



Edgard Leonardo Castañeda García  
Johan José Castañeda Vega  
John Alexander Cárdenas

## Problema 02

### Variabilidad geográfica y demográfica

#### Índice

1. Análisis del proyecto	1
2. Metodología	3
3. Datos disponibles	3
4. Construcción de gráficas	4
4.1. Consumo por Departamentos: . . . . .	4
4.2. Consumo per cápita . . . . .	7
4.3. Variabilidad de datos . . . . .	9
5. Conclusiones	12

#### 1. Análisis del proyecto

A continuación, se expone el análisis de la variabilidad en el consumo de energía eléctrica en los 32 departamentos de Colombia, teniendo en cuenta el consumo de energía correspondiente al mes de junio de 2021 en cada uno de ellos y sus respectivos municipios, la importancia y el aporte económico a nivel nacional y la importancia de cada uno dentro del departamento, también se toman variables como el crecimiento poblacional, el clima y la altitud para su correlación con la cantidad de consumo de energía eléctrica.

Para tener una vista más amplia del problema desde la perspectiva de la energía y la informática se muestra el análisis de las siguientes dimensiones



### 1. *Dominio*

El problema que se aborda es la variabilidad en el consumo per cápita de energía eléctrica para entender mejor las razones por las que unas personas consumen más energía eléctrica que otras. Esto ubica el dilema en cuestión en la parte del comercializador de la cadena de valor, ya que ha este es el ente al que los usuarios en este caso los municipios les paga por el suministro de energía eléctrica, el análisis se hace desde la perspectiva del consumidor al cual se le hace el estudio de su gasto energético.

### 2. *Impacto efectivo*

El análisis del consumo de energía eléctrica en determinadas zonas del país en relación a la población, altitud, clima e importancia y valor económico a nivel nacional ayuda a visualizar en donde se consume más o menos energía y la relación con las zonas con mayor o menor importancia para la nación económicamente y la calidad de vida de las personas.

Estos resultados de variabilidad de consumo se deben insertan en la generación, transmisión y comercialización de la cadena de valor, ya que muchos de los departamentos en donde el consumo de energía eléctrica es muy bajo está relacionado con que no hacen parte del Sistema Interconectado Nacional (SIN) en donde la energía es más costosa debidos a la generación y transmisión de esta, lo que influye al desarrollo económico de la población y su aportación a nivel nacional.

### 3. *Ciclo de vida*

El proyecto o proyectos de comercialización de energía eléctrica en Colombia se encuentra en la etapa de operación ya que según los datos suministrados por la SSPD todos los municipios registrados tienen un consumo de electricidad.

### 4. *Flujo de datos*

Los datos son provenientes de la superintendencia de servicios públicos domiciliarios (SSPD) de donde se obtienen los datos de caracterización de los usuarios (Municipios) correspondientes al mes de junio del 2021, del geoportal del Departamento Nacional de Estadística (DANE) los datos de caracterización económica de cada municipio de Colombia y del ministerio de Vivienda se obtiene la clasificación del clima, altitud y población. Estos datos son entregados en dos archivos de manera organizada para su análisis y visualización.

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

La categoría del problema de datos al que se enfrenta este proyecto es la de análisis de asociación y agrupación o segmentación, ya que el objetivo es encontrar correlaciones o asociaciones para comprender o describir el consumo de energía a nivel nacional, departamental y municipal relacionados con la altitud, clima, importancia y valor económico.

### 6. *Método de solución*



---

El método de solución que se emplea para resolver el dilema de variabilidad de consumo de energía eléctrica es el de descubrimiento de patrones y de descubrimiento de explicaciones, ya que se espera encontrar relaciones y patrones desconocidos sin centrarse en un solo registro o atributo y generar nuevas perspectivas que puedan influir en la toma de decisiones (en la generación, transmisión y comercialización).

## 2. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron dos archivos de datos:

- Un archivo con información del DANE y con la suma del consumo residencial de cada municipio disponible.
- Un archivo con información del ministerio de vivienda y el código DANE de cada municipio.

Estos archivos fueron cargados a un programa de Python para determinar la información que había disponible y posteriormente, por medio de herramientas de visualización, realizar gráficas que permitieran una mejor comprensión de su contenido.

