

Proceso de análisis de desviaciones significativas para el usuario

La resolución CREG 105 007 del 30 de enero de 2024 establece un conjunto de directrices para garantizar el cumplimiento de los estándares regulatorios en Colombia. A continuación, se expone el proceso que ENERTOTAL S.A. E.S.P. lleva a cabo para cumplir con dicha resolución:

Evaluación Inicial:

Análisis de la Resolución: Se realiza un estudio detallado de la resolución CREG 105 007 para comprender todos los requisitos y obligaciones.

Ajustes y Actualizaciones:

Se realizan los ajustes necesarios en los procedimientos y políticas de la empresa para lograr el cumplimiento de la normal y garantizar su eficiencia.

Este proceso asegura que ENERTOTAL S.A. E.S.P. no solo cumpla con la resolución CREG 105 007, sino que también fortalezca su operación y servicios, garantizando un suministro de energía confiable y regulado conforme con los estándares nacionales.

1. DEFINICIONES:

Proceso cuantitativo: Es un método de análisis que se basa en la recolección y tratamiento de datos numéricos para describir, evaluar o tomar decisiones sobre un fenómeno o situación específica.

Proceso cualitativo: Es un método de investigación y análisis que se centra en comprender las características, cualidades y significados de una situación de datos no numéricos.

Usuarios No Telemedidos: Son aquellos usuarios cuyos consumos no son medidos de manera remota y automática mediante sistemas de telemetría, los consumos de estos usuarios se miden mediante métodos tradicionales, tales como la diferencia de lectura tomada en sitio en cada periodo de facturación.

Usuarios Telemedidos: Son aquellos usuarios cuyos consumos se miden de manera remota y automática mediante sistemas de telemetría, estos sistemas utilizan contadores que registran y transmiten datos de consumo en intervalos de tiempo.

Cuartil: Un cuartil es una medida estadística que divide un conjunto de datos ordenados en cuatro partes iguales, cada una representando un cuarto (25%) de la muestra.

Intervalo: Es un rango continuo de valores comprendidos entre dos límites específicos.

Prueba de Dickey-Fuller: Es una prueba estadística para determinar si una serie temporal es estacionaria validando si la media y la varianza son constantes a lo largo del tiempo.

Serie Temporal estacionaria: El comportamiento de la variable evaluada a lo largo del tiempo es constante, con media 0 y varianza 1.

Desviaciones significativas: Se entenderá por desviaciones, en el período de facturación correspondiente, la variación en los consumos que estén por encima o por debajo de los límites establecidos conforme con lo señalado en el presente documento y en la Resolución CREG 105 007 de 2024, y las normas que modifiquen, deroguen o la sustituyan.

Consumo estacional: Conforme con la Resolución CREG 105 007 de 2024, corresponde a aquellos consumos que presentan patrones de consumo diferentes en determinados periodos de un mismo año.

2. Marco General

La resolución CREG 105 007 del 30 de enero de 2024 determinó un proceso de cálculo de desviaciones significativas en el consumo de energía e indicó que la empresa de servicios públicos debería establecer un procedimiento de analítica de datos, que tiene como objetivo identificar posibles variaciones en los patrones de consumo de los usuarios que correspondan a un comportamiento normal para el tipo de usuario o un comportamiento que requiera análisis en campo por posible anomalía. La resolución citada estableció que las empresas de servicios públicos deben realizar una identificación previa de los usuarios estacionales teniendo en cuenta el comportamiento histórico del consumo de energía activa. Se entiende como usuarios estacionales a aquellos que repiten un patrón en su comportamiento (incremento o decrecimiento en sus consumos) en ciertos periodos de tiempo (semanales, mensuales, trimestrales, entre otros.) Para lo anterior, ENERTOTAL SA ESP aplicó pruebas y análisis estadísticos que permitieron identificar dichos patrones temporales, como la prueba de Dickey Fuller aumentada y el análisis de presencia de componentes estacionales, en cada serie de consumo por usuario.

Los usuarios, que así lo consideren, pueden indicar su condición de estacionalidad a la empresa diligenciando el formato establecido para tal fin, que se encuentra publicada en la página web de la compañía.

3. Implementación de Política de Analítica de Datos

Aquellos usuarios que presenten desviaciones significativas no atribuibles a estacionalidad se someten a un proceso de análisis más detallado conocido como Analítica de Datos. Este proceso consiste en la extracción y análisis de información cuantitativa y cualitativa relevante de los datos de cada usuario, con el fin de identificar de forma clara y precisa si el usuario requiere de una visita técnica o si existe otro factor que se relacione con su variación.

