterior del número óptimo de clusters, se ve que los datos se dividen en tres grupos.

En la figura 4 se muestra en biplot bidimensional (consumo-tarifa) en donde se muestran las cargas y la direcciones que están tomando, se puede ver que el grupo 0 o azul no consume mucha energía y tampoco tiene un gran peso en la aportación en el valor de la tarifa por kWh. También se ve ese comportamiento en una parte del grupo 1. La otra parte del grupo 1 (naranja) y el grupo 2 tiene el mismo aporte en consumo de energía que en Tarifa por kWh.

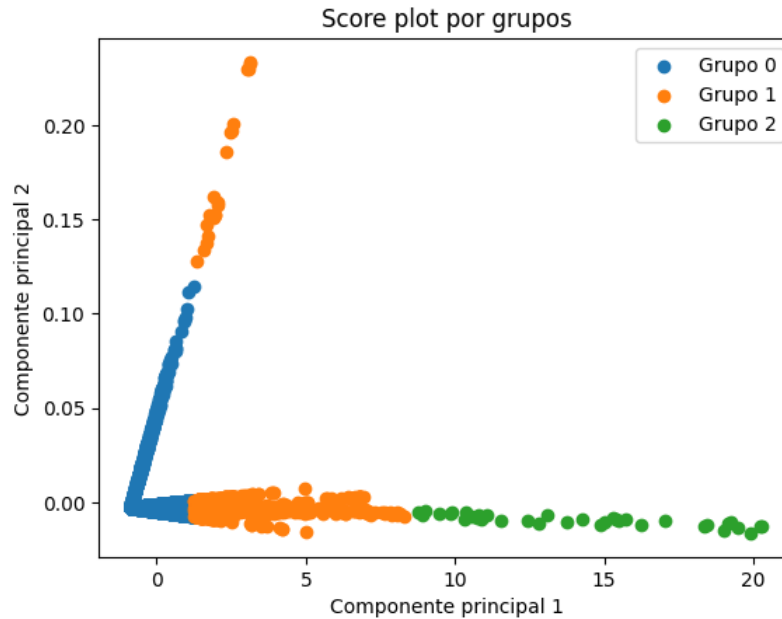


Figura 3: Análisis de PCA para el consumo diario

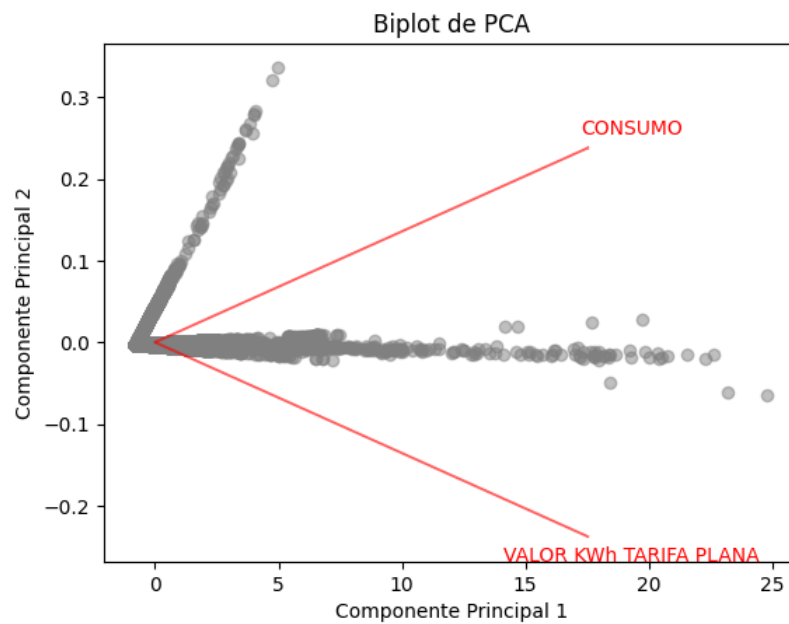


Figura 4: Análisis de PCA para el consumo diario

En la figura 5 se graficó el consumo promedio por hora para cada usuario clasificandolos por grupos, de esta imagen se confirma lo anteriormente dicho el grupo 2 de color verde encierra a los usuarios que



consumen más, el grupo 1 de color naranja los usuarios intermedios y el grupo 0 los usuarios que menos consumen.

