

# Predicción de Caudales Extremos en Chile

February 5, 2020

## 1 Importación y análisis

```
[67]: import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from scipy import stats
import matplotlib.dates as mdates
from sklearn.preprocessing import RobustScaler
import xgboost as xgb
from xgboost import XGBClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import roc_curve, roc_auc_score, classification_report, \
    accuracy_score, confusion_matrix
```

```
[2]: datos = pd.read_csv('caudal_extra.csv', parse_dates=['fecha'])
```

```
[ ]: datos.head(5)
```

```
[ ]: datos.shape
```

```
[ ]: print(datos.info)
```

```
[ ]: datos.describe()
```

```
[ ]: #identifico columnas con valores nulos
datos.isnull().sum(axis = 0)
```

```
[ ]: datos_na = datos[datos.isna().any(axis=1)]
```

```
[ ]: datos_na.sort_values(by=['fecha'])
```

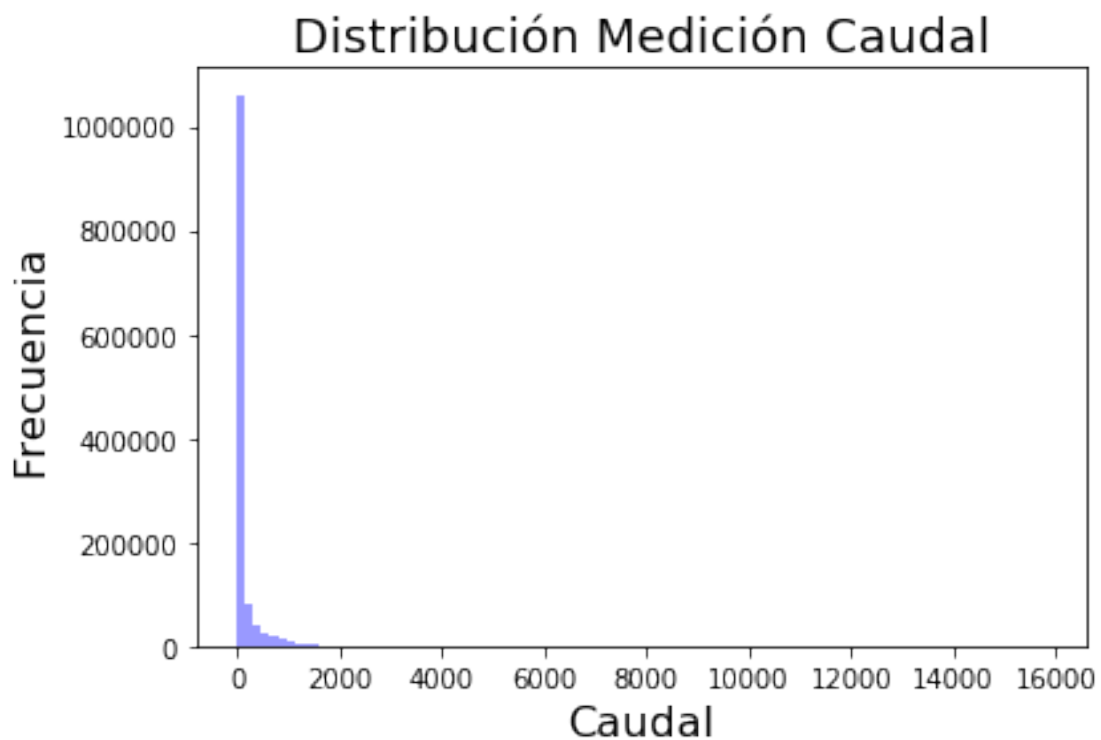
Elimino las filas con na, ya que el objetivo es predecir caudal en base a precipitaciones y temperatura, y el dataset tiene 27767 missing values de precipitación y 151563 de temperatura. Luego para graficar las 3 variables tampoco me sirve tener filas con uno o dos valores ya que es inconsistente Finalmente manejo un solo dataset con la misma cantidad de registros para cada una de las 3 variables.

```
[3]: datos.dropna(inplace = True)
```

```
[ ]: ## Transformación datos columna fecha para dejar en formato Año/mes/día, ya que  
      ↳ el dato de la hora no es relevante  
      ## y simplifica el input para la función de plots.  
      #datos['fecha'] = datos['fecha'].dt.strftime('%Y/%m/%d')
```

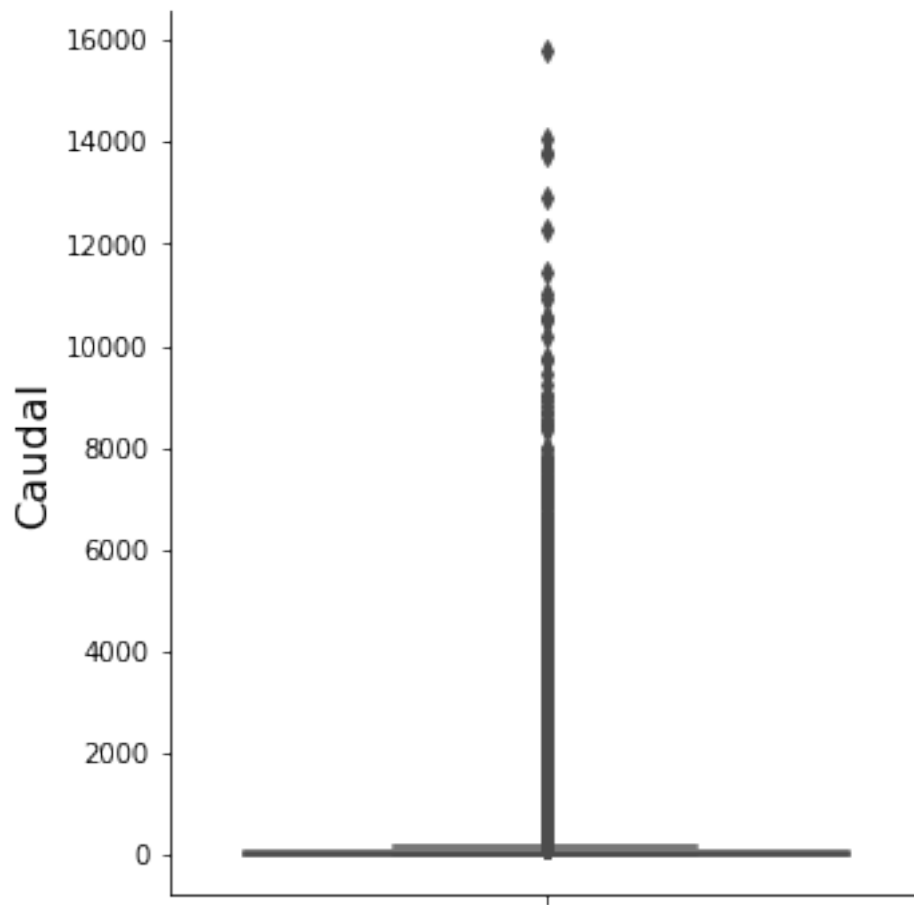
## 2 Plots Distribuciones

```
[4]: sns.distplot(datos['caudal'], kde=False, color='blue', bins=100)  
plt.title('Distribución Medición Caudal', fontsize=18)  
plt.xlabel('Caudal', fontsize=16)  
plt.ylabel('Frecuencia', fontsize=16)  
plt.show()
```



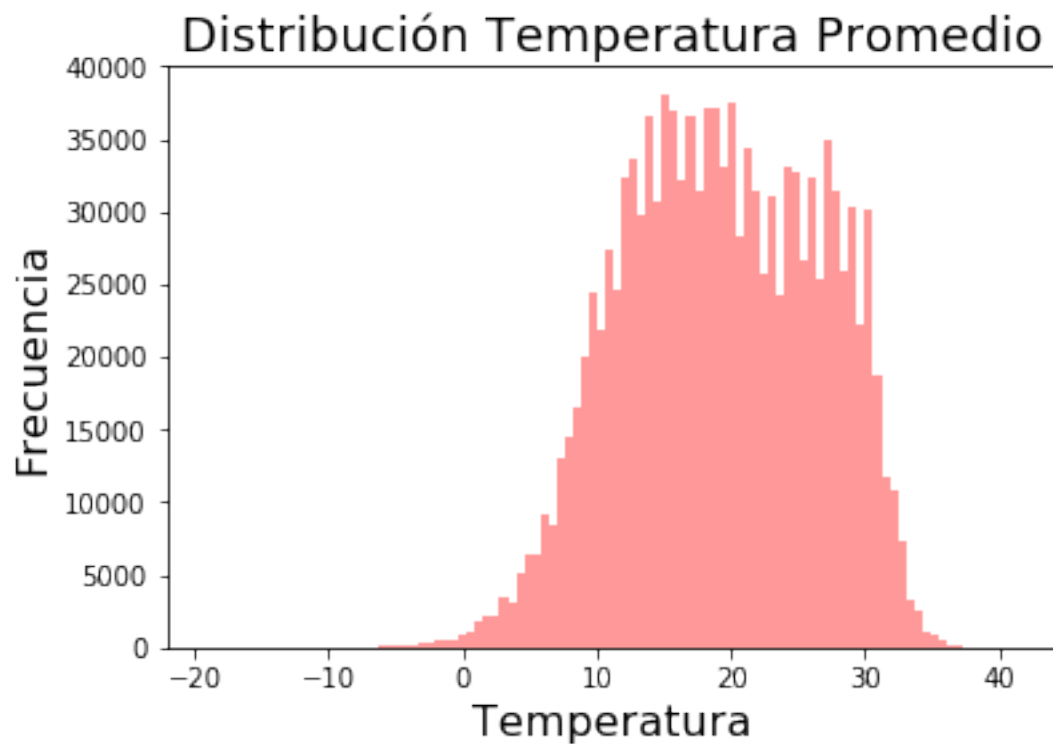
```
[5]: sns.catplot(y="caudal", kind = "box", data=datos, color = 'blue')  
plt.title('Distribución Caudal\n', fontsize=18)  
plt.ylabel('Caudal', fontsize=16)  
plt.show()
```

## Distribución Caudal



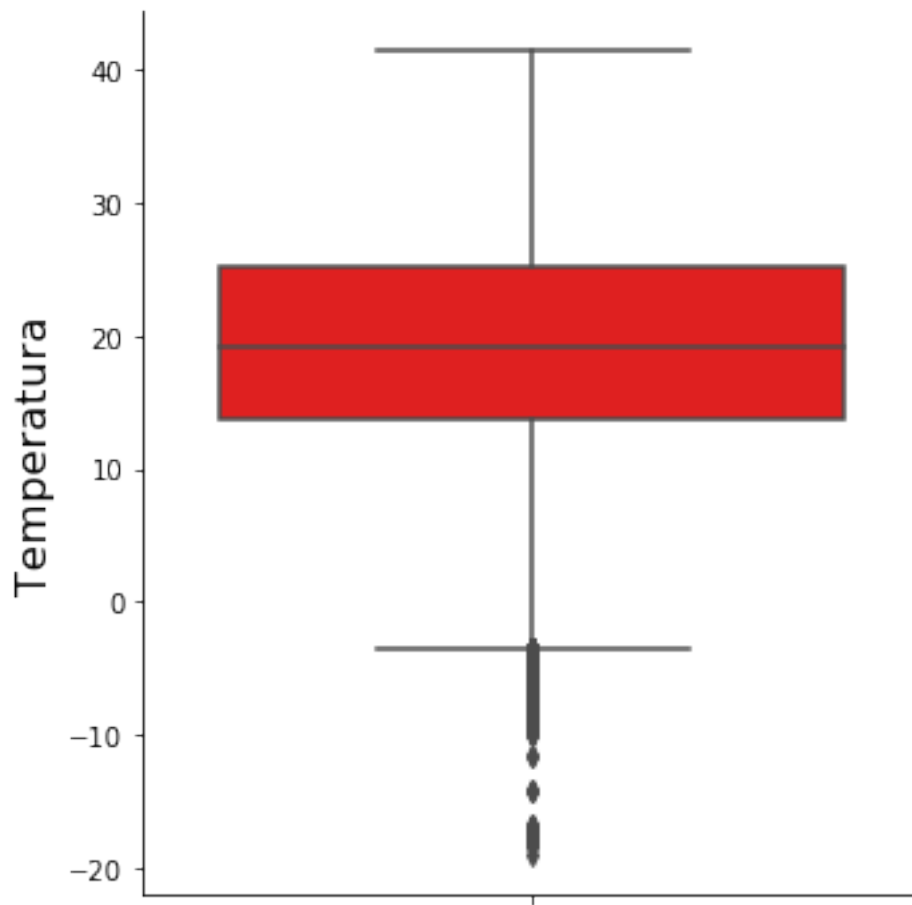
Con respecto a la distribución de Caudal se observa que se encuentra concentrada en valores cercanos al cero, y lo que se escapa de la distribución(asimétrica) deben ser los eventos extremos que claramente se salen de lo que es la norma en la medición de esta variable.

```
[6]: sns.distplot(datos['temp_max_promedio'], kde=False, color='red', bins=100)
plt.title('Distribución Temperatura Promedio', fontsize=18)
plt.xlabel('Temperatura', fontsize=16)
plt.ylabel('Frecuencia', fontsize=16)
plt.show()
```