3.1. ANALITICA USUARIOS TELEMEDIDOS.

En este caso se utiliza la información histórica de las lecturas diarias del medidor respecto al consumo de energía activa de la siguiente manera:

3.1.1. PROCESO CUANTITATIVO – ANALISIS POR CUARTILES.

El periodo de evaluación se comprende entre dos días atrás del día actual en que se va a ejecutar el proceso y 210 días atrás a ese día, con la finalidad de establecer un periodo histórico de comparación al separar un periodo de consumo de 30 días atrás y seis meses de 30 días de consumo adicionales.

Se conoce como cuartil a la partición que se realiza al conjunto de datos de forma ordenada y en segmentos iguales. Para el ejercicio de Enertotal el cuartil a utilizar es el cuartil 2 (Q2) que hace referencia a la mediana y divide en dos mitades iguales el conjunto de datos. Se utiliza la mediana ya que esta es un indicador de tendencia central significativo con el cual se puede analizar la variabilidad de la información.

Con los dos conjuntos de datos predefinidos se hace el respectivo cálculo del cuartil 2 (Q2).

Para calcular los cuartiles se debe realizar lo siguiente:

1. Crear una tabla de frecuencia.

- 1.1. Ordenar los datos de menor a mayor. Identificar el máximo y mínimo.
- 1.2. Calcular el rango= Valor máximo-Valor mínimo.
- 1.3. Calcular la cantidad de intervalos= raíz cuadrada del total de datos (\sqrt{n}). Se aproxima por arriba.
- 1.4. Calcular la amplitud=rango/intervalos
- 1.5. Construir los intervalos:
 - 1.5.1. Intervalo 1= [**Límite inferior**=Valor mínimo, **Límite superior**=valor mínimo + amplitud)
 - 1.5.2. Intervalo 2= [**Límite inferior**=Límite superior del intervalo 1, **Límite superior**=Límite superior del intervalo 1 + amplitud)
 - 1.5.3. Intervalo 3= [**Límite inferior**=Límite superior del intervalo 2, **Límite superior**=Límite superior del intervalo 2 + amplitud)

Así hasta alcanzar el valor máximo.

- 1.6. Calcular la marca de clase por intervalo
 $(X_i) = (\text{Límite inferior del intervalo}_i + \text{Límite superior del intervalo}_i) / 2$
Esto se calcula para cada intervalo.
- 1.7. Se calcula la frecuencia absoluta por intervalo.

(f_i)=Se cuentan cuantos datos hay entre el límite inferior y superior de cada intervalo. Esa sería la frecuencia de cada intervalo.

1.8. Se calcula la frecuencia absoluta acumulada.

(F_i)= Es la sumatoria acumulada entre el f_i para dicho intervalo y su anterior.

Lo anterior se muestra en el Anexo 1 de una manera gráfica con la cual se construirá la tabla de frecuencias.

CONSUMO (x)	Marca de clase (xi)	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia absoluta acumulada (Fi)
[10-19)	14.5	5	5
[19-28)	23.5	11	16
[28-37)	32.5	8	24
[37-46)	41.5	5	29
[46-55)	50.5	8	37
[55-64)	59.5	6	43
[64-73)	68.5	7	50
TOTAL		50	

Con lo anterior, se procede a calcular el cuartil 2 Q2, que es el que nos interesa.

Cálculo de cuartiles.

$$Q_a = L_i + \frac{\frac{aN}{4} - F_{i-1}}{f_i} A_i$$

En la fórmula anterior, L_i es el límite inferior de la clase donde se encuentra el cuartil, N es la suma de frecuencias absolutas, F_{i-1} es la frecuencia acumulada de la clase anterior y A_i es la amplitud de la clase, es decir, el número de valores que contiene el intervalo.

Con la información obtenida anteriormente se realiza el cálculo de la variación entre el cuartil del periodo a evaluar y su histórico por usuario. En el ejemplo anterior el cuartil 2 se encuentra en el cuarto intervalo donde está el 50% de la información.