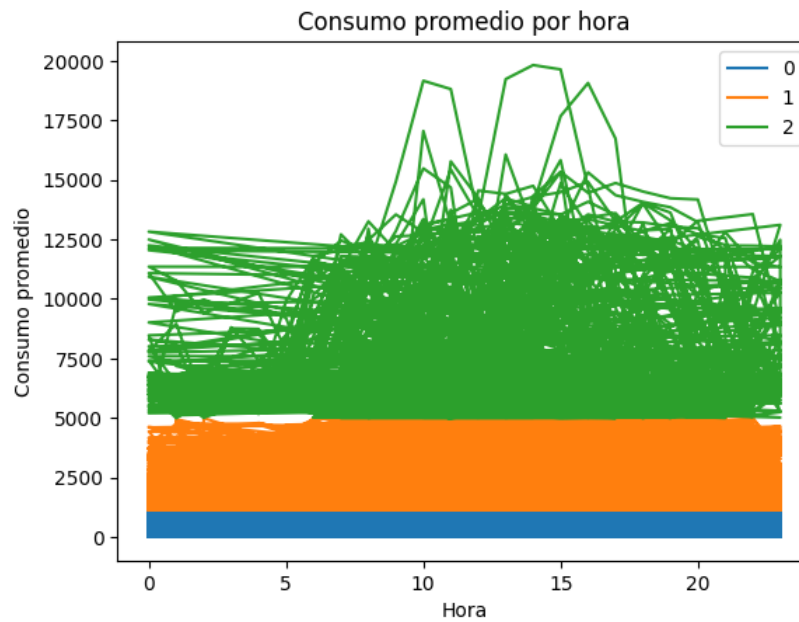


Figura 5: Consumo promedio por hora para cada medidor clasificados por clusters

En la figura 6 se muestra el promedio de consumo por hora para cada grupo.

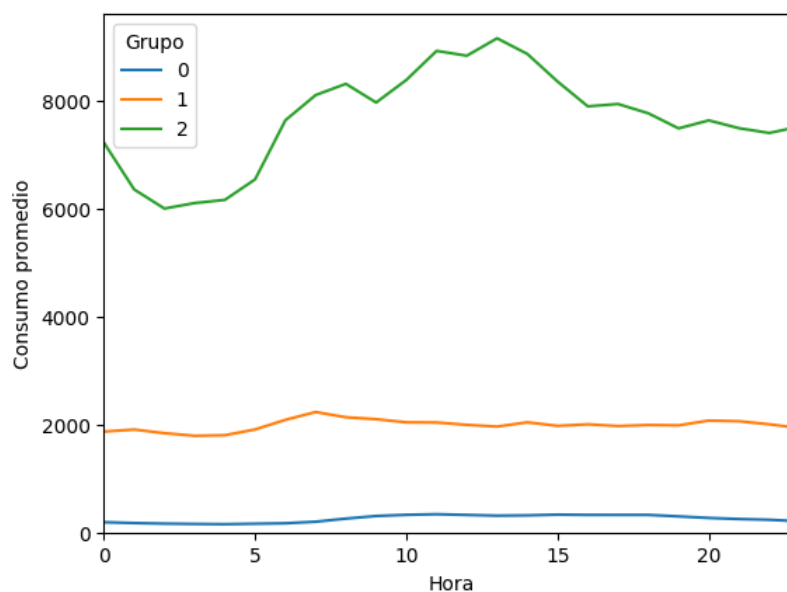


Figura 6: Consumo promedio por hora para cada grupo clasificados en los 3 clusters



Para tener una mejor visualización de los consumos promedios por grupo se muestran las siguientes graficas por grupo.