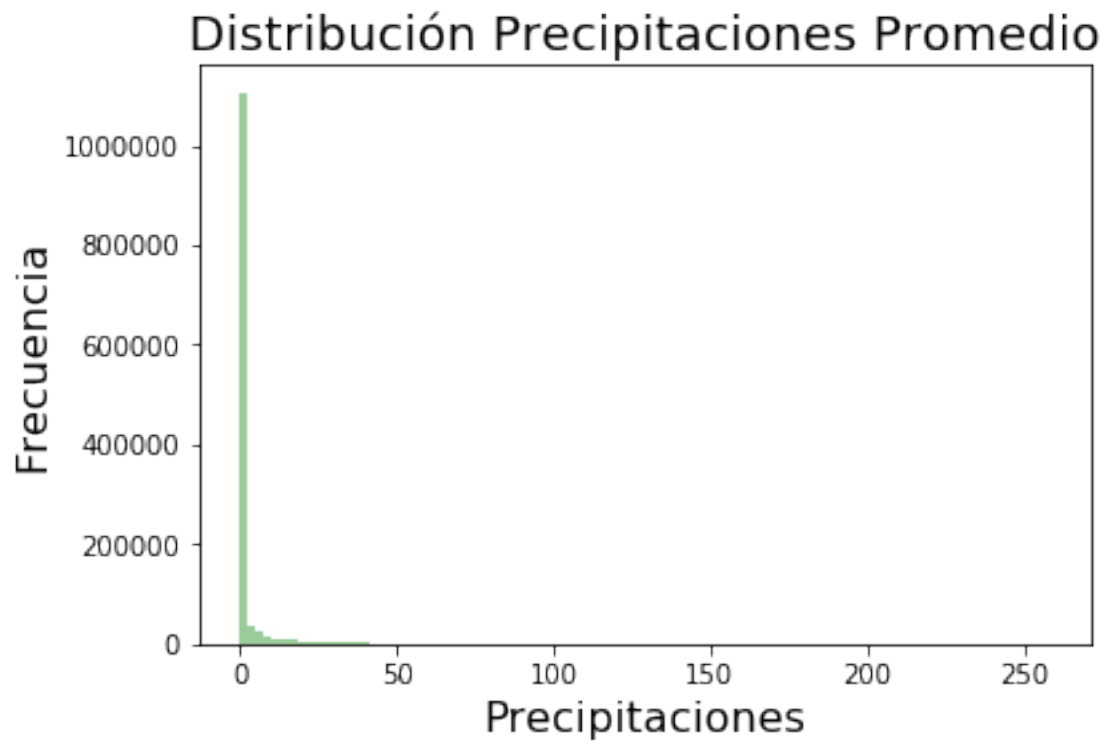
```
[7]: sns.catplot(y="temp_max_promedio", kind = "box", data=datos, color = 'red')  
plt.title('Distribución Temperatura Promedio\n', fontsize=18)  
plt.ylabel('Temperatura', fontsize=16)  
plt.show()
```

## Distribución Temperatura Promedio



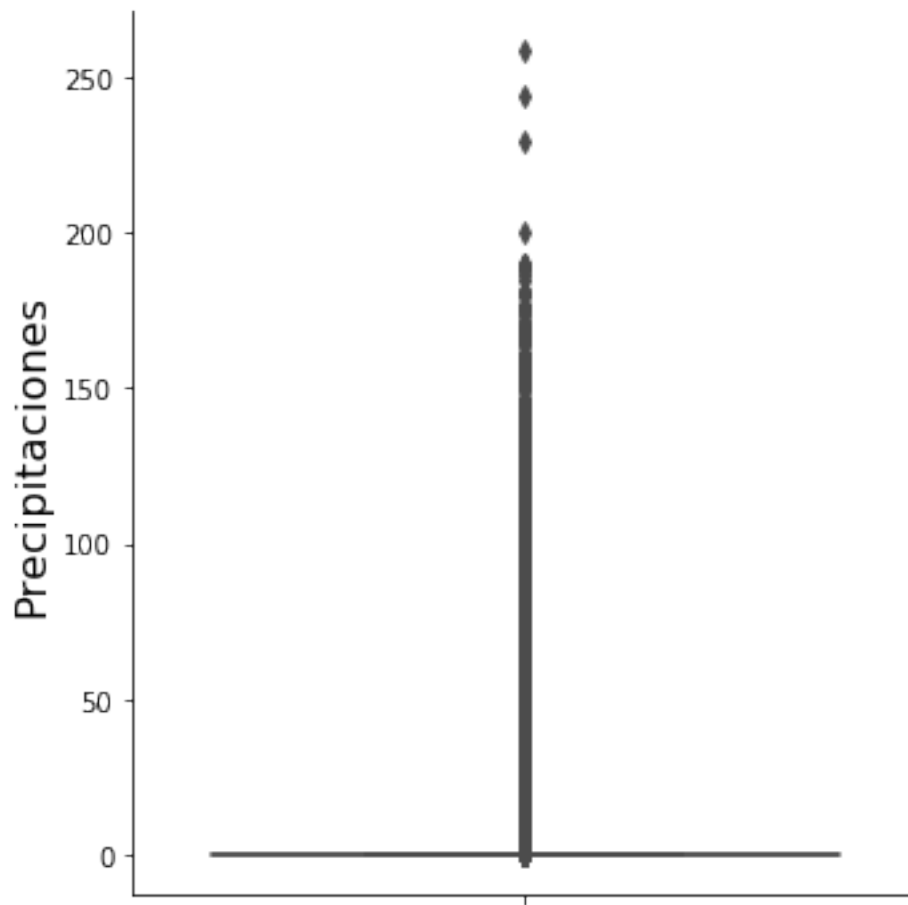
Con respecto a la distribución de Temperaturas promedio, el 50% de los casos se encuentran entre 14 y 25 grados aproximadamente. Las colas nos muestran los valores máximos cercano a 40 grados y mínimos en grados bajo cero, también con muchos valores de outliers inferiores a -5.

```
[8]: sns.distplot(datos['precip_promedio'], kde=False, color='green', bins=100)
plt.title('Distribución Precipitaciones Promedio', fontsize=18)
plt.xlabel('Precipitaciones', fontsize=16)
plt.ylabel('Frecuencia', fontsize=16)
plt.show()
```



```
[9]: sns.catplot(y="precip_promedio", kind = "box", data=datos, color = 'red')  
plt.title('Distribución Precipitaciones Promedio\n', fontsize=18)  
plt.ylabel('Precipitaciones', fontsize=16)  
plt.show()
```

## Distribución Precipitaciones Promedio



En el caso de las precipitaciones vemos algo muy similar a lo que sucede con Caudal, los valores están concentrados cercanos al cero y aquellos que se escapan de la norma representan muy probablemente a los eventos en que ocurren eventos extremos

### 3 3. Plots de precipitación, temperatura y caudal

Función plot de datos para una sola columna(variable):

```
[10]: def time_plot_una_estacion(codigo_estacion, columna, fecha_min,
fecha_max):
    df_plot = datos[(datos['codigo_estacion'] == codigo_estacion) &
↳ (datos['fecha']>=fecha_min)& (datos['fecha']<=fecha_max)]
    sns.lineplot(x = 'fecha', y = columna ,data = df_plot, color='blue')
    plt.title("Código [{}].format(codigo_estacion), fontsize=18)
    plt.xlabel('Fecha', fontsize=16)
```

```
plt.ylabel(columna, fontsize=16)
plt.xticks()
plt.tight_layout()
plt.gca().xaxis.set_major_locator(mdates.MonthLocator())
plt.gca().xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter("%Y-%m"))
plt.setp(plt.gca().get_xticklabels(), rotation=45, ha="right")
```

```
[11]: time_plot_una_estacion(4540001, 'caudal', '1965/08/01', '1965/11/01')
```

/anaconda3/lib/python3.7/site-packages/seaborn/relational.py:792: FutureWarning: Converting timezone-aware DatetimeArray to timezone-naive ndarray with 'datetime64[ns]' dtype. In the future, this will return an ndarray with 'object' dtype where each element is a 'pandas.Timestamp' with the correct 'tz'.

To accept the future behavior, pass 'dtype=object'.

To keep the old behavior, pass 'dtype="datetime64[ns]"'.

```
x, y = np.asarray(x), np.asarray(y)
```

/anaconda3/lib/python3.7/site-packages/pandas/plotting/\_converter.py:129:

FutureWarning: Using an implicitly registered datetime converter for a matplotlib plotting method. The converter was registered by pandas on import. Future versions of pandas will require you to explicitly register matplotlib converters.

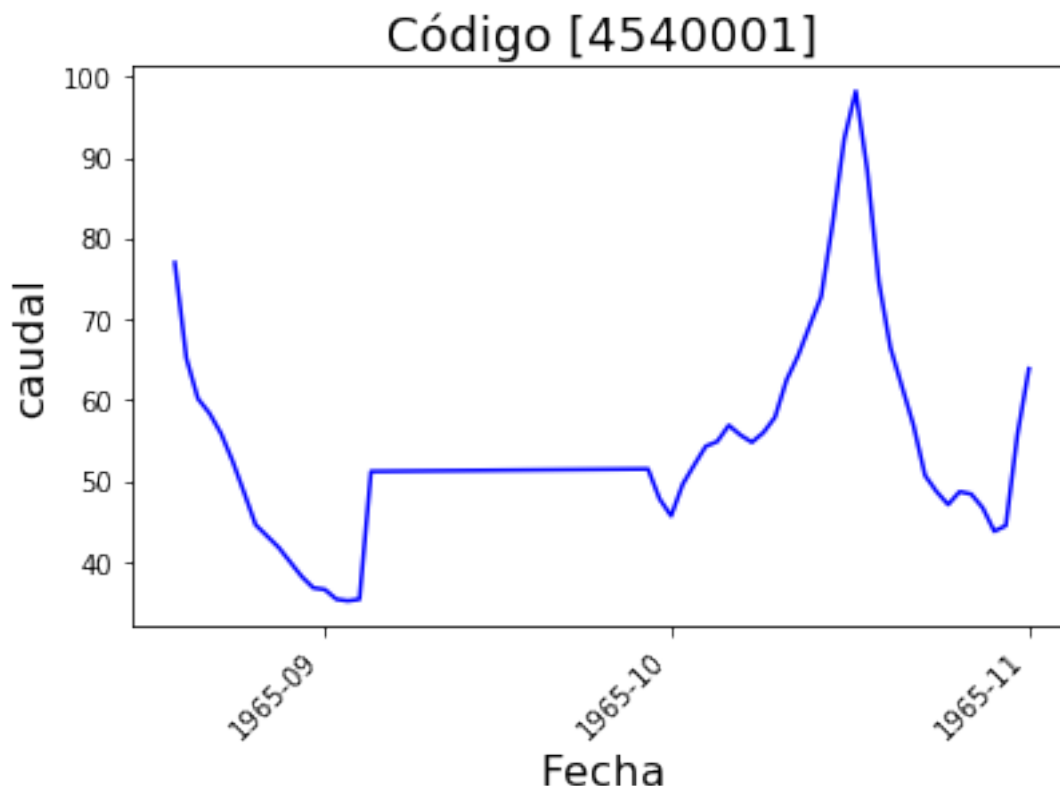
To register the converters:

```
>>> from pandas.plotting import register_matplotlib_converters
```

```
>>> register_matplotlib_converters()
```

```
warnings.warn(msg, FutureWarning)
```





Función plot de datos tres columnas(variables): Utilizo RobustScaler para la normalización ya que considera el efecto de los outliers, los cuales para este caso son relevantes. Por ejemplo el StandarScaler, no garantiza que el escalamiento deje la información bien balanceada en presencia de outliers.

```
[12]: datos[['caudal', 'precip_promedio', 'temp_max_promedio']] = RobustScaler().
      ↪fit_transform(datos[['caudal', 'precip_promedio', 'temp_max_promedio']])
      datos
```

```
[12]:
```

	Unnamed: 0	codigo_estacion	institucion	fuentes
32	32	4540001	DGA	dga_web
33	33	4540001	DGA	dga_web
34	34	4540001	DGA	dga_web
35	35	4540001	DGA	dga_web
36	36	4540001	DGA	dga_web
37	37	4540001	DGA	dga_web
38	38	4540001	DGA	dga_web
39	39	4540001	DGA	dga_web
40	40	4540001	DGA	dga_web
41	41	4540001	DGA	dga_web
42	42	4540001	DGA	dga_web
43	43	4540001	DGA	dga_web

44	44	4540001	DGA	dga_web
45	45	4540001	DGA	dga_web
46	46	4540001	DGA	dga_web
47	47	4540001	DGA	dga_web
48	48	4540001	DGA	dga_web
49	49	4540001	DGA	dga_web
50	50	4540001	DGA	dga_web
51	51	4540001	DGA	dga_web
52	52	4540001	DGA	dga_web
53	53	4540001	DGA	dga_web
54	54	4540001	DGA	dga_web
55	55	4540001	DGA	dga_web
56	56	4540001	DGA	dga_web
57	57	4540001	DGA	dga_web
58	58	4540001	DGA	dga_web
59	59	4540001	DGA	dga_web
60	60	4540001	DGA	dga_web
61	61	4540001	DGA	dga_web
...	...	...	...	...
1411150	1411150	7322001	DGA	dga_web
1411151	1411151	7322001	DGA	dga_web
1411152	1411152	7322001	DGA	dga_web
1411153	1411153	7322001	DGA	dga_web
1411154	1411154	7322001	DGA	dga_web
1411155	1411155	7322001	DGA	dga_web
1411156	1411156	7322001	DGA	dga_web
1411157	1411157	7322001	DGA	dga_web
1411158	1411158	7322001	DGA	dga_web
1411159	1411159	7322001	DGA	dga_web
1411160	1411160	7322001	DGA	dga_web
1411161	1411161	7322001	DGA	dga_web
1411162	1411162	7322001	DGA	dga_web
1411163	1411163	7322001	DGA	dga_web
1411164	1411164	7322001	DGA	dga_web
1411165	1411165	7322001	DGA	dga_web
1411166	1411166	7322001	DGA	dga_web
1411167	1411167	7322001	DGA	dga_web
1411168	1411168	7322001	DGA	dga_web
1411169	1411169	7322001	DGA	dga_web
1411170	1411170	7322001	DGA	dga_web
1411171	1411171	7322001	DGA	dga_web
1411172	1411172	7322001	DGA	dga_web
1411173	1411173	7322001	DGA	dga_web
1411174	1411174	7322001	DGA	dga_web
1411175	1411175	7322001	DGA	dga_web
1411176	1411176	7322001	DGA	dga_web
1411177	1411177	7322001	DGA	dga_web