2. Variación entre cuartiles.

Con el cálculo del cuartil dos(Q2) para el periodo de tiempo en evaluación y el periodo de tiempo histórico realizamos el cálculo de variación para el mes en análisis el cual va relacionado de la siguiente forma:

- 2.1. Se calcula el cuartil 2 (Q2) para el periodo de evaluación.
- 2.2. Se calcula el cuartil 2 (Q2) para el periodo histórico.
- 2.3. Se realiza la resta entre cuartil 2 el periodo de evaluación y el cuartil 2 del periodo histórico.
- 2.4. Se divide el valor anterior entre el cuartil 2 del periodo histórico
- 2.5. El valor anterior se multiplica por 100%

Lo anterior nos indicara cuanta variación en porcentaje existe entre el mes que se quiere evaluar y sus consumos históricos.

3. Cálculo de cuartiles por categoría.

Nuevamente se procede a calcular el cuartil 2 (Q2) pero ahora agrupando los consumos de los usuarios por una misma categoría. Los periodos de tiempo a evaluar serán; el mes actual y el mes anterior. Es decir que se extrae información de 60 días atrás dividida de la siguiente manera:

- 3.1. **Periodo de evaluación:** Comprendido entre el último día de registro de los datos y 29 días atrás.
 - 3.2. **Periodo de referencia:** Comprendido entre los primeros 30 días de la información seleccionada.
4. **Variación entre cuartiles:** Se realiza la división entre el cuartil dos del periodo de evaluación y el periodo de referencia.
Con lo anterior tenemos la variación porcentual mensual de la categoría. Por otra parte, se hace la aclaración de que el ultimo día será dos días atrás del día en que se vaya a realizar el análisis. Finalmente se realiza una comparación entre el porcentaje de variación del punto anterior y la variación que tuvo esa categoría, es decir que, si la variación entre cuartiles de un mismo usuario en diferente periodo de tiempo es igual a la variación presentada dentro de su categoría, su desviación se debe a cambios relacionados con comportamientos a la actividad del usuario y se descarta como desviación significativa.

5. Listado usuarios depurados por método de cuartiles.

Finalmente, con los resultados obtenidos y filtrados anteriormente, se obtiene el nuevo listado de usuarios a continuar con la revisión de analítica de datos por medio de procesos cualitativos.

3.1.2. PROCESO CUALITATIVO-ANÁLISIS POR CATEGORÍA Y VARIACIÓN TIPO DE MES.

Con el listado anterior se tienen en cuenta periodos de aumento y disminución en algunas clases de usuario como se determina en los siguientes ítems:

1. RELACIÓN MES – PERIODO DE INCREMENTO EN CONSUMO:

CATEGORÍA/CLASE DE SERVICIO	MES
Residencial	Julio, agosto, diciembre y enero
Centro Comercial	Noviembre, diciembre
Zona Común	Noviembre, diciembre, enero, Julio, agosto

Con la anterior relación ENERTOTAL S.A. E.S.P define que los usuarios que salgan a desviación significativa por incremento y no sean descartados por métodos estadísticos como se planteó en el proceso cuantitativo, deben ser evaluados según el mes en donde se identificó el incremento y si este coincide con alguna de las tres categorías o clase de servicio. En caso de encontrar relación entre el mes y la categoría o clase de servicio descrita anteriormente se descartará como desviación significativa al ser relacionada como un evento de vacaciones, fiestas o eventos fijos.

2. RELACIÓN MES – PERIODO DE DISMINUCION EN CONSUMO

CATEGORÍA/CLASE DE SERVICIO	MES
Educación	Julio, agosto, diciembre y enero
Industrial	Diciembre y Enero

Al igual que en el anterior caso, ENERTOTAL S.A. E.S.P define que los usuarios que salgan a desviación significativa por disminución y no sean descartados por métodos estadísticos como se planteó en el proceso cuantitativo, deben ser evaluados según el mes en donde se identificó la disminución y si este coincide con alguna de las dos categorías o clase de servicio. En caso de encontrar relación entre el mes y la categoría o clase de servicio descrita anteriormente se descartará como desviación significativa al ser relacionada como un evento de vacaciones, fiestas o eventos fijos.

3.1.3. REVISIÓN TÉCNICA Y DE SOPORTES.

Se define como revisión técnica al análisis realizado en el CGM de ENERTOTAL S.A. E.S.P el cual, tienen en cuenta los siguientes pasos:

1. Se revisarán las últimas visitas técnicas realizadas con antelación o novedades en el estado de corte del usuario con la finalidad de descartar lo siguiente:
 - 1.1. Disminución por suspensión.
 - 1.2. Incremento por reconexión.
 - 1.3. Disminución por predio desocupado.
 - 1.4. Disminución por adecuación.
 - 1.5. Incremento por ocupación.
 - 1.6. Incremento por aumento de carga.
 - 1.7. Cambios en el sistema de medida por daños en los elementos retirados.
 - 1.8. Cambio de usuario con nuevos hábitos de consumo.