El grupo 0 de usuarios de tipo comercial presenta un patrón de consumo de energía que sugiere que la mayoría de las empresas que lo componen operan en un horario diurno estándar. El consumo diario de energía comienza a las 6 o 7 de la mañana y aumenta gradualmente a lo largo del día, alcanzando un pico de demanda de más de 325 kWh alrededor de las 11 de la mañana. A partir de las 18 horas, el consumo comienza a disminuir y alcanza su valor mínimo alrededor de las 4 de la madrugada.

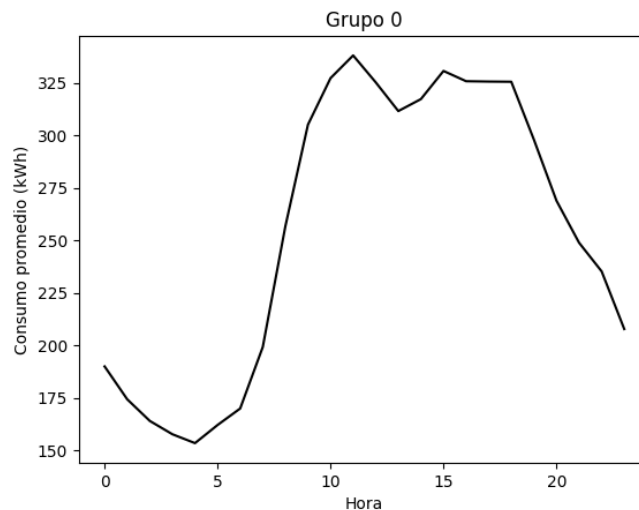


Figura 7: Consumo promedio por hora para el grupo 0

Si bien es posible que algunas de estas empresas operen en horarios diferentes o tengan picos de demanda en momentos específicos del día, la tendencia general sugiere que el grupo 0 está compuesto principalmente por negocios que tienen un horario laboral diurno estándar, como tiendas minoristas, oficinas y restaurantes.

Para este tipo de usuarios, que presenta un consumo relativamente estable durante el día, se podría considerar una tarifa plana o una tarifa horaria con un precio más bajo durante las horas de menor demanda, como la madrugada.

El grupo 1 de usuarios de energía presenta un patrón de consumo distintivo que sugiere que se trata de empresas o industrias que requieren grandes cantidades de energía para operar. El consumo diario comienza con un pico de más de 2200 kWh alrededor de las 7 de la mañana, probablemente como resultado del arranque de maquinarias y equipos industriales. Durante el día, el consumo varía alrededor de los 2000 kWh, indicando que estas empresas mantienen un alto nivel de actividad durante el horario laboral.

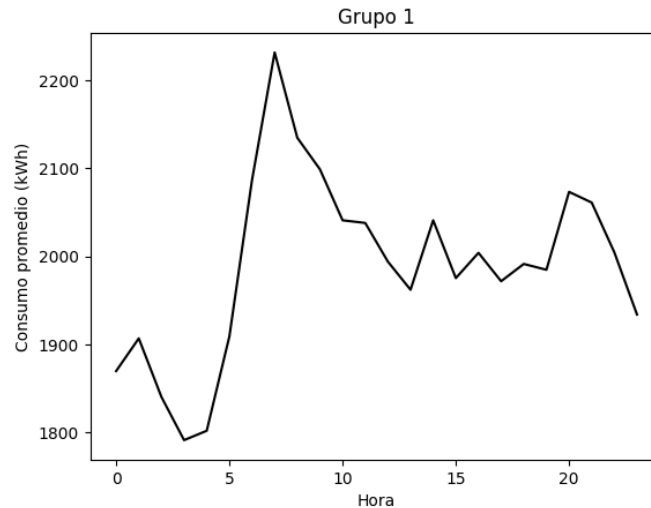


Figura 8: Consumo promedio por hora para el grupo 1

Otro pico de consumo de casi 2100 kWh se presenta alrededor de las 19 horas, lo que sugiere que estas empresas continúan operando en horarios no laborales. Después de este segundo pico, el consumo disminuye gradualmente hasta llegar a un valor mínimo de menos de 1800 kWh, con un pequeño pico de consumo alrededor de la 1 de la mañana de aproximadamente 1900 kWh.