1411178	1411178	7322001	DGA	dga_web
1411179	1411179	7322001	DGA	dga_web

		nombre	altura	latitud	longitud	\
32	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
33	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
34	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
35	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
36	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
37	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
38	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
39	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
40	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
41	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
42	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
43	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
44	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
45	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
46	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
47	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
48	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
49	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
50	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
51	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
52	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
53	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
54	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
55	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
56	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
57	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
58	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
59	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
60	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
61	Rio Grande	En Paloma 1	310	-30.683300	-71.050003	
...		...	...	...	...	
1411150	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411151	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411152	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411153	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411154	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411155	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411156	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411157	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411158	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411159	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411160	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	
1411161	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703	

1411162	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411163	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411164	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411165	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411166	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411167	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411168	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411169	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411170	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411171	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411172	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411173	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411174	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411175	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411176	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411177	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411178	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703
1411179	Rio Maule	En Longitudinal	90	-35.557499	-71.706703

	codigo_cuenca	nombre_sub_cuenca \
32	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
33	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
34	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
35	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
36	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
37	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
38	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
39	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
40	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
41	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
42	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
43	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
44	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
45	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
46	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
47	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
48	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
49	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
50	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
51	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
52	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
53	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
54	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
55	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
56	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
57	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
58	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)

59	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
60	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
61	45	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)

...	...	...
1411150	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411151	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411152	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411153	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411154	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411155	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411156	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411157	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411158	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411159	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411160	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411161	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411162	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411163	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411164	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411165	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411166	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411167	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411168	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411169	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411170	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411171	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411172	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411173	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411174	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411175	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411176	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411177	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411178	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1411179	73	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...

	cantidad_observaciones	fecha	caudal	gauge_id \
32	11575	1965-08-19 00:00:00+00:00	0.929574	4540001
33	11575	1965-09-05 00:00:00+00:00	0.574691	4540001
34	11575	1965-10-06 00:00:00+00:00	0.653095	4540001
35	11575	1965-10-15 00:00:00+00:00	0.996974	4540001
36	11575	1965-12-21 00:00:00+00:00	0.563686	4540001
37	11575	1966-02-04 00:00:00+00:00	0.032737	4540001
38	11575	1966-03-23 00:00:00+00:00	-0.082393	4540001
39	11575	1966-04-11 00:00:00+00:00	-0.091747	4540001
40	11575	1966-07-29 00:00:00+00:00	0.120770	4540001
41	11575	1966-08-20 00:00:00+00:00	0.067125	4540001
42	11575	1967-03-15 00:00:00+00:00	-0.122902	4540001

43	11575	1967-04-29	00:00:00+00:00	-0.115997	4540001
44	11575	1967-05-05	00:00:00+00:00	-0.113893	4540001
45	11575	1967-06-26	00:00:00+00:00	-0.127923	4540001
46	11575	1968-01-11	00:00:00+00:00	-0.118033	4540001
47	11575	1968-02-24	00:00:00+00:00	-0.113343	4540001
48	11575	1968-02-28	00:00:00+00:00	-0.089546	4540001
49	11575	1968-03-31	00:00:00+00:00	-0.089959	4540001
50	11575	1968-04-13	00:00:00+00:00	-0.111829	4540001
51	11575	1968-05-20	00:00:00+00:00	-0.128281	4540001
52	11575	1968-06-11	00:00:00+00:00	-0.128432	4540001
53	11575	1969-03-30	00:00:00+00:00	-0.128047	4540001
54	11575	1970-03-16	00:00:00+00:00	-0.125997	4540001
55	11575	1973-04-20	00:00:00+00:00	0.090509	4540001
56	11575	1973-05-09	00:00:00+00:00	0.017607	4540001
57	11575	1973-05-20	00:00:00+00:00	0.000963	4540001
58	11575	1973-06-19	00:00:00+00:00	-0.020908	4540001
59	11575	1973-07-08	00:00:00+00:00	-0.018845	4540001
60	11575	1973-08-09	00:00:00+00:00	-0.013205	4540001
61	11575	1974-02-08	00:00:00+00:00	-0.102063	4540001
...	...	...	...	...	...
1411150	18006	2013-09-29	00:00:00+00:00	0.269326	7322001
1411151	18006	2013-12-17	00:00:00+00:00	0.899312	7322001
1411152	18006	2014-04-23	00:00:00+00:00	2.016231	7322001
1411153	18006	2014-07-11	00:00:00+00:00	0.544429	7322001
1411154	18006	2014-08-11	00:00:00+00:00	4.024484	7322001
1411155	18006	2015-06-06	00:00:00+00:00	0.558184	7322001
1411156	18006	2015-10-07	00:00:00+00:00	0.551307	7322001
1411157	18006	2015-11-01	00:00:00+00:00	2.827785	7322001
1411158	18006	2015-11-04	00:00:00+00:00	3.749381	7322001
1411159	18006	2015-11-23	00:00:00+00:00	3.433012	7322001
1411160	18006	2015-11-28	00:00:00+00:00	3.474278	7322001
1411161	18006	2016-01-04	00:00:00+00:00	0.388996	7322001
1411162	18006	2016-01-31	00:00:00+00:00	0.040990	7322001
1411163	18006	2016-02-22	00:00:00+00:00	-0.021871	7322001
1411164	18006	2016-06-05	00:00:00+00:00	1.892435	7322001
1411165	18006	2016-08-31	00:00:00+00:00	0.896561	7322001
1411166	18006	2016-09-06	00:00:00+00:00	1.383494	7322001
1411167	18006	2016-09-14	00:00:00+00:00	0.404127	7322001
1411168	18006	2016-10-08	00:00:00+00:00	-0.018845	7322001
1411169	18006	2016-10-14	00:00:00+00:00	0.097387	7322001
1411170	18006	2016-10-24	00:00:00+00:00	0.007565	7322001
1411171	18006	2017-03-16	00:00:00+00:00	0.547180	7322001
1411172	18006	2017-06-07	00:00:00+00:00	1.084209	7322001
1411173	18006	2017-06-14	00:00:00+00:00	1.448597	7322001
1411174	18006	2017-09-24	00:00:00+00:00	0.229959	7322001
1411175	18006	2017-10-10	00:00:00+00:00	0.515337	7322001
1411176	18006	2017-10-14	00:00:00+00:00	2.566135	7322001

1411177	18006	2018-01-04	00:00:00+00:00	1.580564	7322001
1411178	18006	2018-01-29	00:00:00+00:00	0.196176	7322001
1411179	18006	2018-02-11	00:00:00+00:00	0.124030	7322001

	gauge_name	precip_promedio	temp_max_promedio
32	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.208696
33	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739
34	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.252174
35	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739
36	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.817391
37	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.513043
38	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.730435
39	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.165217
40	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.226087
41	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739
42	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.078261
43	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.686956
44	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.834783
45	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.300000
46	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.600000
47	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.417391
48	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.675362
49	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.608696
50	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.569565
51	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.304348
52	Rio Grande En Paloma 1	0.300000	-0.110145
53	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.473913
54	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.613913
55	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.784348
56	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.709565
57	Rio Grande En Paloma 1	0.500000	-0.264348
58	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.518261
59	Rio Grande En Paloma 1	10.562500	-0.320000
60	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.347826
61	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.666087
...	...	...	...
1411150	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.105652
1411151	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.961304
1411152	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.422029
1411153	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.835435
1411154	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.489855
1411155	Rio Maule En Longitudinal	6.878572	-0.668696
1411156	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.730145
1411157	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.151677
1411158	Rio Maule En Longitudinal	0.400000	-0.001988
1411159	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.011926
1411160	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.329565

1411161	Rio Maule En Longitudinal	0.111111	0.450932
1411162	Rio Maule En Longitudinal	0.400000	1.017391
1411163	Rio Maule En Longitudinal	0.222222	0.901739
1411164	Rio Maule En Longitudinal	0.050000	-0.875652
1411165	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.733416
1411166	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.087702
1411167	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.239006
1411168	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.011304
1411169	Rio Maule En Longitudinal	0.283333	-0.261988
1411170	Rio Maule En Longitudinal	0.350000	-0.411180
1411171	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.685466
1411172	Rio Maule En Longitudinal	32.619999	-1.169640
1411173	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.629565
1411174	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.198261
1411175	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.532609
1411176	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.310062
1411177	Rio Maule En Longitudinal	1.910000	0.144099
1411178	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.738985
1411179	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.817217

[1256478 rows x 17 columns]

```
[13]: def time_plot_estaciones_varias_columnas(codigo_estacion,columnas, fecha_min,
→fecha_max):
    df_plot = datos[(datos['codigo_estacion'] == codigo_estacion) &
→(datos['fecha']>=fecha_min)& (datos['fecha']<=fecha_max)]
    colores = ['blue', 'orange', 'green']
    for indice, columna in enumerate(columnas):
        sns.lineplot(x = 'fecha', y = columna ,data = df_plot,
→color=colores[indice] , label = columna)
        #sns.lineplot(x = 'fecha', y = columnas ,data = df_plot, color='blue')
        plt.title("Código {}".format(codigo_estacion), fontsize=18)
        plt.xlabel('Fecha', fontsize=16)
        #plt.ylabel('')
        plt.xticks()
        plt.tight_layout()
        plt.gca().xaxis.set_major_locator(mdates.MonthLocator())
        plt.gca().xaxis.set_major_formatter(mdates.DateFormatter("%Y-%m"))
        plt.setp(plt.gca().get_xticklabels(), rotation=45, ha="right")
```

```
[14]: time_plot_estaciones_varias_columnas(11335002,['caudal','precip_promedio','temp_max_promedio']
→'2017/01/01', '2017/07/31')
```

/anaconda3/lib/python3.7/site-packages/seaborn/relational.py:792: FutureWarning:  
Converting timezone-aware DatetimeArray to timezone-naive ndarray with  
'datetime64[ns]' dtype. In the future, this will return an ndarray with 'object'

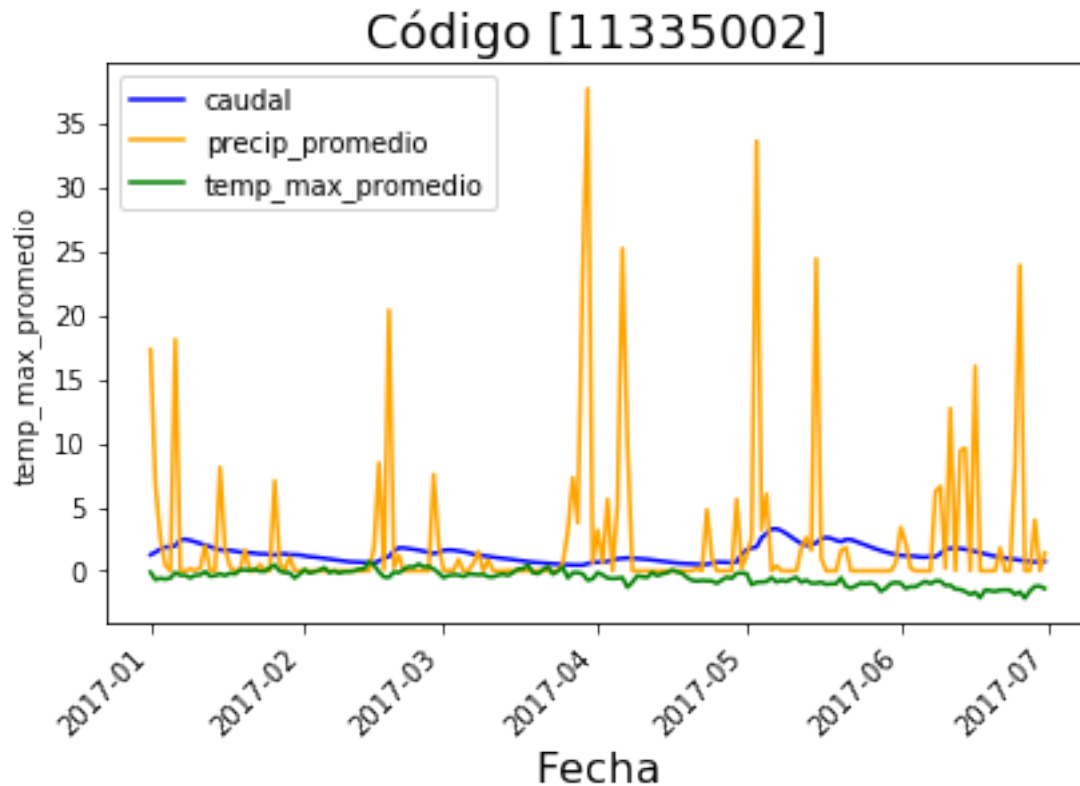


dtype where each element is a 'pandas.Timestamp' with the correct 'tz'.

To accept the future behavior, pass 'dtype=object'.