## 3. Datos disponibles

El primer archivo contiene las siguientes columnas de datos:

- **DPTO\_CCDGO:** Este dato corresponde a un código único asignado por el DANE para identificar cada uno de los departamentos del país.
- **MPIO\_CDMP:** Este dato es un código único asignado por el DANE a cada uno de los municipios del país.
- **DPTO\_CNMBR:** Es el nombre de cada uno de los departamentos del país.
- **MPIO\_CNMBR:** Corresponde al nombre de cada uno de los municipios del país.
- **IMPORTANCIA:** Corresponde a un número de 1 a 7 que asigna el DANE para definir una importancia económica de cada municipio, donde 1 es un municipio de alta importancia y 7 un municipio con menor importancia económica.
- **Valor:** Es el valor del aporte económico de cada municipio a la economía nacional.
- **PESO\_MPAL:** Este dato indica la importancia económica de cada municipio dentro de su departamento.
- **CONSUMOS\_CANTIDAD:** Este valor indica el consumo de energía eléctrica residencial de cada municipio durante un mes, en este caso junio de 2021.



---

En cuanto a este primer archivo, es importante señalar que varias empresas comercializadoras no reportaron los datos de consumo de energía, por lo que una cantidad considerable de municipios tienen un valor de consumo igual a cero.

El segundo archivo contiene los primeros cuatro datos del primer archivo (DPTO\_CCDGO, MPIO\_CDMP, DPTO\_CNMBR y MPIO\_CNMBR). Además, también contiene siguientes datos:

- **POB\_2012:** Este valor es la estimación de población de 2012 para cada municipio.
- **POB\_2015:** Este valor es la estimación de población de 2015 para cada municipio.
- **POB\_2020:** Este valor es la estimación de población de 2020 para cada municipio.
- **ALTITUD:** Este dato corresponde a la altura sobre el nivel del mar de la cabecera municipal de cada municipio.
- **CLIMA:** Este dato corresponde a la categoría de clima que tiene cada municipio.
- **PESO:** Corresponde al porcentaje de población que aporta cada municipio al total del país.

## 4. Construcción de gráficas

### 4.1. Consumo por Departamentos:

Empezando con un análisis global de los datos se calculó el consumo mensual de energía de cada departamento del país a partir de los datos por municipio suministrados. Con esto, se construyeron las siguientes figuras:

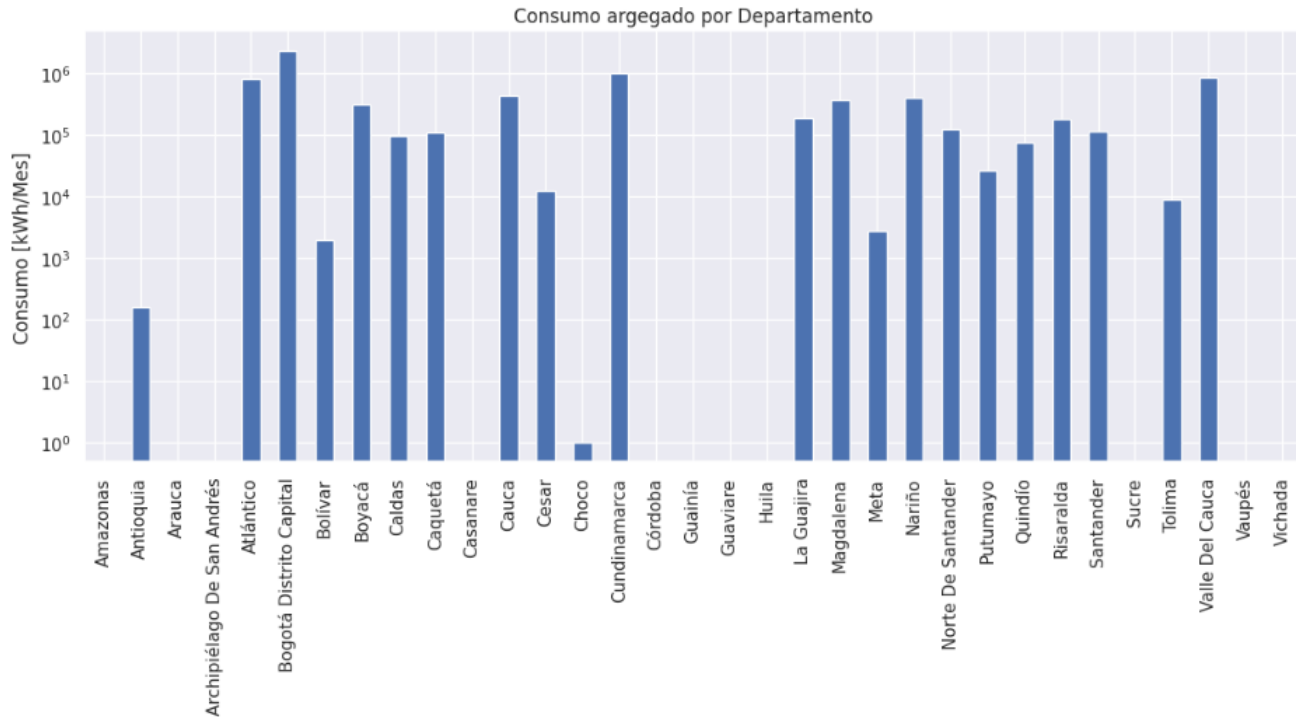


Figura 1: Diagrama del Consumo de energía eléctrica en los departamentos de Colombia.

Se observa que, en las principales ciudades, Barranquilla, Bogotá, Barrancabermeja, Bucaramanga y Cali de los departamentos más importantes del país independiente de las variabilidades demográficas y geográfica son las zonas donde más energía eléctrica se consume, y donde se tiene los mayores poblaciones y aportes económicos se dan.

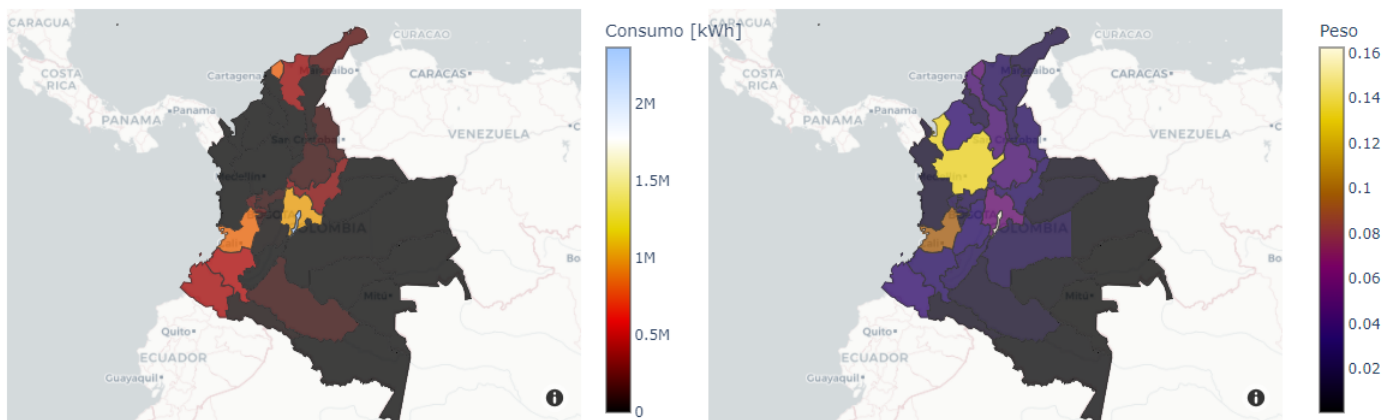


Figura 2: Mapa Choropleth para el consumo de energía y peso poblacional en los departamentos de Colombia.