Dado el patrón de consumo de energía observado en el grupo 1, es posible que estas empresas pertenezcan a la industria manufacturera o a la producción de bienes y servicios que requieren grandes cantidades de energía, como la minería, la fabricación de productos químicos, el procesamiento de alimentos, entre otros.

Para este grupo de usuarios, que tiene picos de consumo importantes durante el día, una opción podría ser una tarifa con un cargo fijo por demanda máxima, además de un cargo por kilovatio-hora consumido. Esto fomentaría una gestión más eficiente de la demanda, ya que los usuarios tendrían un incentivo para reducir su consumo durante los picos de demanda.

En el caso del grupo 2, se ha observado que los usuarios presentan un consumo muy alto, con un pico de 8300 kWh aproximadamente entre las 7 y 8 de la mañana y otro pico máximo de consumo con un valor por encima de los 9000 kWh entre las 13 y 14 horas. Posteriormente, el consumo disminuye y mantiene un valor entre 7000 y 7500 kWh hasta las 24 horas. Después de las 24 horas, el consumo disminuye significativamente y alcanza un valor mínimo de 6000 kWh entre las 2 y 3 de la mañana.

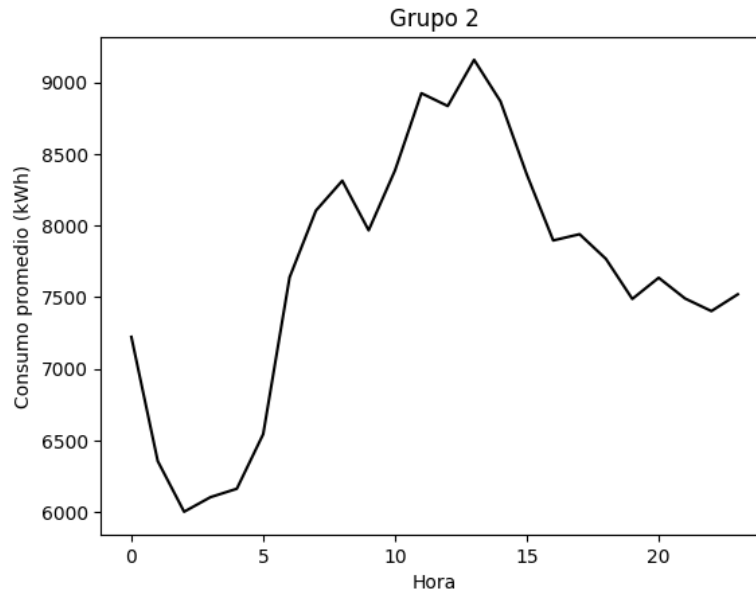


Figura 9: Consumo promedio por hora para el grupo 2

Dado que este grupo de usuarios presenta picos de consumo tan elevados, es probable que se trate de empresas que realizan procesos industriales o productivos de gran envergadura. Es posible que durante las horas pico, entre las 7 y 8 de la mañana y entre las 13 y 14 horas, se estén encendiendo maquinarias de alto consumo energético para iniciar procesos productivos, lo que explica los altos picos de consumo. Por otro lado, la disminución del consumo después de las 24 horas puede indicar que la actividad productiva se detiene o se reduce significativamente en ese horario, lo que resulta en un menor consumo de energía. En general, el grupo 2 parece corresponder a empresas que requieren grandes cantidades de energía eléctrica para llevar a cabo sus procesos productivos o industriales.

Para estos usuarios, que tienen un consumo mucho más alto y picos de demanda muy pronunciados, podría ser conveniente una tarifa con precios escalonados basados en la cantidad de energía consumida. De esta forma, tendrían un incentivo para reducir su consumo en general, no solo durante los picos de demanda.