To keep the old behavior, pass 'dtype="datetime64[ns]"'.

```
x, y = np.asarray(x), np.asarray(y)
```



## 4 Nuevas variables

```
[15]: def season_of_date(date):
    year = str(date.year)
    seasons = {'autum': pd.date_range(start='21/03/'+year, end='20/06/'+year),
               'winter': pd.date_range(start='21/06/'+year, end='22/09/'+year),
               'spring': pd.date_range(start='23/09/'+year, end='20/12/'+year)}
    if date in seasons['autum']:
        return 'otoño'
    if date in seasons['winter']:
        return 'invierno'
    if date in seasons['spring']:
        return 'primavera'
    else:
        return 'verano'
```

```
[ ]: # Apply season_of_date to 'fecha' column and create new 'season' column with ↵
↵ results
datos['season'] = datos.fecha.map(season_of_date)
```

```
[ ]: datos
```

```
[16]: #datos.to_csv('Datos_estaciones.csv')
datos = pd.read_csv('Datos_estaciones.csv', parse_dates=['fecha'])
```

```
[17]: datos.drop(columns = ['Unnamed: 0', 'Unnamed: 0.1'], inplace = True)
datos
```

```
[17]:
```

	codigo_estacion	institucion	fuentes	nombre \
0	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
1	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
2	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
3	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
4	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
5	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
6	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
7	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
8	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
9	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
10	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
11	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
12	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
13	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
14	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
15	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
16	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
17	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
18	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
19	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
20	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
21	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
22	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
23	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
24	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
25	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
26	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
27	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
28	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
29	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
...	...	...	...	...

1256448	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256449	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256450	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256451	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256452	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256453	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256454	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256455	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256456	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256457	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256458	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256459	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256460	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256461	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256462	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256463	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256464	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256465	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256466	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256467	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256468	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256469	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256470	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256471	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256472	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256473	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256474	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256475	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256476	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal
1256477	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule	En	Longitudinal

	altura	latitud	longitud	codigo_cuenca	\
0	310	-30.683300	-71.050003	45	
1	310	-30.683300	-71.050003	45	
2	310	-30.683300	-71.050003	45	
3	310	-30.683300	-71.050003	45	
4	310	-30.683300	-71.050003	45	
5	310	-30.683300	-71.050003	45	
6	310	-30.683300	-71.050003	45	
7	310	-30.683300	-71.050003	45	
8	310	-30.683300	-71.050003	45	
9	310	-30.683300	-71.050003	45	
10	310	-30.683300	-71.050003	45	
11	310	-30.683300	-71.050003	45	
12	310	-30.683300	-71.050003	45	
13	310	-30.683300	-71.050003	45	
14	310	-30.683300	-71.050003	45	

15	310	-30.683300	-71.050003	45
16	310	-30.683300	-71.050003	45
17	310	-30.683300	-71.050003	45
18	310	-30.683300	-71.050003	45
19	310	-30.683300	-71.050003	45
20	310	-30.683300	-71.050003	45
21	310	-30.683300	-71.050003	45
22	310	-30.683300	-71.050003	45
23	310	-30.683300	-71.050003	45
24	310	-30.683300	-71.050003	45
25	310	-30.683300	-71.050003	45
26	310	-30.683300	-71.050003	45
27	310	-30.683300	-71.050003	45
28	310	-30.683300	-71.050003	45
29	310	-30.683300	-71.050003	45
...	...	...	...	...
1256448	90	-35.557499	-71.706703	73
1256449	90	-35.557499	-71.706703	73
1256450	90	-35.557499	-71.706703	73
1256451	90	-35.557499	-71.706703	73
1256452	90	-35.557499	-71.706703	73
1256453	90	-35.557499	-71.706703	73
1256454	90	-35.557499	-71.706703	73
1256455	90	-35.557499	-71.706703	73
1256456	90	-35.557499	-71.706703	73
1256457	90	-35.557499	-71.706703	73
1256458	90	-35.557499	-71.706703	73
1256459	90	-35.557499	-71.706703	73
1256460	90	-35.557499	-71.706703	73
1256461	90	-35.557499	-71.706703	73
1256462	90	-35.557499	-71.706703	73
1256463	90	-35.557499	-71.706703	73
1256464	90	-35.557499	-71.706703	73
1256465	90	-35.557499	-71.706703	73
1256466	90	-35.557499	-71.706703	73
1256467	90	-35.557499	-71.706703	73
1256468	90	-35.557499	-71.706703	73
1256469	90	-35.557499	-71.706703	73
1256470	90	-35.557499	-71.706703	73
1256471	90	-35.557499	-71.706703	73
1256472	90	-35.557499	-71.706703	73
1256473	90	-35.557499	-71.706703	73
1256474	90	-35.557499	-71.706703	73
1256475	90	-35.557499	-71.706703	73
1256476	90	-35.557499	-71.706703	73
1256477	90	-35.557499	-71.706703	73

	nombre_sub_cuenca \
0	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
1	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
2	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
3	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
4	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
5	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
6	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
7	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
8	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
9	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
10	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
11	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
12	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
13	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
14	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
15	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
16	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
17	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
18	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
19	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
20	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
21	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
22	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
23	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
24	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
25	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
26	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
27	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
28	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
29	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
...	...
1256448	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256449	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256450	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256451	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256452	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256453	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256454	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256455	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256456	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256457	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256458	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256459	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256460	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256461	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256462	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...

1256463 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256464 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256465 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256466 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256467 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256468 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256469 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256470 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256471 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256472 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256473 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256474 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256475 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256476 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...  
 1256477 Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...

	cantidad_observaciones	fecha	caudal	gauge_id \
0	11575	1965-08-19 00:00:00+00:00	0.929574	4540001
1	11575	1965-09-05 00:00:00+00:00	0.574691	4540001
2	11575	1965-10-06 00:00:00+00:00	0.653095	4540001
3	11575	1965-10-15 00:00:00+00:00	0.996974	4540001
4	11575	1965-12-21 00:00:00+00:00	0.563686	4540001
5	11575	1966-02-04 00:00:00+00:00	0.032737	4540001
6	11575	1966-03-23 00:00:00+00:00	-0.082393	4540001
7	11575	1966-04-11 00:00:00+00:00	-0.091747	4540001
8	11575	1966-07-29 00:00:00+00:00	0.120770	4540001
9	11575	1966-08-20 00:00:00+00:00	0.067125	4540001
10	11575	1967-03-15 00:00:00+00:00	-0.122902	4540001
11	11575	1967-04-29 00:00:00+00:00	-0.115997	4540001
12	11575	1967-05-05 00:00:00+00:00	-0.113893	4540001
13	11575	1967-06-26 00:00:00+00:00	-0.127923	4540001
14	11575	1968-01-11 00:00:00+00:00	-0.118033	4540001
15	11575	1968-02-24 00:00:00+00:00	-0.113343	4540001
16	11575	1968-02-28 00:00:00+00:00	-0.089546	4540001
17	11575	1968-03-31 00:00:00+00:00	-0.089959	4540001
18	11575	1968-04-13 00:00:00+00:00	-0.111829	4540001
19	11575	1968-05-20 00:00:00+00:00	-0.128281	4540001
20	11575	1968-06-11 00:00:00+00:00	-0.128432	4540001
21	11575	1969-03-30 00:00:00+00:00	-0.128047	4540001
22	11575	1970-03-16 00:00:00+00:00	-0.125997	4540001
23	11575	1973-04-20 00:00:00+00:00	0.090509	4540001
24	11575	1973-05-09 00:00:00+00:00	0.017607	4540001
25	11575	1973-05-20 00:00:00+00:00	0.000963	4540001
26	11575	1973-06-19 00:00:00+00:00	-0.020908	4540001
27	11575	1973-07-08 00:00:00+00:00	-0.018845	4540001
28	11575	1973-08-09 00:00:00+00:00	-0.013205	4540001
29	11575	1974-02-08 00:00:00+00:00	-0.102063	4540001

...	...	...	...	...
1256448	18006	2013-09-29	00:00:00+00:00	0.269326 7322001
1256449	18006	2013-12-17	00:00:00+00:00	0.899312 7322001
1256450	18006	2014-04-23	00:00:00+00:00	2.016231 7322001
1256451	18006	2014-07-11	00:00:00+00:00	0.544429 7322001
1256452	18006	2014-08-11	00:00:00+00:00	4.024484 7322001
1256453	18006	2015-06-06	00:00:00+00:00	0.558184 7322001
1256454	18006	2015-10-07	00:00:00+00:00	0.551307 7322001
1256455	18006	2015-11-01	00:00:00+00:00	2.827785 7322001
1256456	18006	2015-11-04	00:00:00+00:00	3.749381 7322001
1256457	18006	2015-11-23	00:00:00+00:00	3.433012 7322001
1256458	18006	2015-11-28	00:00:00+00:00	3.474278 7322001
1256459	18006	2016-01-04	00:00:00+00:00	0.388996 7322001
1256460	18006	2016-01-31	00:00:00+00:00	0.040990 7322001
1256461	18006	2016-02-22	00:00:00+00:00	-0.021871 7322001
1256462	18006	2016-06-05	00:00:00+00:00	1.892435 7322001
1256463	18006	2016-08-31	00:00:00+00:00	0.896561 7322001
1256464	18006	2016-09-06	00:00:00+00:00	1.383494 7322001
1256465	18006	2016-09-14	00:00:00+00:00	0.404127 7322001
1256466	18006	2016-10-08	00:00:00+00:00	-0.018845 7322001
1256467	18006	2016-10-14	00:00:00+00:00	0.097387 7322001
1256468	18006	2016-10-24	00:00:00+00:00	0.007565 7322001
1256469	18006	2017-03-16	00:00:00+00:00	0.547180 7322001
1256470	18006	2017-06-07	00:00:00+00:00	1.084209 7322001
1256471	18006	2017-06-14	00:00:00+00:00	1.448597 7322001
1256472	18006	2017-09-24	00:00:00+00:00	0.229959 7322001
1256473	18006	2017-10-10	00:00:00+00:00	0.515337 7322001
1256474	18006	2017-10-14	00:00:00+00:00	2.566135 7322001
1256475	18006	2018-01-04	00:00:00+00:00	1.580564 7322001
1256476	18006	2018-01-29	00:00:00+00:00	0.196176 7322001
1256477	18006	2018-02-11	00:00:00+00:00	0.124030 7322001

	gauge_name	precip_promedio	temp_max_promedio	\
0	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.208696	
1	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739	
2	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.252174	
3	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739	
4	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.817391	
5	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.513043	
6	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.730435	
7	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.165217	
8	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.226087	
9	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739	
10	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.078261	
11	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.686956	
12	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.834783	
13	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.300000	

14	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.600000
15	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.417391
16	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.675362
17	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.608696
18	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.569565
19	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.304348
20	Rio Grande En Paloma 1	0.300000	-0.110145
21	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.473913
22	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.613913
23	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.784348
24	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.709565
25	Rio Grande En Paloma 1	0.500000	-0.264348
26	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.518261
27	Rio Grande En Paloma 1	10.562500	-0.320000
28	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.347826
29	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.666087
...	...	...	...
1256448	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.105652
1256449	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.961304
1256450	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.422029
1256451	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.835435
1256452	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.489855
1256453	Rio Maule En Longitudinal	6.878572	-0.668696
1256454	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.730145
1256455	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.151677
1256456	Rio Maule En Longitudinal	0.400000	-0.001988
1256457	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.011926
1256458	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.329565
1256459	Rio Maule En Longitudinal	0.111111	0.450932
1256460	Rio Maule En Longitudinal	0.400000	1.017391
1256461	Rio Maule En Longitudinal	0.222222	0.901739
1256462	Rio Maule En Longitudinal	0.050000	-0.875652
1256463	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.733416
1256464	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.087702
1256465	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.239006
1256466	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.011304
1256467	Rio Maule En Longitudinal	0.283333	-0.261988
1256468	Rio Maule En Longitudinal	0.350000	-0.411180
1256469	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.685466
1256470	Rio Maule En Longitudinal	32.619999	-1.169640
1256471	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.629565
1256472	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.198261
1256473	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.532609
1256474	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.310062
1256475	Rio Maule En Longitudinal	1.910000	0.144099
1256476	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.738985
1256477	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.817217



	season
0	invierno
1	invierno
2	primavera
3	primavera
4	verano
5	verano
6	otono
7	otono
8	invierno
9	invierno
10	verano
11	otono
12	otono
13	invierno
14	verano
15	verano
16	verano
17	otono
18	otono
19	otono
20	otono
21	otono
22	verano
23	otono
24	otono
25	otono
26	otono
27	invierno
28	invierno
29	verano
...	...
1256448	primavera
1256449	primavera
1256450	otono
1256451	invierno
1256452	invierno
1256453	otono
1256454	primavera
1256455	primavera
1256456	primavera
1256457	primavera
1256458	primavera
1256459	verano
1256460	verano
1256461	verano

```

1256462      otono
1256463  invierno
1256464  invierno
1256465  invierno
1256466  primavera
1256467  primavera
1256468  primavera
1256469      verano
1256470      otono
1256471      otono
1256472  primavera
1256473  primavera
1256474  primavera
1256475      verano
1256476      verano
1256477      verano

```

[1256478 rows x 17 columns]

```

[19]: #Agrego columnas con los percentiles
datos_agrupado = datos.groupby(['codigo_estacion','season'])
datos['caudal_percentil'] = datos_agrupado['caudal'].transform(lambda x: x.
    ↪quantile(.95))
datos['precip_percentil'] = datos_agrupado['precip_promedio'].transform(lambda x:
    ↪x.quantile(.95))
datos['temp_percentil'] = datos_agrupado['temp_max_promedio'].transform(lambda x:
    ↪x.quantile(.95))
datos

```

```

[19]:      codigo_estacion institucion  fuente      nombre \
0          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
1          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
2          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
3          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
4          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
5          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
6          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
7          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
8          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
9          4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
10         4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
11         4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
12         4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
13         4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
14         4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
15         4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
16         4540001      DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1