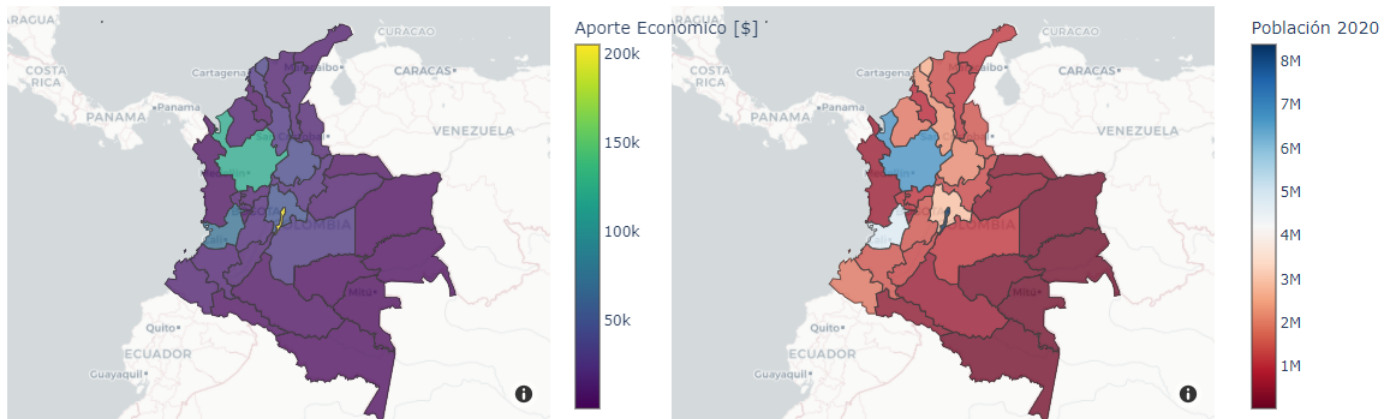


Figura 3: Mapa Choropleth para el aporte económico en pesos y el tamaño de la población en los departamentos de Colombia.

A partir de los gráficos de las figuras 1, 2 y 3 se evidencia la ausencia de datos en algunos departamentos del país. Esta ausencia es más notable en el departamento de Antioquia, pues se observa el consumo es muy bajo aproximado los 100 kWh/Mes pero la cantidad de población esta entra los 6 y 7 millones de habitantes datos que no concuerdan.

Haciendo un análisis más robusto se confirma que los datos de consumo de energía para la mayoría y en varios casos de manera total de muchos municipios de varios departamentos no fueron reportados por la comercializadora. En la tabla 1 se exponen el nombre de los departamentos a los cuales no tienen valores de consumo de energía.

Los comercializadores de energía no reportaron 482 datos de consumo de energía en 20 departamentos.



Departamento	No de Municipios	No de Municipios con Datos
Antioquia	125	2
Bolivar	46	7
Cesar	25	8
Cordoba	30	0
Choco	30	1
Huila	37	0
Magdalena	30	21
Meta	29	5
Sucre	26	0
Tolima	47	5
Valle del cauca	42	7
Arauca	7	0
Casanare	19	0
Putumayo	13	4
San Andres	2	0
Amazonas	11	0
Guainia	9	0
Guaviare	4	0
Vaupes	6	0
Vichada	4	0

Tabla 1: Datos registrados por la comercializadora

#### 4.2. Consumo per cápita

También, es posible calcular el consumo de energía per cápita de los departamentos de los cuales se dispone datos de consumo. Con este cálculo, se obtiene el siguiente gráfico:

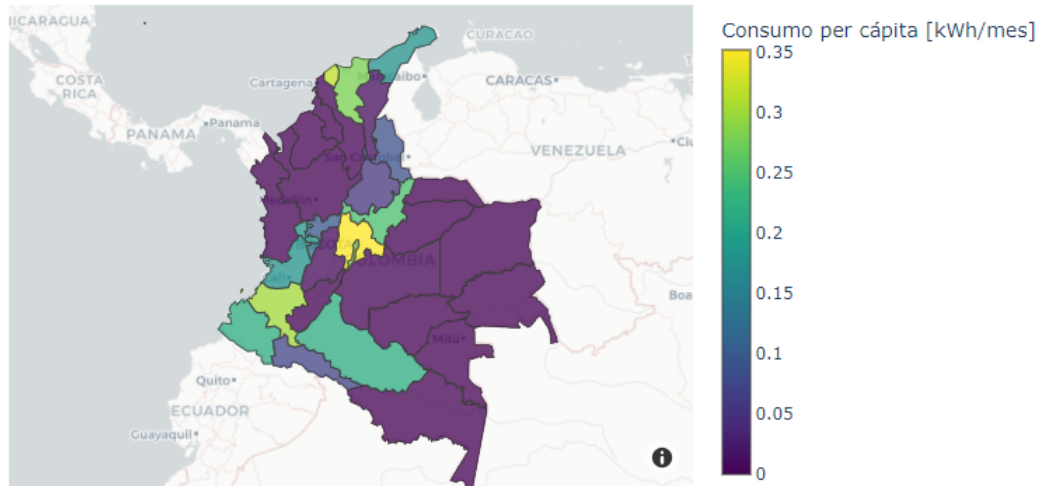


Figura 4: Consumo per cápita por departamento del país.