En caso de que alguno de los usuarios que aún continúan con desviación significativa pueda ser descartado por revisión técnica o de soportes, le será registrada una observación la cual almacena y relaciona las pruebas encontradas que darán soporte a la no revisión técnica.

3.1.4. USUARIOS PARA REPORTAR CON DESVIACIÓN SIGNIFICATIVA.

Después de haber ejecutado los tres anteriores pasos serán reportados los usuarios a los cuales no hubiese sido posible relacionar alguna causal para la desviación encontrada en el mes de evaluación.

3.2. USUARIOS NO TELEMEDIDOS

En el caso de los usuarios No Telemedidos se hará un análisis con los consumos mensuales calculados por diferencia de lectura y un análisis cualitativo con la información almacenada para cada usuario.

3.2.1. ANALISIS CUANTITATIVO

En el caso de los usuarios no telemedidos se tienen solo datos totales mensuales. Por lo anterior, se decide utilizar regresión lineal no paramétrica la cual, permite estimar con poca información el consumo para un mes en específico. Se hace la claridad que los métodos no paramétricos son aptos para este tipo de casos donde no se tiene un volumen considerable de información y no es posible validar supuestos de normalidad.

Para estimar el valor del consumo del mes a evaluar se requiere de lo siguiente:

1. Ordenar la información de 12 meses atrás de consumos del usuario.
2. Se define la variable y como el consumo en el mes x .
3. Para calcular b se requiere calcular por cada pareja de datos:
 - 3.1. Multiplicación entre X_i y Y_i .
 - 3.2. Calcular el promedio entre todos los X .

- 3.3. Calcular el promedio entre todos los Y.
- 3.4. $n =$ cantidad de meses para tener en cuenta = 12.
- 3.5. $X_i^2 =$ elevar al cuadrado cada valor de X.
- 3.6. Multiplicar $n=12$ por el promedio de X^2 .
- 3.7. Multiplicar $n=12$ por el promedio de Y y X.
- 3.8. Con los valores anteriores se debe hacer la resta entre cada valor del punto 3.1. y 3.7.
- 3.9. También se debe realizar la resta entre el punto 3.5 y 3.6.
- 3.10. Para calcular $b =$ Se realiza la sumatoria de los valores del punto 3.8 y se divide entre la sumatoria de los valores del punto 3.9.
- 3.11. Para calcular a Se realiza la resta entre el punto 3.3 y la multiplicación de punto anterior con el punto 3.2

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \bar{X}^2}, \text{ y } a = \bar{Y} - b \bar{X}$$

- 3.12. Con estos dos valores se arma la ecuación de regresión con la cual se estimará el consumo del mes a evaluar.

$$y = \alpha + \beta * X$$

$$\text{Donde } \alpha = a \text{ y } \beta = b$$

Se reemplazan los valores y se calcula y para el mes a evaluar, dicho valor se comparará con la lectura tomada.

- 3.13. Se realiza un comparativo entre el valor estimado y el valor de la lectura del mes a evaluar, si la diferencia excede el 100% o está por debajo del -100% se considera que debe continuar como desviación significativa, si no, se descarta como desviación significativa.

$$\frac{\text{Consumo estimado}}{\text{Lectura actual}} * 100$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Si, } \frac{\text{Consumo estimado}}{\text{Lectura actual}} * 100 > 100, \quad \text{Continua como desviación significativa} \\ \text{Si, } \frac{\text{Consumo estimado}}{\text{Lectura actual}} * 100 < -100, \quad \text{Continua como desviación significativa} \\ \text{Si, } \frac{\text{Consumo estimado}}{\text{Lectura actual}} * 100 - 100 < \text{diferencia} < 100, \text{ Se descarta como desviación significativa} \end{array} \right.$$

- 3.13.1. Nuevamente se procede a calcular el cuartil 2 (Q2) pero ahora agrupando los consumos de los usuarios por una misma categoría. Los periodos de tiempo a evaluar serán los consumos del mes anterior de todos los usuarios de esa categoría.

Comparar la variación de la categoría con la variación del usuario, si dicha variación es igual se descarta como desviación significativa.