```

17	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
18	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
19	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
20	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
21	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
22	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
23	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
24	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
25	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
26	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
27	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
28	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
29	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
...	...	...	...	...
1256448	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256449	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256450	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256451	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256452	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256453	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256454	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256455	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256456	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256457	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256458	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256459	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256460	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256461	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256462	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256463	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256464	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256465	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256466	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256467	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256468	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256469	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256470	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256471	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256472	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256473	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256474	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256475	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256476	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256477	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal

	altura	latitud	longitud	codigo_cuenca \
0	310	-30.683300	-71.050003	45

1	310	-30.683300	-71.050003	45
2	310	-30.683300	-71.050003	45
3	310	-30.683300	-71.050003	45
4	310	-30.683300	-71.050003	45
5	310	-30.683300	-71.050003	45
6	310	-30.683300	-71.050003	45
7	310	-30.683300	-71.050003	45
8	310	-30.683300	-71.050003	45
9	310	-30.683300	-71.050003	45
10	310	-30.683300	-71.050003	45
11	310	-30.683300	-71.050003	45
12	310	-30.683300	-71.050003	45
13	310	-30.683300	-71.050003	45
14	310	-30.683300	-71.050003	45
15	310	-30.683300	-71.050003	45
16	310	-30.683300	-71.050003	45
17	310	-30.683300	-71.050003	45
18	310	-30.683300	-71.050003	45
19	310	-30.683300	-71.050003	45
20	310	-30.683300	-71.050003	45
21	310	-30.683300	-71.050003	45
22	310	-30.683300	-71.050003	45
23	310	-30.683300	-71.050003	45
24	310	-30.683300	-71.050003	45
25	310	-30.683300	-71.050003	45
26	310	-30.683300	-71.050003	45
27	310	-30.683300	-71.050003	45
28	310	-30.683300	-71.050003	45
29	310	-30.683300	-71.050003	45
...	...	...	...	...
1256448	90	-35.557499	-71.706703	73
1256449	90	-35.557499	-71.706703	73
1256450	90	-35.557499	-71.706703	73
1256451	90	-35.557499	-71.706703	73
1256452	90	-35.557499	-71.706703	73
1256453	90	-35.557499	-71.706703	73
1256454	90	-35.557499	-71.706703	73
1256455	90	-35.557499	-71.706703	73
1256456	90	-35.557499	-71.706703	73
1256457	90	-35.557499	-71.706703	73
1256458	90	-35.557499	-71.706703	73
1256459	90	-35.557499	-71.706703	73
1256460	90	-35.557499	-71.706703	73
1256461	90	-35.557499	-71.706703	73
1256462	90	-35.557499	-71.706703	73
1256463	90	-35.557499	-71.706703	73
1256464	90	-35.557499	-71.706703	73

1256465	90	-35.557499	-71.706703	73
1256466	90	-35.557499	-71.706703	73
1256467	90	-35.557499	-71.706703	73
1256468	90	-35.557499	-71.706703	73
1256469	90	-35.557499	-71.706703	73
1256470	90	-35.557499	-71.706703	73
1256471	90	-35.557499	-71.706703	73
1256472	90	-35.557499	-71.706703	73
1256473	90	-35.557499	-71.706703	73
1256474	90	-35.557499	-71.706703	73
1256475	90	-35.557499	-71.706703	73
1256476	90	-35.557499	-71.706703	73
1256477	90	-35.557499	-71.706703	73

	nombre_sub_cuenca \
0	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
1	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
2	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
3	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
4	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
5	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
6	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
7	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
8	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
9	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
10	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
11	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
12	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
13	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
14	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
15	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
16	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
17	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
18	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
19	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
20	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
21	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
22	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
23	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
24	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
25	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
26	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
27	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
28	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
29	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
...	...
1256448	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...

1256449	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256450	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256451	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256452	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256453	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256454	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256455	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256456	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256457	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256458	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256459	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256460	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256461	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256462	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256463	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256464	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256465	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256466	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256467	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256468	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256469	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256470	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256471	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256472	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256473	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256474	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256475	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256476	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256477	Rio Maule Medio	(Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...

	cantidad_observaciones	fecha	caudal	gauge_id \
0	11575	1965-08-19 00:00:00+00:00	0.929574	4540001
1	11575	1965-09-05 00:00:00+00:00	0.574691	4540001
2	11575	1965-10-06 00:00:00+00:00	0.653095	4540001
3	11575	1965-10-15 00:00:00+00:00	0.996974	4540001
4	11575	1965-12-21 00:00:00+00:00	0.563686	4540001
5	11575	1966-02-04 00:00:00+00:00	0.032737	4540001
6	11575	1966-03-23 00:00:00+00:00	-0.082393	4540001
7	11575	1966-04-11 00:00:00+00:00	-0.091747	4540001
8	11575	1966-07-29 00:00:00+00:00	0.120770	4540001
9	11575	1966-08-20 00:00:00+00:00	0.067125	4540001
10	11575	1967-03-15 00:00:00+00:00	-0.122902	4540001
11	11575	1967-04-29 00:00:00+00:00	-0.115997	4540001
12	11575	1967-05-05 00:00:00+00:00	-0.113893	4540001
13	11575	1967-06-26 00:00:00+00:00	-0.127923	4540001
14	11575	1968-01-11 00:00:00+00:00	-0.118033	4540001
15	11575	1968-02-24 00:00:00+00:00	-0.113343	4540001

16	11575	1968-02-28	00:00:00+00:00	-0.089546	4540001
17	11575	1968-03-31	00:00:00+00:00	-0.089959	4540001
18	11575	1968-04-13	00:00:00+00:00	-0.111829	4540001
19	11575	1968-05-20	00:00:00+00:00	-0.128281	4540001
20	11575	1968-06-11	00:00:00+00:00	-0.128432	4540001
21	11575	1969-03-30	00:00:00+00:00	-0.128047	4540001
22	11575	1970-03-16	00:00:00+00:00	-0.125997	4540001
23	11575	1973-04-20	00:00:00+00:00	0.090509	4540001
24	11575	1973-05-09	00:00:00+00:00	0.017607	4540001
25	11575	1973-05-20	00:00:00+00:00	0.000963	4540001
26	11575	1973-06-19	00:00:00+00:00	-0.020908	4540001
27	11575	1973-07-08	00:00:00+00:00	-0.018845	4540001
28	11575	1973-08-09	00:00:00+00:00	-0.013205	4540001
29	11575	1974-02-08	00:00:00+00:00	-0.102063	4540001
...	...	...	...	...	...
1256448	18006	2013-09-29	00:00:00+00:00	0.269326	7322001
1256449	18006	2013-12-17	00:00:00+00:00	0.899312	7322001
1256450	18006	2014-04-23	00:00:00+00:00	2.016231	7322001
1256451	18006	2014-07-11	00:00:00+00:00	0.544429	7322001
1256452	18006	2014-08-11	00:00:00+00:00	4.024484	7322001
1256453	18006	2015-06-06	00:00:00+00:00	0.558184	7322001
1256454	18006	2015-10-07	00:00:00+00:00	0.551307	7322001
1256455	18006	2015-11-01	00:00:00+00:00	2.827785	7322001
1256456	18006	2015-11-04	00:00:00+00:00	3.749381	7322001
1256457	18006	2015-11-23	00:00:00+00:00	3.433012	7322001
1256458	18006	2015-11-28	00:00:00+00:00	3.474278	7322001
1256459	18006	2016-01-04	00:00:00+00:00	0.388996	7322001
1256460	18006	2016-01-31	00:00:00+00:00	0.040990	7322001
1256461	18006	2016-02-22	00:00:00+00:00	-0.021871	7322001
1256462	18006	2016-06-05	00:00:00+00:00	1.892435	7322001
1256463	18006	2016-08-31	00:00:00+00:00	0.896561	7322001
1256464	18006	2016-09-06	00:00:00+00:00	1.383494	7322001
1256465	18006	2016-09-14	00:00:00+00:00	0.404127	7322001
1256466	18006	2016-10-08	00:00:00+00:00	-0.018845	7322001
1256467	18006	2016-10-14	00:00:00+00:00	0.097387	7322001
1256468	18006	2016-10-24	00:00:00+00:00	0.007565	7322001
1256469	18006	2017-03-16	00:00:00+00:00	0.547180	7322001
1256470	18006	2017-06-07	00:00:00+00:00	1.084209	7322001
1256471	18006	2017-06-14	00:00:00+00:00	1.448597	7322001
1256472	18006	2017-09-24	00:00:00+00:00	0.229959	7322001
1256473	18006	2017-10-10	00:00:00+00:00	0.515337	7322001
1256474	18006	2017-10-14	00:00:00+00:00	2.566135	7322001
1256475	18006	2018-01-04	00:00:00+00:00	1.580564	7322001
1256476	18006	2018-01-29	00:00:00+00:00	0.196176	7322001
1256477	18006	2018-02-11	00:00:00+00:00	0.124030	7322001

gauge\_name precip\_promedio temp\_max\_promedio \

0	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.208696
1	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739
2	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.252174
3	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739
4	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.817391
5	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.513043
6	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.730435
7	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.165217
8	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.226087
9	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.121739
10	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.078261
11	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.686956
12	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.834783
13	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.300000
14	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.600000
15	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.417391
16	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.675362
17	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.608696
18	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.569565
19	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.304348
20	Rio Grande En Paloma 1	0.300000	-0.110145
21	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.473913
22	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.613913
23	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.784348
24	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.709565
25	Rio Grande En Paloma 1	0.500000	-0.264348
26	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.518261
27	Rio Grande En Paloma 1	10.562500	-0.320000
28	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	-0.347826
29	Rio Grande En Paloma 1	0.000000	0.666087
...	...	...	...
1256448	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.105652
1256449	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.961304
1256450	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.422029
1256451	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.835435
1256452	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.489855
1256453	Rio Maule En Longitudinal	6.878572	-0.668696
1256454	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.730145
1256455	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.151677
1256456	Rio Maule En Longitudinal	0.400000	-0.001988
1256457	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.011926
1256458	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.329565
1256459	Rio Maule En Longitudinal	0.111111	0.450932
1256460	Rio Maule En Longitudinal	0.400000	1.017391
1256461	Rio Maule En Longitudinal	0.222222	0.901739
1256462	Rio Maule En Longitudinal	0.050000	-0.875652
1256463	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.733416



1256464	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.087702
1256465	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.239006
1256466	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.011304
1256467	Rio Maule En Longitudinal	0.283333	-0.261988
1256468	Rio Maule En Longitudinal	0.350000	-0.411180
1256469	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.685466
1256470	Rio Maule En Longitudinal	32.619999	-1.169640
1256471	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.629565
1256472	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.198261
1256473	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	-0.532609
1256474	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.310062
1256475	Rio Maule En Longitudinal	1.910000	0.144099
1256476	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.738985
1256477	Rio Maule En Longitudinal	0.000000	0.817217

	season	caudal_percentil	precip_percentil	temp_percentil
0	invierno	0.229986	7.406667	0.663768
1	invierno	0.229986	7.406667	0.663768
2	primavera	0.892847	0.000000	0.988000
3	primavera	0.892847	0.000000	0.988000
4	verano	0.064374	0.000000	1.032348
5	verano	0.064374	0.000000	1.032348
6	otono	0.038102	1.102348	0.852174
7	otono	0.038102	1.102348	0.852174
8	invierno	0.229986	7.406667	0.663768
9	invierno	0.229986	7.406667	0.663768
10	verano	0.064374	0.000000	1.032348
11	otono	0.038102	1.102348	0.852174
12	otono	0.038102	1.102348	0.852174
13	invierno	0.229986	7.406667	0.663768
14	verano	0.064374	0.000000	1.032348
15	verano	0.064374	0.000000	1.032348
16	verano	0.064374	0.000000	1.032348
17	otono	0.038102	1.102348	0.852174
18	otono	0.038102	1.102348	0.852174
19	otono	0.038102	1.102348	0.852174
20	otono	0.038102	1.102348	0.852174
21	otono	0.038102	1.102348	0.852174
22	verano	0.064374	0.000000	1.032348
23	otono	0.038102	1.102348	0.852174
24	otono	0.038102	1.102348	0.852174
25	otono	0.038102	1.102348	0.852174
26	otono	0.038102	1.102348	0.852174
27	invierno	0.229986	7.406667	0.663768
28	invierno	0.229986	7.406667	0.663768
29	verano	0.064374	0.000000	1.032348
...	...	...	...	...