Con esta figura parece que el consumo per cápita no guarda una relación clara entre el aporte económico de cada departamento y el consumo de energía per cápita. Tampoco parece haber una correlación clara entre la zona climática que predomina en el municipio y el consumo por cabeza, pues se presentan niveles relativamente altos de consumo per cápita tanto en zonas frías como en zonas de clima cálido. Para confirmar esto, se realizó un cálculo del consumo per cápita por clima. Es necesario aclarar que este cálculo solo se realizó sobre los municipios con disponibilidad de datos de consumo.

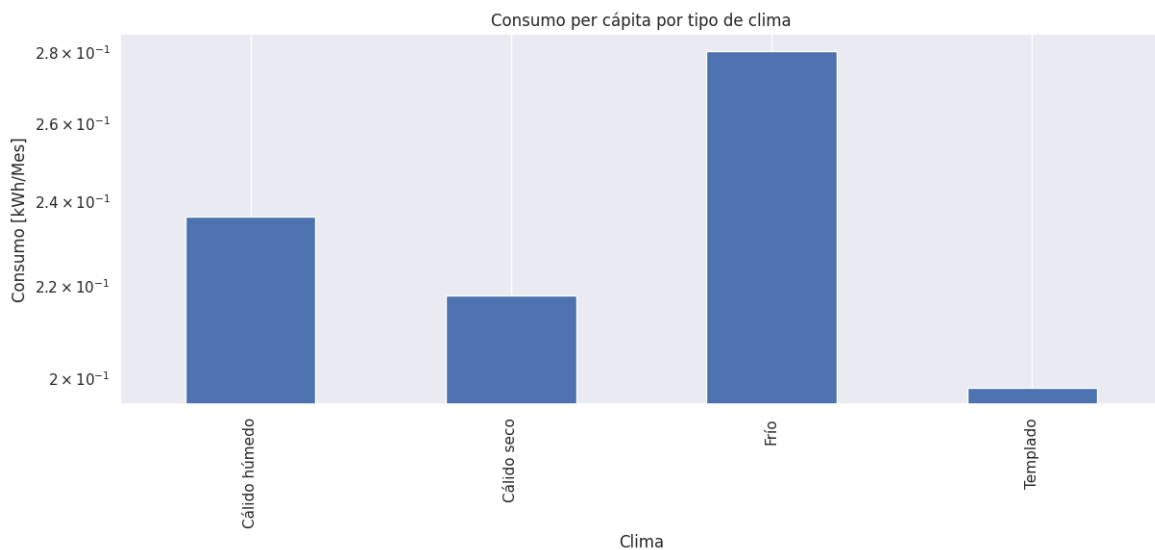


Figura 5: Consumo per cápita por tipo de clima.

Se observa que el consumo per cápita es levemente más alto para clima frío. Sin embargo, no tiene una diferencia significativamente alta con los otros tipos de clima, por lo que no se podría establecer una





correlación fuerte entre el tipo de clima y el consumo de energía per cápita. Sin embargo, este resultado puede ser debido a la ausencia de datos en muchas zonas del país.

También, se hizo el cálculo per cápita según el nivel de importancia económica. El resultado se muestra a continuación:

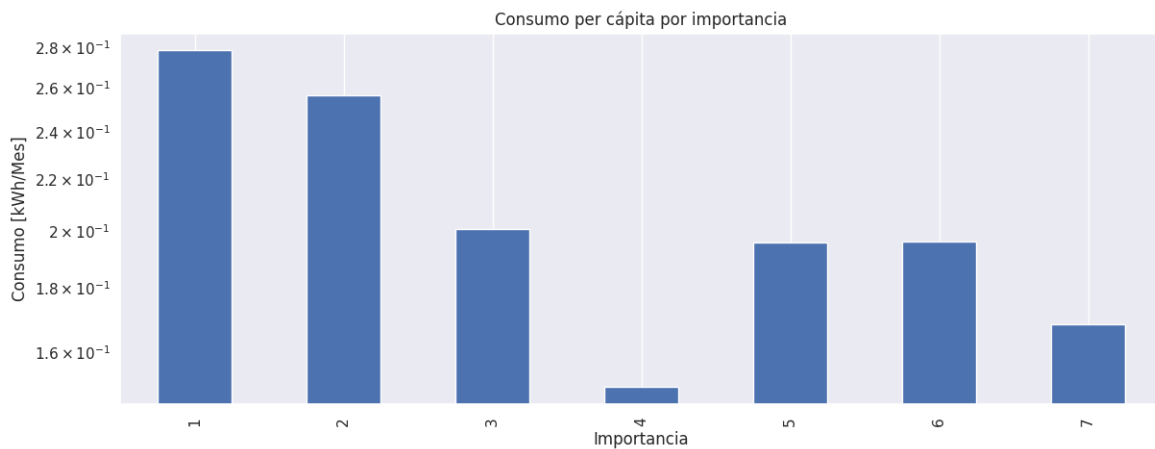


Figura 6: Consumo de energía per cápita según el nivel de importancia económica municipal.

Se observa que entre más importante económicamente es un municipio (nivel 1), más consumo de energía per cápita hay. Sin embargo, se observa que el nivel 4 de importancia tiene un valor significativamente más bajo a los demás. Esto puede ser indicativo de que posiblemente son municipios cuya economía depende en gran medida de trabajos con una baja demanda de energía.

#### 4.3. Variabilidad de datos

Se realizaron gráficas para observar la variabilidad de los datos disponibles. La primera figura muestra la variabilidad de datos según el nivel de importancia:

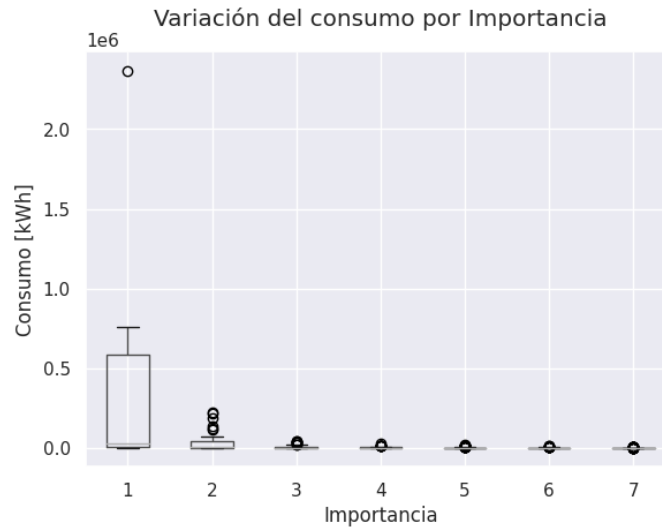


Figura 7: Variabilidad del consumo por importancia.

Como es de esperar, los municipios con mayor importancia económica asignada muestran la mayor variabilidad en el consumo y los valores más elevados de consumo. Dichos parámetros disminuyen rápidamente en la medida que la importancia disminuye.

Posteriormente, se graficó la variabilidad del consumo de energía por departamento:

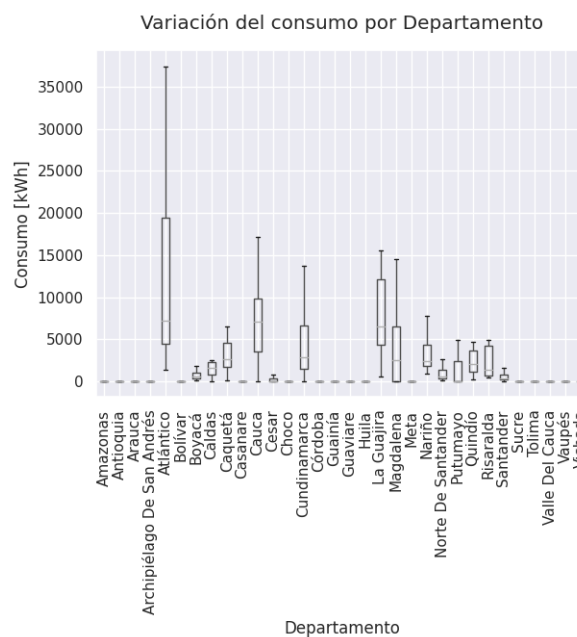


Figura 8: Variabilidad de consumo por departamento.



Para visualizar la variabilidad del consumo en cada departamento se removió a Bogotá del conjunto de datos, pues aumentaba la escala de consumo muy por encima del consumo para los otros departamentos. Puede observarse que los departamentos con más reportes son aquellos que muestran más variación en los datos entregados.