3.2.2. PROCESO CUALITATIVO-ANÁLISIS POR CATEGORÍA Y VARIACIÓN TIPO DE MES.

Con el listado anterior se tienen en cuenta periodos de aumento y disminución en algunas clases de usuario como se determina en los siguientes ítems:

1. RELACIÓN MES – PERIODO DE INCREMENTO EN CONSUMO:

CATEGORÍA/CLASE DE SERVICIO	DE MES
Residencial	Julio, agosto, diciembre y enero
Centro Comercial	Noviembre, diciembre
Zona Común	Noviembre, diciembre, enero, Julio, agosto

Con la anterior relación ENERTOTAL S.A. E.S.P define que los usuarios que salgan a desviación significativa por incremento y no sean descartados por métodos estadísticos como se planteó en el proceso cuantitativo, deben ser evaluados según el mes en donde se identificó el incremento y si este coincide con alguna de las tres categorías o clase de servicio. En caso de encontrar relación entre el mes y la categoría o clase de servicio descrita anteriormente se descartará como desviación significativa al ser relacionada como un evento de vacaciones, fiestas o eventos fijos.

2. RELACIÓN MES – PERIODO DE DISMINUCION EN CONSUMO

CATEGORÍA/CLASE DE SERVICIO	DE MES
Educación	Julio, agosto, diciembre y enero
Industrial	Diciembre y Enero

Al igual que en el anterior caso, ENERTOTAL S.A. E.S.P define que los usuarios que salgan a desviación significativa por disminución y no sean descartados por métodos estadísticos como se planteó en el proceso cuantitativo, deben ser evaluados según el mes en donde se identificó la disminución y si este coincide con alguna de las dos categorías o clase de servicio. En caso de encontrar relación entre el mes y la categoría o clase de servicio descrita anteriormente se descartará como desviación significativa al ser relacionada como un evento de vacaciones, fiestas o eventos fijos.

3.2.3. REVISIÓN TÉCNICA Y DE SOPORTES.

Se define como revisión técnica al análisis realizado en el área de liquidación de asociados de ENERTOTAL S.A. E.S.P el cual, tienen en cuenta los siguientes pasos:

1. Los usuarios que finalmente deban ser evaluados con desviación significativa por disminución después de realizar el análisis cualitativo y cuantitativo se les revisarán las ultimas actas o novedades del usuario con la finalidad de descartar lo siguiente:
 - 1.1. Disminución por suspensión.
 - 1.2. Incremento por reconexión.
 - 1.3. Disminución por predio desocupado.
 - 1.4. Disminución por adecuación.
 - 1.5. Incremento por ocupación.
 - 1.6. Incremento por aumento de carga.
 - 1.7. Cambios en el sistema de medida por daños en los elementos retirados.
 - 1.8. Cambio de usuario con nuevos hábitos de consumo.

En caso de que alguno de los usuarios que aún continúan con desviación significativa pueda ser descartado por revisión técnica o de soportes, le será colocada una observación la cual almacena y relaciona las pruebas encontradas que darán soporte a la no revisión técnica.

3.2.4. USUARIOS PARA REPORTAR CON DESVIACIÓN SIGNIFICATIVA.

Después de haber ejecutado los tres anteriores pasos serán reportados los usuarios a los cuales no haya sido posible relacionar alguna causal para la desviación encontrada en el mes de evaluación.

Anexo 1:

El siguiente anexo se realiza con información de un usuario con lectura remota.