1256448	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256449	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256450	otono	4.863549	45.580000	0.519043
1256451	invierno	6.591197	50.596000	0.078261
1256452	invierno	6.591197	50.596000	0.078261
1256453	otono	4.863549	45.580000	0.519043
1256454	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256455	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256456	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256457	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256458	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256459	verano	4.711554	1.558000	1.034782
1256460	verano	4.711554	1.558000	1.034782
1256461	verano	4.711554	1.558000	1.034782
1256462	otono	4.863549	45.580000	0.519043
1256463	invierno	6.591197	50.596000	0.078261
1256464	invierno	6.591197	50.596000	0.078261
1256465	invierno	6.591197	50.596000	0.078261
1256466	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256467	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256468	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256469	verano	4.711554	1.558000	1.034782
1256470	otono	4.863549	45.580000	0.519043
1256471	otono	4.863549	45.580000	0.519043
1256472	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256473	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256474	primavera	7.214993	11.992000	0.808696
1256475	verano	4.711554	1.558000	1.034782
1256476	verano	4.711554	1.558000	1.034782
1256477	verano	4.711554	1.558000	1.034782

[1256478 rows x 20 columns]

```
[20]: #Conviero valores booleanos en 1 y 0
datos['caudal_extremo'] = datos['caudal'].ge(datos['caudal_percentil']).
    ↳astype(int)
datos['temp_extremo'] = datos['temp_max_promedio'].ge(datos['temp_percentil']).
    ↳astype(int)
datos['precip_extremo'] = datos['precip_promedio'].
    ↳ge(datos['precip_percentil']).astype(int)
datos
```

```
[20]:      codigo_estacion institucion  fuente      nombre \
0          4540001          DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
1          4540001          DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
2          4540001          DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
3          4540001          DGA  dga_web  Rio Grande En Paloma 1
```

4	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
5	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
6	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
7	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
8	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
9	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
10	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
11	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
12	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
13	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
14	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
15	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
16	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
17	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
18	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
19	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
20	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
21	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
22	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
23	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
24	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
25	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
26	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
27	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
28	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
29	4540001	DGA	dga_web	Rio Grande En Paloma 1
...	...	...	...	...
1256448	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256449	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256450	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256451	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256452	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256453	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256454	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256455	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256456	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256457	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256458	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256459	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256460	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256461	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256462	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256463	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256464	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256465	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256466	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256467	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal

1256468	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256469	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256470	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256471	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256472	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256473	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256474	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256475	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256476	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal
1256477	7322001	DGA	dga_web	Rio Maule En Longitudinal

	altura	latitud	longitud	codigo_cuenca	\
0	310	-30.683300	-71.050003	45	
1	310	-30.683300	-71.050003	45	
2	310	-30.683300	-71.050003	45	
3	310	-30.683300	-71.050003	45	
4	310	-30.683300	-71.050003	45	
5	310	-30.683300	-71.050003	45	
6	310	-30.683300	-71.050003	45	
7	310	-30.683300	-71.050003	45	
8	310	-30.683300	-71.050003	45	
9	310	-30.683300	-71.050003	45	
10	310	-30.683300	-71.050003	45	
11	310	-30.683300	-71.050003	45	
12	310	-30.683300	-71.050003	45	
13	310	-30.683300	-71.050003	45	
14	310	-30.683300	-71.050003	45	
15	310	-30.683300	-71.050003	45	
16	310	-30.683300	-71.050003	45	
17	310	-30.683300	-71.050003	45	
18	310	-30.683300	-71.050003	45	
19	310	-30.683300	-71.050003	45	
20	310	-30.683300	-71.050003	45	
21	310	-30.683300	-71.050003	45	
22	310	-30.683300	-71.050003	45	
23	310	-30.683300	-71.050003	45	
24	310	-30.683300	-71.050003	45	
25	310	-30.683300	-71.050003	45	
26	310	-30.683300	-71.050003	45	
27	310	-30.683300	-71.050003	45	
28	310	-30.683300	-71.050003	45	
29	310	-30.683300	-71.050003	45	
...	...	...	...	...	
1256448	90	-35.557499	-71.706703	73	
1256449	90	-35.557499	-71.706703	73	
1256450	90	-35.557499	-71.706703	73	
1256451	90	-35.557499	-71.706703	73	

1256452	90	-35.557499	-71.706703	73
1256453	90	-35.557499	-71.706703	73
1256454	90	-35.557499	-71.706703	73
1256455	90	-35.557499	-71.706703	73
1256456	90	-35.557499	-71.706703	73
1256457	90	-35.557499	-71.706703	73
1256458	90	-35.557499	-71.706703	73
1256459	90	-35.557499	-71.706703	73
1256460	90	-35.557499	-71.706703	73
1256461	90	-35.557499	-71.706703	73
1256462	90	-35.557499	-71.706703	73
1256463	90	-35.557499	-71.706703	73
1256464	90	-35.557499	-71.706703	73
1256465	90	-35.557499	-71.706703	73
1256466	90	-35.557499	-71.706703	73
1256467	90	-35.557499	-71.706703	73
1256468	90	-35.557499	-71.706703	73
1256469	90	-35.557499	-71.706703	73
1256470	90	-35.557499	-71.706703	73
1256471	90	-35.557499	-71.706703	73
1256472	90	-35.557499	-71.706703	73
1256473	90	-35.557499	-71.706703	73
1256474	90	-35.557499	-71.706703	73
1256475	90	-35.557499	-71.706703	73
1256476	90	-35.557499	-71.706703	73
1256477	90	-35.557499	-71.706703	73

	nombre_sub_cuenca \
0	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
1	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
2	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
3	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
4	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
5	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
6	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
7	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
8	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
9	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
10	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
11	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
12	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
13	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
14	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
15	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
16	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
17	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
18	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)

19	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
20	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
21	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
22	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
23	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
24	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
25	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
26	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
27	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
28	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)
29	Rio Grande Bajo (Entre E Paloma Y Rio Hurtado)

...

1256448	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256449	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256450	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256451	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256452	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256453	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256454	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256455	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256456	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256457	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256458	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256459	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256460	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256461	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256462	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256463	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256464	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256465	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256466	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256467	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256468	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256469	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256470	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256471	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256472	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256473	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256474	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256475	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256476	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...
1256477	Rio Maule Medio (Entre Rio Claro Y Rio Loncomi...

	cantidad_observaciones	...	gauge_name \
0	11575	...	Rio Grande En Paloma 1
1	11575	...	Rio Grande En Paloma 1
2	11575	...	Rio Grande En Paloma 1

3	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
4	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
5	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
6	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
7	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
8	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
9	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
10	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
11	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
12	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
13	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
14	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
15	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
16	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
17	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
18	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
19	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
20	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
21	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
22	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
23	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
24	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
25	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
26	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
27	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
28	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
29	11575	...	Rio Grande En Paloma	1
...	...	...	...	...
1256448	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256449	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256450	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256451	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256452	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256453	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256454	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256455	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256456	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256457	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256458	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256459	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256460	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256461	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256462	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256463	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256464	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256465	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	
1256466	18006	...	Rio Maule En Longitudinal	

1256467	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256468	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256469	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256470	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256471	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256472	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256473	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256474	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256475	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256476	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal
1256477	18006	...	Rio Maule	En Longitudinal

	precip_promedio	temp_max_promedio	season	caudal_percentil	\
0	0.000000	0.208696	invierno	0.229986	
1	0.000000	0.121739	invierno	0.229986	
2	0.000000	0.252174	primavera	0.892847	
3	0.000000	0.121739	primavera	0.892847	
4	0.000000	0.817391	verano	0.064374	
5	0.000000	0.513043	verano	0.064374	
6	0.000000	0.730435	otono	0.038102	
7	0.000000	0.165217	otono	0.038102	
8	0.000000	-0.226087	invierno	0.229986	
9	0.000000	0.121739	invierno	0.229986	
10	0.000000	0.078261	verano	0.064374	
11	0.000000	0.686956	otono	0.038102	
12	0.000000	0.834783	otono	0.038102	
13	0.000000	0.300000	invierno	0.229986	
14	0.000000	0.600000	verano	0.064374	
15	0.000000	0.417391	verano	0.064374	
16	0.000000	0.675362	verano	0.064374	
17	0.000000	0.608696	otono	0.038102	
18	0.000000	0.569565	otono	0.038102	
19	0.000000	-0.304348	otono	0.038102	
20	0.300000	-0.110145	otono	0.038102	
21	0.000000	0.473913	otono	0.038102	
22	0.000000	0.613913	verano	0.064374	
23	0.000000	0.784348	otono	0.038102	
24	0.000000	0.709565	otono	0.038102	
25	0.500000	-0.264348	otono	0.038102	
26	0.000000	0.518261	otono	0.038102	
27	10.562500	-0.320000	invierno	0.229986	
28	0.000000	-0.347826	invierno	0.229986	
29	0.000000	0.666087	verano	0.064374	
...	...	...	...	...	
1256448	0.000000	-0.105652	primavera	7.214993	
1256449	0.000000	0.961304	primavera	7.214993	
1256450	0.000000	0.422029	otono	4.863549	



1256451	0.000000	-0.835435	invierno	6.591197
1256452	0.000000	-0.489855	invierno	6.591197
1256453	6.878572	-0.668696	otono	4.863549
1256454	0.000000	-0.730145	primavera	7.214993
1256455	0.000000	0.151677	primavera	7.214993
1256456	0.400000	-0.001988	primavera	7.214993
1256457	0.000000	-0.011926	primavera	7.214993
1256458	0.000000	0.329565	primavera	7.214993
1256459	0.111111	0.450932	verano	4.711554
1256460	0.400000	1.017391	verano	4.711554
1256461	0.222222	0.901739	verano	4.711554
1256462	0.050000	-0.875652	otono	4.863549
1256463	0.000000	-0.733416	invierno	6.591197
1256464	0.000000	0.087702	invierno	6.591197
1256465	0.000000	-0.239006	invierno	6.591197
1256466	0.000000	0.011304	primavera	7.214993
1256467	0.283333	-0.261988	primavera	7.214993
1256468	0.350000	-0.411180	primavera	7.214993
1256469	0.000000	0.685466	verano	4.711554
1256470	32.619999	-1.169640	otono	4.863549
1256471	0.000000	-0.629565	otono	4.863549
1256472	0.000000	-0.198261	primavera	7.214993
1256473	0.000000	-0.532609	primavera	7.214993
1256474	0.000000	0.310062	primavera	7.214993
1256475	1.910000	0.144099	verano	4.711554
1256476	0.000000	0.738985	verano	4.711554
1256477	0.000000	0.817217	verano	4.711554

	precip_percentil	temp_percentil	caudal_extremo	temp_extremo	\
0	7.406667	0.663768	1	0	
1	7.406667	0.663768	1	0	
2	0.000000	0.988000	0	0	
3	0.000000	0.988000	1	0	
4	0.000000	1.032348	1	0	
5	0.000000	1.032348	0	0	
6	1.102348	0.852174	0	0	
7	1.102348	0.852174	0	0	
8	7.406667	0.663768	0	0	
9	7.406667	0.663768	0	0	
10	0.000000	1.032348	0	0	
11	1.102348	0.852174	0	0	
12	1.102348	0.852174	0	0	
13	7.406667	0.663768	0	0	
14	0.000000	1.032348	0	0	
15	0.000000	1.032348	0	0	
16	0.000000	1.032348	0	0	
17	1.102348	0.852174	0	0	

18	1.102348	0.852174	0	0
19	1.102348	0.852174	0	0
20	1.102348	0.852174	0	0
21	1.102348	0.852174	0	0
22	0.000000	1.032348	0	0
23	1.102348	0.852174	1	0
24	1.102348	0.852174	0	0
25	1.102348	0.852174	0	0
26	1.102348	0.852174	0	0
27	7.406667	0.663768	0	0
28	7.406667	0.663768	0	0
29	0.000000	1.032348	0	0
...	...	...	...	...
1256448	11.992000	0.808696	0	0
1256449	11.992000	0.808696	0	1
1256450	45.580000	0.519043	0	0
1256451	50.596000	0.078261	0	0
1256452	50.596000	0.078261	0	0
1256453	45.580000	0.519043	0	0
1256454	11.992000	0.808696	0	0
1256455	11.992000	0.808696	0	0
1256456	11.992000	0.808696	0	0
1256457	11.992000	0.808696	0	0
1256458	11.992000	0.808696	0	0
1256459	1.558000	1.034782	0	0
1256460	1.558000	1.034782	0	0
1256461	1.558000	1.034782	0	0
1256462	45.580000	0.519043	0	0
1256463	50.596000	0.078261	0	0
1256464	50.596000	0.078261	0	1
1256465	50.596000	0.078261	0	0
1256466	11.992000	0.808696	0	0
1256467	11.992000	0.808696	0	0
1256468	11.992000	0.808696	0	0
1256469	1.558000	1.034782	0	0
1256470	45.580000	0.519043	0	0
1256471	45.580000	0.519043	0	0
1256472	11.992000	0.808696	0	0
1256473	11.992000	0.808696	0	0
1256474	11.992000	0.808696	0	0
1256475	1.558000	1.034782	0	0
1256476	1.558000	1.034782	0	0
1256477	1.558000	1.034782	0	0

	precip_extremo
0	0
1	0

2	1
3	1
4	1
5	1
6	0
7	0
8	0
9	0
10	1
11	0
12	0
13	0
14	1
15	1
16	1
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0
22	1
23	0
24	0
25	0
26	0
27	1
28	0
29	1
...	...
1256448	0
1256449	0
1256450	0
1256451	0
1256452	0
1256453	0
1256454	0
1256455	0
1256456	0
1256457	0
1256458	0
1256459	0
1256460	0
1256461	0
1256462	0
1256463	0
1256464	0
1256465	0

1256466	0
1256467	0
1256468	0
1256469	0
1256470	0
1256471	0
1256472	0
1256473	0
1256474	0
1256475	1
1256476	0
1256477	0

[1256478 rows x 23 columns]

Con respecto a la medida para capturar valores extremos, me parece que puede mejorar por variar razones. Primero, al tener que encontrar valores extremos para cada estación de medición y para estación del año, obliga a tener valores y en una misma proporción para cada grupo lo cual no necesariamente es correcto. Por ejemplo, podría haber muchos más eventos extremos en invierno y verano que en las otras estaciones. Podría por ejemplo una cuenca no presentar valores muy elevados y que su caudal se mantenga relativamente estable en el tiempo pero aun así tendríamos valores extremos clasificados para este. Segundo, el caso de la temperatura difiere del de caudal y precipitaciones, ya que esta oscila entre valores negativos y positivos. Dejando completamente fuera a los valores extremos negativos considerando solo el percentil 95. Por ejemplo pudiese tomarse el 2.5% inferior y superior. Finalmente yo me inclinaría por medir valores extremos, independiente de la cuenca o de la estación del año