También, se graficó la variabilidad del consumo de energía según el tipo de clima:

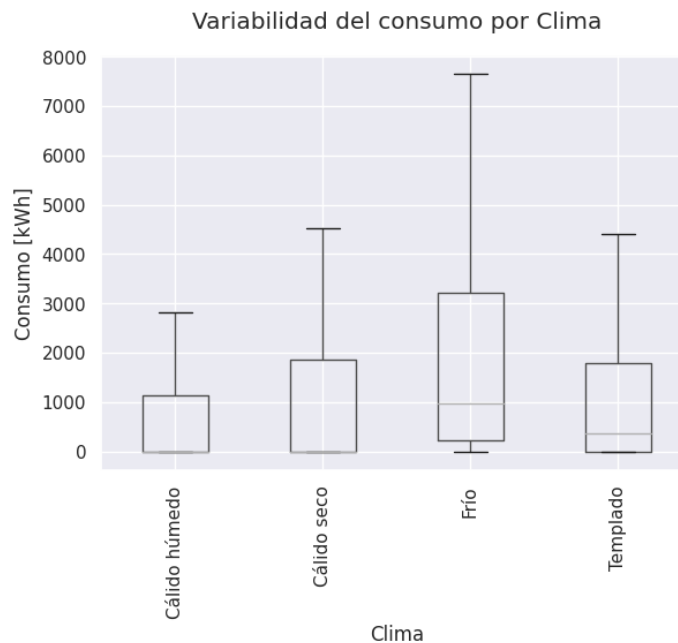


Figura 9: Variabilidad del consumo por clima.

Puede observarse que aunque en Colombia el uso de calentadores es poco común, el consumo en zonas frías es considerablemente mayor y más variable que en zonas cálidas.

Este es un resultado anti-intuitivo, proveniente de la falta de información de consumo en esta base de datos.

Después, se procedió a graficar la variabilidad del consumo según la altura de la cabecera municipal de cada municipio. El gráfico se muestra a continuación:

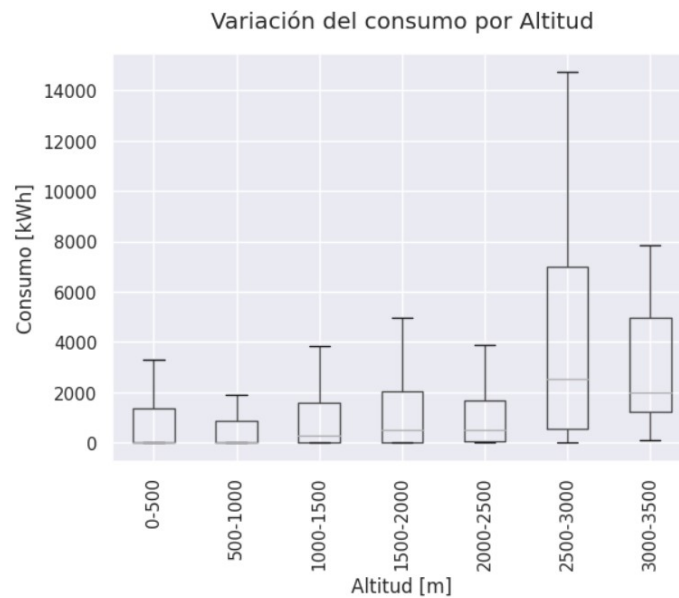


Figura 10: Variabilidad del consumo según la altura.

Se observa que a mayor altura se presentan mayores valores de consumo. Esto concuerda con la figura 9 donde se observa que en los climas fríos se presentan mayores niveles de consumo.

## 5. Conclusiones

Se observa que aún con la ausencia de datos reportados es posible obtener información relevante sobre el consumo en el país, que se concentra en las principales ciudades capitales. Sin embargo, esta información presenta un sesgo inherente a la falta de información que se evidencia en el diagrama 2.

Por otro lado, el análisis de la información, mediante técnicas de visualización apropiadas, permite encontrar cuáles son los departamentos que deben ser revisados con mayor detenimiento dado que la información no presenta la correlación esperada, por ejemplo Población (2) y consumo 3.

Se observó una relación entre la cantidad de municipios con importancia por encima de 4 y el consumo reportado. Por ejemplo el departamento de Chocó, que tiene todos sus municipios por encima de importancia 5 y ninguno de estos tiene datos de consumo.

También se encontró que los municipios con importancia 4 en todo el país tienen su economía basada en fuentes de energía no eléctrica pues aunque reportan datos de consumo, el valor es pequeño en comparación con los demás municipios agregados por nivel importancia económica.