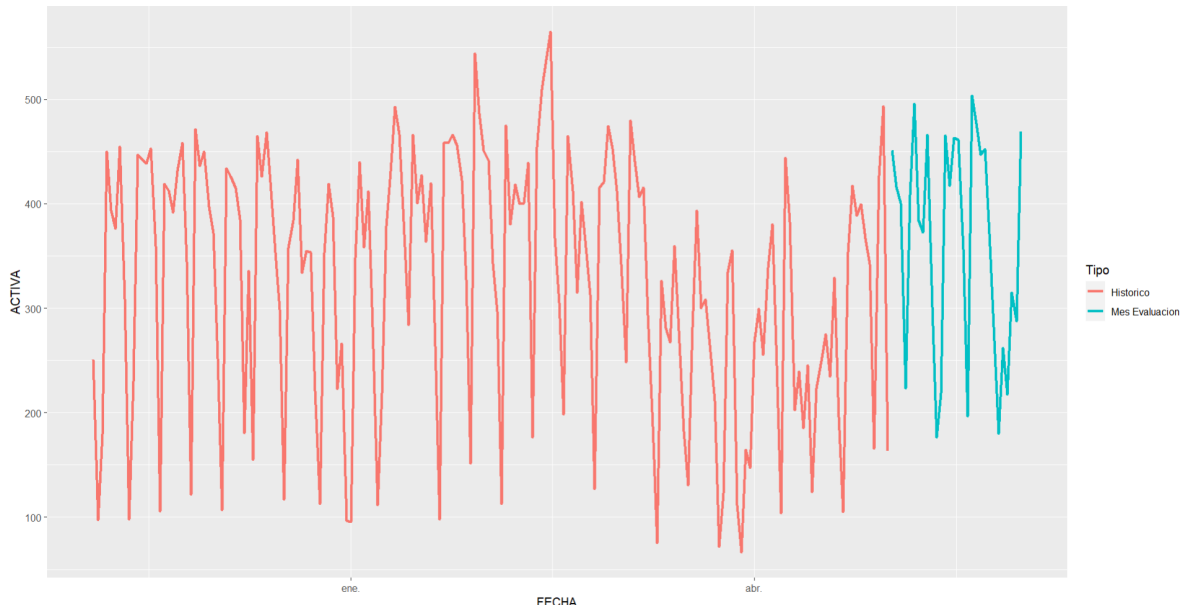
a. CONJUNTO DE DATOS:

El ejemplo está diseñado para asumir que fue ejecutado el análisis el 2 de junio 2023, ya que, como se explicó anteriormente se toma dos días atrás del día en que fue ejecutado el análisis. Con lo anterior, se toma 210 días atrás contando el 31/5/2024, lo cual da un periodo del **4/11/23** al **31/5/2024**.

Se utiliza como herramienta un diagrama de cajas y un gráfico de línea donde se puede observar:

1. Gráfico de línea: En este se observa el comportamiento del usuario a lo largo del tiempo. La línea color salmón hace referencia al comportamiento de los

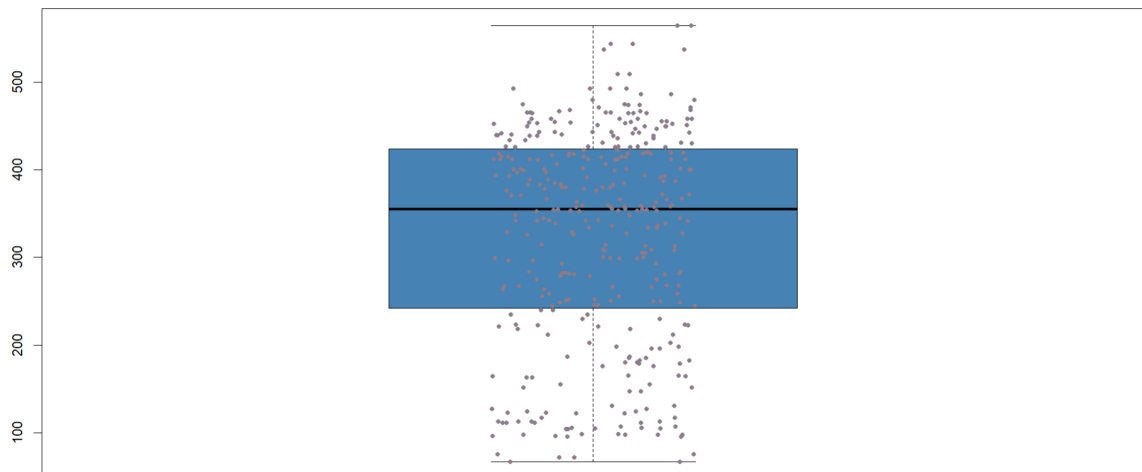
consumos históricos, mientras que la línea azul hace referencia a los consumos del periodo en evaluación.



2. Diagrama de cajas: Esta herramienta nos permite observar la distribución de la información, reconocer gráficamente datos atípicos dentro del conjunto de datos, ver valores máximos y mínimos, además de identificar en que rango se concentra la mayor parte de la información.

En el primer diagrama de cajas se observa que los consumos totales diarios del usuario oscilan entre los 950 y 550 kW/día, la parte azul del gráfico indica que el 25% y 75% del total de la información son consumos entre los 230 y 420 kW/día.

Distribución datos historicos del cliente



El segundo diagrama de cajas representa la distribución actual de los consumos del usuario donde se observa un aumento en los consumos del cliente ya que el 25% y 75% de la información diaria almacenada se encuentra entre los 260 y 460 kW/día.

Distribución datos mes a evaluar