## 5 Comportamiento Cuencas

```
[22]: #Creo un Dataframe agrupando por cuencas, la cantidad de eventos extremos de
      ↪caudal, y el total de observaciones.
cuenas = datos[['codigo_estacion', 'caudal_extremo']].
      ↪groupby(['codigo_estacion']).agg({'caudal_extremo': ['sum', 'count']})
cuenas
```

```
[22]:
```

	caudal_extremo	
	sum	count
codigo_estacion		
1020003	561	11141
1021001	485	9534
1050004	523	10409
1211001	354	7048
2103003	138	2563
2104002	651	12820
2104003	463	9091
2105001	661	13185

2105002	679	13486
2105005	152	2987
2105007	404	7866
2110001	315	6194
2110002	456	8728
2110004	697	13869
2110031	99	1895
2112005	190	3768
2112006	241	4586
2112007	349	6868
2120001	403	7981
3430001	821	16365
3430002	294	5789
3431001	773	15327
3434003	275	5443
3450001	295	5865
3453001	778	15524
3804002	751	14987
3806001	776	15390
3820001	607	12001
3820002	291	5670
3820003	764	14755
...	...	...
9123001	749	14808
9129002	757	15026
9140001	895	17765
9402001	465	9224
9437002	475	9429
10311001	225	4484
10364001	533	10587
10414001	336	6549
10704002	197	3887
11040001	312	6164
11141001	362	7138
11143001	396	7769
11147001	206	4009
11308001	406	8068
11310001	613	12188
11315001	280	5524
11317001	583	11607
11335002	466	9046
11337001	318	6324
11342001	384	7640
11530000	273	5384
11536004	274	5361
11542001	306	6047
11545000	239	4736

11710000	152	2998
11711000	196	3890
12284007	464	9242
12289001	401	7963
12289002	471	9068
12876004	76	1474

[133 rows x 2 columns]

```
[23]: datos['fecha2'] = datos['fecha'].dt.strftime('%Y/%m/%d')
```

```
[24]: datos[(datos['fecha2']>='2016/01/01') & (datos['fecha2']<='2017/12/
↪31')]['codigo_estacion'].unique()
```

```
[24]: array([11040001, 6019003, 11530000, 10704002, 7317003, 11536004,
8140002, 12876004, 8381003, 5721016, 8380006, 10414001,
7379002, 1021001, 1020003, 8141001, 3820002, 3825001,
3820003, 3820001, 4558001, 7116001, 11711000, 11710000,
11337001, 11335002, 4308001, 9402001, 4503001, 4726001,
12289002, 12289001, 12284007, 11315001, 11317001, 11310001,
9437002, 3804002, 7123001, 5423003, 4320001, 1211001,
7359001, 7357002, 5704002, 11308001, 7383001, 5410005,
5410002, 5710001, 8394001, 5737002, 3431001, 8358001,
4537001, 2104002, 2105002, 2105001, 9123001, 9129002,
11342001, 9140001, 8334001, 8319001, 8313001, 8312000,
8312001, 8316002, 8317004, 8317005, 4730001, 3453001,
4335001, 4513001, 2120001, 8307002, 8304001, 4716004,
4711001, 3430001, 4523002, 8135002, 8132001, 7381001,
10364001, 7335001, 7335002, 7332001, 6035001, 6034023,
11542001, 11545000, 4323001, 5221002, 2112007, 2110031,
2110001, 2110004, 5748001, 5746001, 7322001])
```

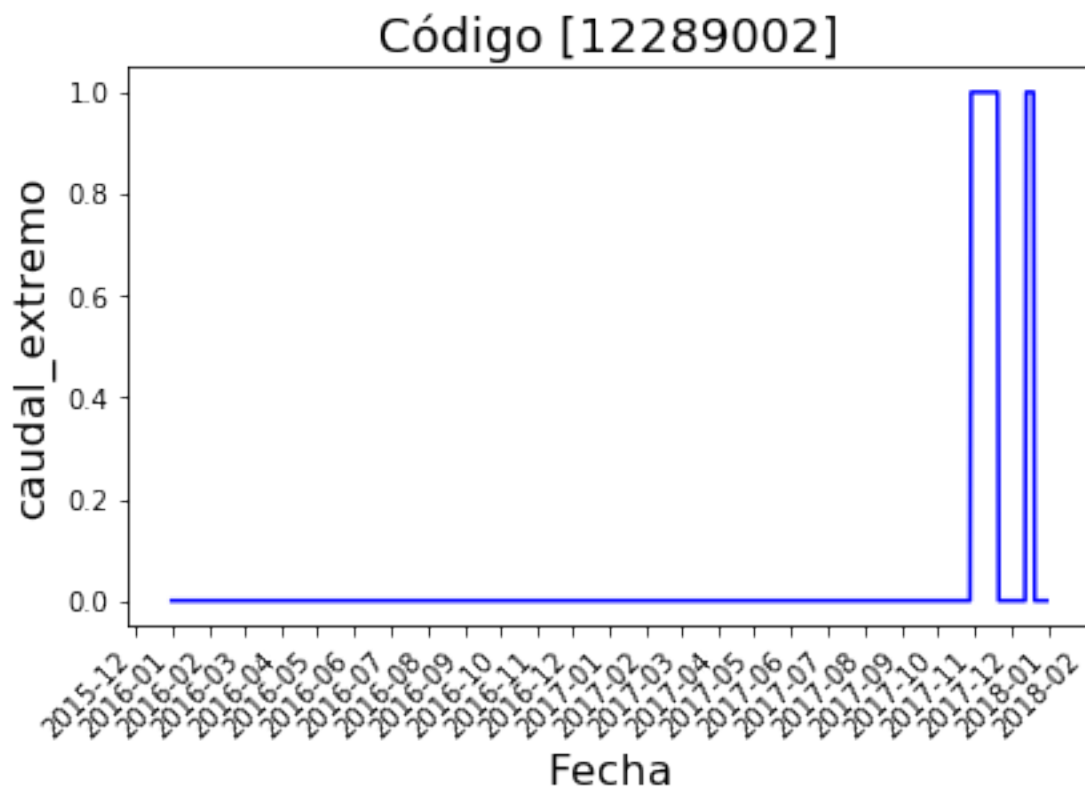
```
[25]: time_plot_una_estacion(12289002,'caudal_extremo', '2016/01/01', '2017/12/31')
```

/anaconda3/lib/python3.7/site-packages/seaborn/relational.py:792: FutureWarning: Converting timezone-aware DatetimeArray to timezone-naive ndarray with 'datetime64[ns]' dtype. In the future, this will return an ndarray with 'object' dtype where each element is a 'pandas.Timestamp' with the correct 'tz'.

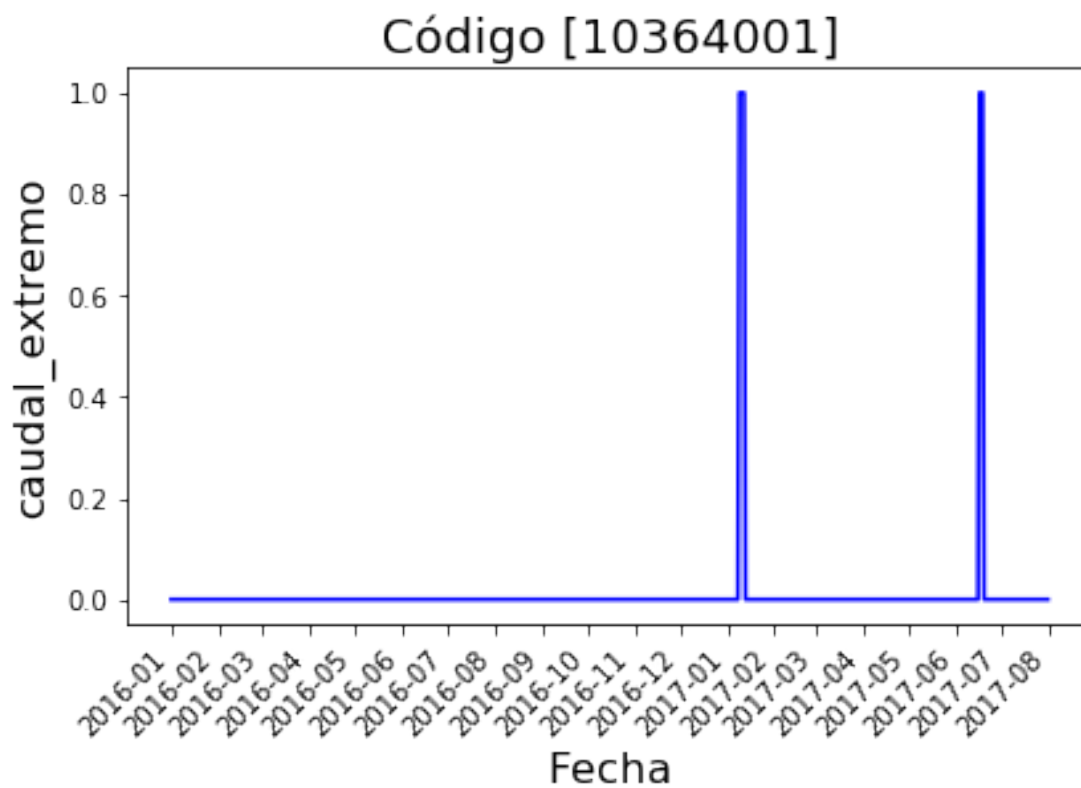
To accept the future behavior, pass 'dtype=object'.

To keep the old behavior, pass 'dtype="datetime64[ns]"'.

```
x, y = np.asarray(x), np.asarray(y)
```

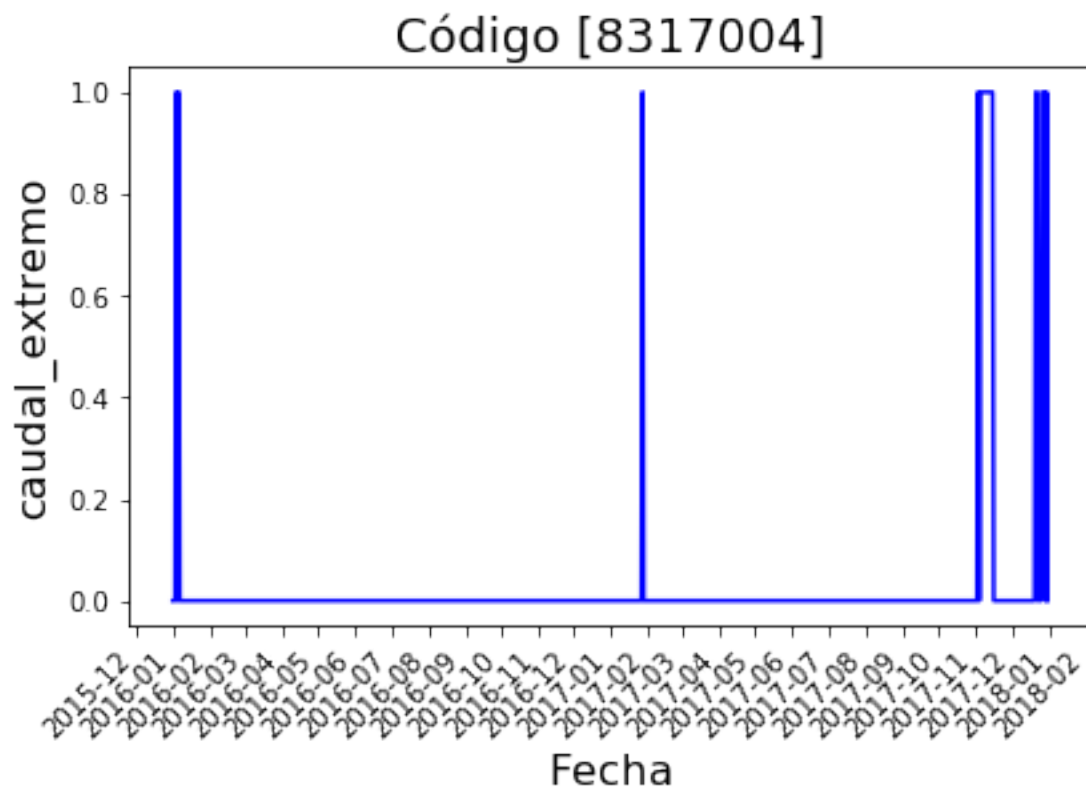


```
[26]: time_plot_una_estacion(10364001, 'caudal_extremo', '2016/01/01', '2017/12/31')
```

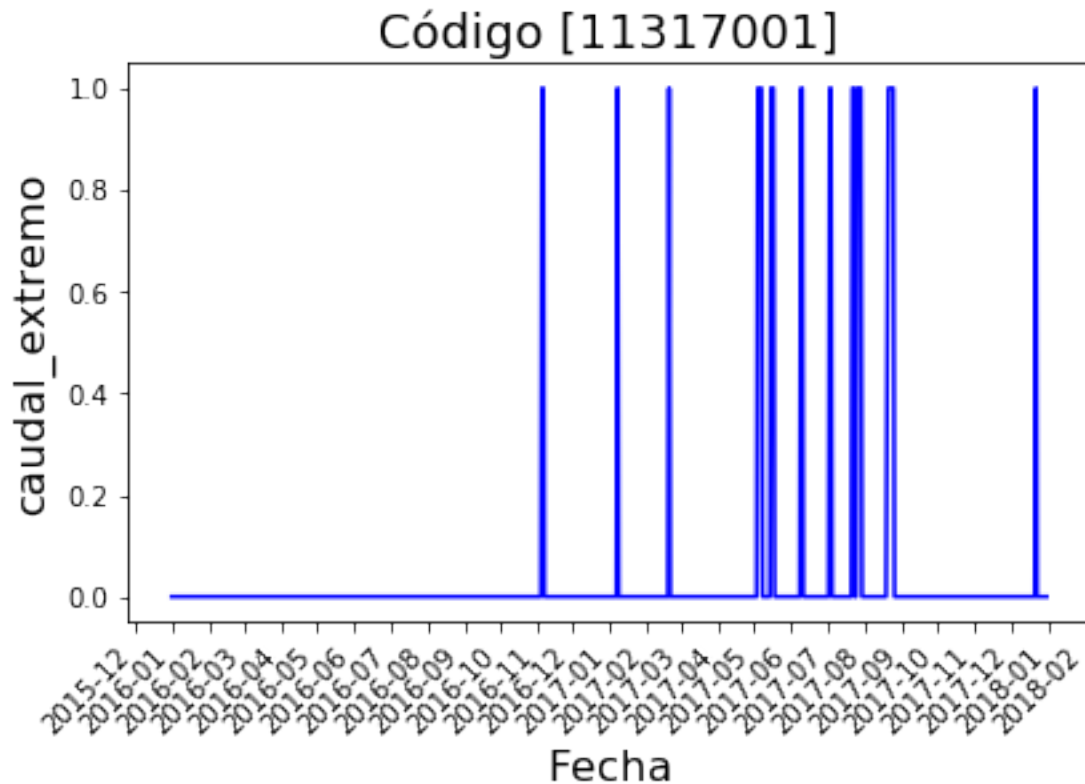


```
[27]: time_plot_una_estacion(8317004, 'caudal_extremo', '2016/01/01', '2017/12/31')
```





```
[28]: time_plot_una_estacion(11317001, 'caudal_extremo', '2016/01/01', '2017/12/31')
```



Para analizar la variable caudal extremo, extraje datos de los años 2016-2017 para coomparar cuencas con mediciones es en el mismo período de tiempo. Luego utilizando la función creada más arriba hice comparación para 4 cuencas al azar y lo que se puede observar es que no existe un patrón común de comportamiento entre ellas. Para poder tener una mejor noción de comparación creo habría que consideras más variables, como la ubicación geográfica por ejemplo.

## 6 Eventos extremos a través del tiempo

```
[29]: #Creo Dataframe agrupando por año y calculo la proporción del total en cada uno
      ↪ para cada una se las 3 variables
datos_año = datos[['fecha', 'caudal_extremo', 'precip_extremo', 'temp_extremo']].
      ↪ groupby(datos.fecha.dt.year)
#datos_año.drop(columns = ['fecha'], inplace = True)
datos_año = datos_año.sum()
datos_año['caudal_extremo'] = datos_año['caudal_extremo']/
      ↪ datos['caudal_extremo'].sum()*100
datos_año['precip_extremo'] = datos_año['precip_extremo']/
      ↪ datos['precip_extremo'].sum()*100
datos_año['temp_extremo'] = datos_año['temp_extremo']/datos['temp_extremo'].
      ↪ sum()*100
```

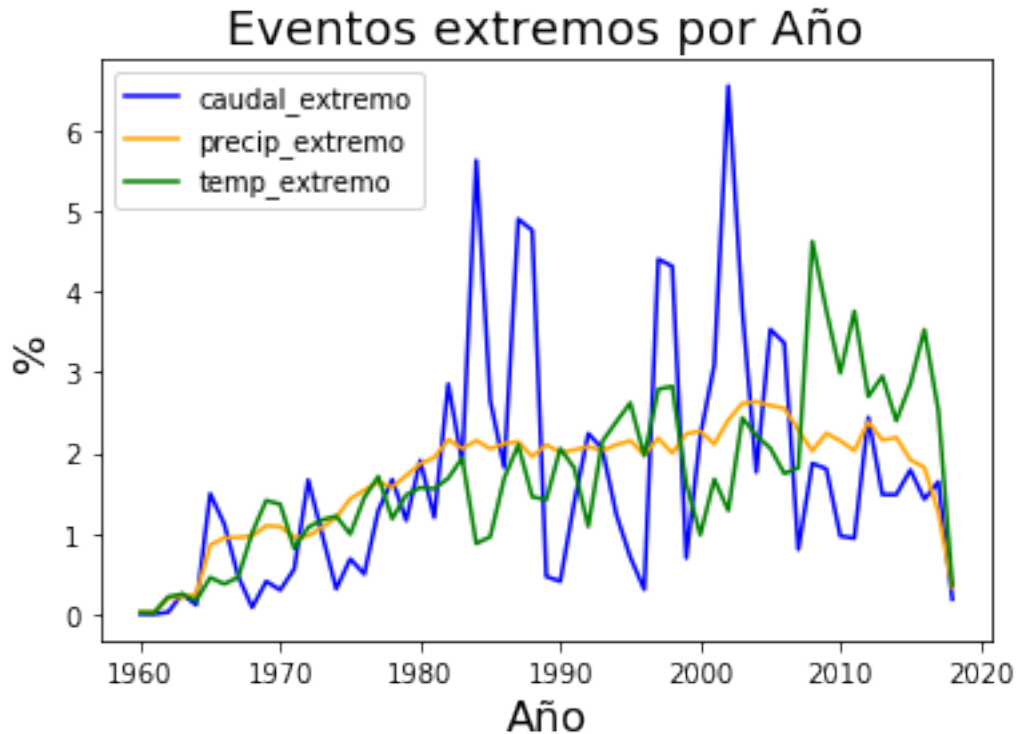
datos\_año

```
[29]:      caudal_extremo  precip_extremo  temp_extremo
fecha
1960      0.001574      0.023325      0.021351
1961      0.000000      0.024139      0.018301
1962      0.023607      0.202331      0.215037
1963      0.250236      0.206399      0.247064
1964      0.113314      0.248981      0.166235
1965      1.493547      0.856787      0.454476
1966      1.118980      0.944392      0.373646
1967      0.468996      0.953071      0.457526
1968      0.083412      0.970971      1.011133
1969      0.406043      1.096004      1.409181
1970      0.299024      1.086240      1.363428
1971      0.558703      0.950630      0.814397
1972      1.663519      0.970158      1.076712
1973      0.985206      1.076205      1.169742
1974      0.313189      1.199068      1.215495
1975      0.684608      1.430420      0.991307
1976      0.497325      1.536467      1.444258
1977      1.282657      1.636276      1.706573
1978      1.669814      1.576608      1.183468
1979      1.161473      1.720626      1.479335
1980      1.905886      1.861932      1.569315
1981      1.199245      1.942756      1.554064
1982      2.854895      2.165157      1.685222
1983      1.877557      2.053143      1.936861
1984      5.627951      2.153224      0.875400
1985      2.648725      2.050973      0.959280
1986      1.819326      2.114981      1.686747
1987      4.899276      2.139663      2.098521
1988      4.759207      1.953605      1.454934
1989      0.467422      2.101149      1.418332
1990      0.406043      2.005408      2.052768
1991      1.388102      2.036327      1.813329
1992      2.237960      2.078909      1.087388
1993      2.053824      2.026835      2.141223
1994      1.237016      2.100878      2.385237
1995      0.706641      2.150511      2.618576
1996      0.305319      1.976659      1.962788
1997      4.401952      2.183058      2.789385
1998      4.313818      1.995915      2.824462
1999      0.695625      2.236217      1.607442
2000      2.208058      2.270391      0.983682
2001      3.092540      2.109828      1.673021
```

2002	6.551778	2.408714	1.285649
2003	3.783444	2.612672	2.434040
2004	1.761095	2.635455	2.214427
2005	3.531634	2.588262	2.058868
2006	3.363236	2.552461	1.743175
2007	0.801070	2.284223	1.814854
2008	1.869688	2.023580	4.622541
2009	1.802014	2.242998	3.768492
2010	0.967894	2.149427	2.989172
2011	0.941139	2.026835	3.756291
2012	2.440982	2.384575	2.699405
2013	1.484105	2.158377	2.951045
2014	1.482531	2.189838	2.397438
2015	1.787850	1.915363	2.853439
2016	1.424300	1.819622	3.529053
2017	1.641486	1.263890	2.525545
2018	0.184136	0.327093	0.359921

```
[30]: datos_año.reset_index(level=0, inplace=True)
```

```
[31]: colores = ['blue', 'orange', 'green']
for indice, columna in enumerate(['caudal_extremo', 'precip_extremo',
    ↳ 'temp_extremo']):
    sns.lineplot(x = 'fecha', y = columna, data = datos_año,
    ↳ color=colores[indice], label = columna)
plt.title("Eventos extremos por Año", fontsize=18)
plt.xlabel('Año', fontsize=16)
plt.ylabel('%', fontsize=16)
plt.show()
```



De la visualización del gráfico, se puede concluir que en los últimos 60 años aprox. los eventos extremos de temperatura, presentan una tendencia al alza, se han ido haciendo más comunes. En cambio, si bien caudal tiene picks, más marcados en dos períodos de tiempo, no se concluye que actualmente ocurran con mayor frecuencia, y finalmente los eventos extremos de precipitación hasta 2005 aprox se ve una tendencia hacia arriba pero luego pierde un poco esa trayectoria.

## 7 Modelos Predictivos

### 7.0.1 Crear dataframe para predicción

```
[48]: # Nuevo dataframe con columnas elegidas
df = datos[['fecha', 'codigo_estacion', 'altura', 'latitud', 'longitud',
            'caudal', 'precip_promedio', 'temp_max_promedio', 'season',
            'precip_extremo', 'temp_extremo', 'caudal_extremo']]
# One-hot-encoding season
df = pd.get_dummies(df, prefix=['season'], columns=['season'])
#df['doy'] = df.fecha.dt.dayofyear
#df[['altura', 'latitud', 'longitud', 'doy']] = RobustScaler().
    fit_transform(df[['altura', 'latitud', 'longitud', 'doy']])
# Codigo_estacion to categorical
df['codigo_estacion'] = pd.Categorical(df['codigo_estacion']).codes

# Split dataframe en X e Y
```

```
df_X = df.drop(columns=['fecha', 'caudal_extremo'])
df_y = df['caudal_extremo']
```

## 7.0.2 Split data en training y test

```
[52]: train_X, test_X, train_y, test_y = train_test_split(df_X, df_y, test_size=0.25,
↳ random_state=42)
```

## 7.1 1. XGBClassifier

```
[57]: xgb1 = XGBClassifier(
    learning_rate =0.007,
    n_estimators=1000,
    max_depth = 3,
    min_child_weight = 5,
    gamma=0.4,
    subsample=0.55,
    colsample_bytree=0.85,
    reg_alpha=0.005,
    objective= 'binary:logistic',
    nthread=4,
    scale_pos_weight=19,
    seed=27
)
# modelfit(xgb1, train, train_X)
xgb1.fit(train_X, train_y)
```

```
↳ -----
```

```
NameError                                Traceback (most recent call↳
↳last)
```

```
<ipython-input-57-ba94f785786a> in <module>
    16 xgb1.fit(train_X, train_y)
    17
---> 18 auc = roc_auc_score(train_y, xgb1.predict(train_X))
    19 print("Performance train : ", auc)
    20
```

```
NameError: name 'roc_auc_score' is not defined
```

### 7.1.1 1.1 XGBClassifier: Resultados

```
[73]: y_predict = xgb1.predict(train_X)
auc = roc_auc_score(train_y, y_predict)
print('Confusion matrix:\n', confusion_matrix(train_y, y_predict))
print('Train accuracy: %.4f %%' % accuracy_score(train_y, y_predict))
print('Train AUC: %.4f %%\n' % auc)

y_predict = xgb1.predict(test_X)
auc = roc_auc_score(test_y, y_predict)
print('Confusion matrix:\n', confusion_matrix(test_y, y_predict))
print('Test accuracy: %.4f %%' % accuracy_score(test_y, y_predict))
print('Test AUC: %.4f %%\n' % auc)
```

```
Confusion matrix:
[[722425 172227]
 [ 7724 39982]]
Train accuracy: 0.8090 %
Train AUC: 0.8228 %
```

```
Confusion matrix:
[[240563 57723]
 [ 2652 13182]]
Test accuracy: 0.8078 %
Test AUC: 0.8195 %
```

## 7.2 2. LogisticRegression

```
[69]: from sklearn.linear_model import LogisticRegression

model1 = LogisticRegression(random_state=42, solver='lbfgs',
    ↪class_weight='balanced', max_iter=1000).fit(train_X, train_y)
```

### 7.2.1 2.1 LogisticRegression: Resultados

```
[70]: y_test_hat = model1.predict(test_X)
y_test_hat_probs = model1.predict_proba(test_X)[:,-1]
test_accuracy = accuracy_score(test_y, y_test_hat)*100
test_auc_roc = roc_auc_score(test_y, y_test_hat_probs)*100
print('Confusion matrix:\n', confusion_matrix(test_y, y_test_hat))
print('Test accuracy: %.4f %%' % test_accuracy)
print('Test AUC: %.4f %%' % test_auc_roc)
```

```
Confusion matrix:
[[210970 87316]
 [ 6952 8882]]
```

Training accuracy: 69.9898 %  
Training AUC: 70.2326 %

### 7.3 Propuesta utilización Modelo

Se propone utilizar el modelo (XGBClassifier) con la información de los últimos 7 días para predecir el día siguiente. Para esto, usar el método Weighted Moving Average para calcular el caudal, la precipitación y temperatura. Los demás features son estáticos.

### 7.4 Conclusión Modelos

De los modelos creados el que tiene mejor performance es el que utiliza XGBClassifier. Como métrica de performance se utilizó “AUC - ROC curve” la cual es un método para medir distintos problemas de clasificación. Nos dice que tan bien el modelo es capaz de distinguir entre las distintas clases. Mientras más alto, mejor clasifica el modelo. Cabe destacar que en ambos modelos creados se utilizó una medida para lidiar con el desbalance presente entre los ejemplos clasificados como “extremos”. En el caso de XGBClassifier es el parámetro “scale\_pos\_weight” y en LogisticRegression es el parámetro “class\_weight”.

[ ]: