

Desafio_Spike

August 1, 2021

1 Spike Challenge - Predicción de precios de insumos básicos en Chile

En este desafío vamos a ver si somos capaces de predecir el precio de un insumo básico, como la leche, a partir de variables climatológicas y macroeconómicas. No siempre estos datos nos entregan toda la información que nos gustaría, como por ejemplo señales claras del avance de la sequía a lo largo del país, sin embargo, nos permite entender otro tipo de efectos, como movimientos en ciertos sectores de la economía

Autor: Daniel Pereda

2 0. Cargar paquetes

Paquetes utilizados:

- pandas==1.1.5
- numpy==1.19.5
- matplotlib==3.3.4
- seaborn==0.11.1
- statsmodels==0.12.2
- missingno==0.4.2
- pystan==2.19.1.1
- prophet==1.0
- sklearn==0.24.2

Nota: No cargué todos los paquetes al comienzo para que sea más fácil leer el desarrollo y ver dónde utilicé cada uno.

```
[1]: import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import gc
from tqdm import tqdm
from matplotlib import rcParams
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_pacf

# utilities viene de un paquete personal con funciones que utilizo en proyectos
```

```
# para este desafío tomé 2 funciones para visualizar distribuciones y
↳ correlaciones
from utilities import distplot, plot_corr_one_vs_all

%matplotlib inline

rcParams['figure.figsize'] = 18, 5
rcParams['axes.spines.top'] = False
rcParams['axes.spines.right'] = False
rcParams['lines.linewidth'] = 2.5
```

3 1. Datos: Precipitaciones, Indicadores Económicos Banco Central

- Cargar archivo precipitaciones.csv con las precipitaciones medias mensuales registradas entre enero 1979 y abril 2020. (Unidad: mm).

```
[2]: # Al inspeccionar vemos que date está en formato Año/Mes/Día y en la columna
↳ date
precipitaciones = pd.read_csv("precipitaciones.csv", parse_dates = ["date"])
precipitaciones.head(2)
```

```
[2]:      date  Coquimbo  Valparaíso  Metropolitana_de_Santiago \
0 1989-02-01  0.719033    0.117045                0.028272
1 1998-10-01  0.065216    0.000000                0.011493

      Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins      Maule      Biobío  La_Araucanía \
0                0.0  0.724667  9.172945    22.595834
1                0.0  0.008968  2.089674    14.702087

      Los_Ríos
0  52.268010
1  45.142041
```

- Cargar archivo banco_central.csv con variables económicas.

A este no le haré parse_dates ya que hay fechas incorrectas (comentarios en gitter)

```
[3]: banco = pd.read_csv("banco_central.csv")
banco.head(2)
```

```
[3]:      Periodo  Imacec_empalmado  Imacec_produccion_de_bienes \
0 2013-03-01 00:00:00 UTC    102.796.218    10.546.824
1 2013-04-01 00:00:00 UTC    101.664.842    999.272.757

      Imacec_minero  Imacec_industria  Imacec_resto_de_bienes  Imacec_comercio \
0    978.554.365    102.297.537    114.994.919    110.729.395
```

```

1    927.333.293      104.485.589      102.199.311      106.098.291

    Imacec_servicios Imacec_a_costo_de_factores Imacec_no_minero ... \
0      100.064.328      103.163.651      103.405.852 ...
1      102.600.107      101.937.319      102.766.884 ...

    Indice_de_tipo_de_cambio_real___TCR_promedio_1986_100 \
0      865.903.468
1      867.806.065

    Indice_de_produccion_industrial Indice_de_produccion_industrial__mineria \
0      102.761.705      98.915.705
1      968.087.179      914.276.663

    Indice_de_produccion_industrial_electricidad__gas_y_agua \
0      NaN
1      NaN

    Indice_de_produccion_industrial__manufacturera \
0      108.387.837
1      104.545.429

    Generacion_de_energia_electrica_CDEC_GWh \
0      580.480.672
1      544.815.032

    Indice_de_ventas_comercio_real_IVCM \
0      NaN
1      NaN

    Indice_de_ventas_comercio_real_no_durables_IVCM \
0      NaN
1      NaN

    Indice_de_ventas_comercio_real_durables_IVCM Ventas_autos_nuevos
0      NaN      28577.0
1      NaN      32206.0

[2 rows x 85 columns]

```

4 2. Análisis de datos. Creación de variables

4.1 2.1 EDA

Realiza un análisis exploratorio de la base de datos, ¿Qué puedes decir de los datos, sus distribuciones, valores faltantes, otros? ¿Hay algo que te llame la atención?

4.1.1 2.1.1 Precipitaciones

```
[4]: precipitaciones.info() # Parsing de los datos correctos, sin valores faltantes
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 496 entries, 0 to 495
Data columns (total 9 columns):
#   Column                                Non-Null Count  Dtype
---  -
0   date                                  496 non-null    datetime64[ns]
1   Coquimbo                             496 non-null    float64
2   Valparaiso                           496 non-null    float64
3   Metropolitana_de_Santiago            496 non-null    float64
4   Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins 496 non-null    float64
5   Maule                                496 non-null    float64
6   Biobio                               496 non-null    float64
7   La_Araucania                         496 non-null    float64
8   Los_Rios                             496 non-null    float64
dtypes: datetime64[ns](1), float64(8)
memory usage: 35.0 KB
```

Por la cantidad de datos (496), la granularidad debería ser mensual, con 12 datos por año excepto el 2020 con 4. Hagamos un sanity check

```
[5]: precipitaciones["Year"] = precipitaciones.date.dt.year
precipitaciones.groupby("Year").size()
```

```
[5]: Year
1979    12
1980    12
1981    12
1982    12
1983    12
1984    12
1985    12
1986    12
1987    12
1988    12
1989    12
1990    12
1991    12
1992    12
1993    12
1994    12
1995    12
1996    12
1997    12
1998    12
```

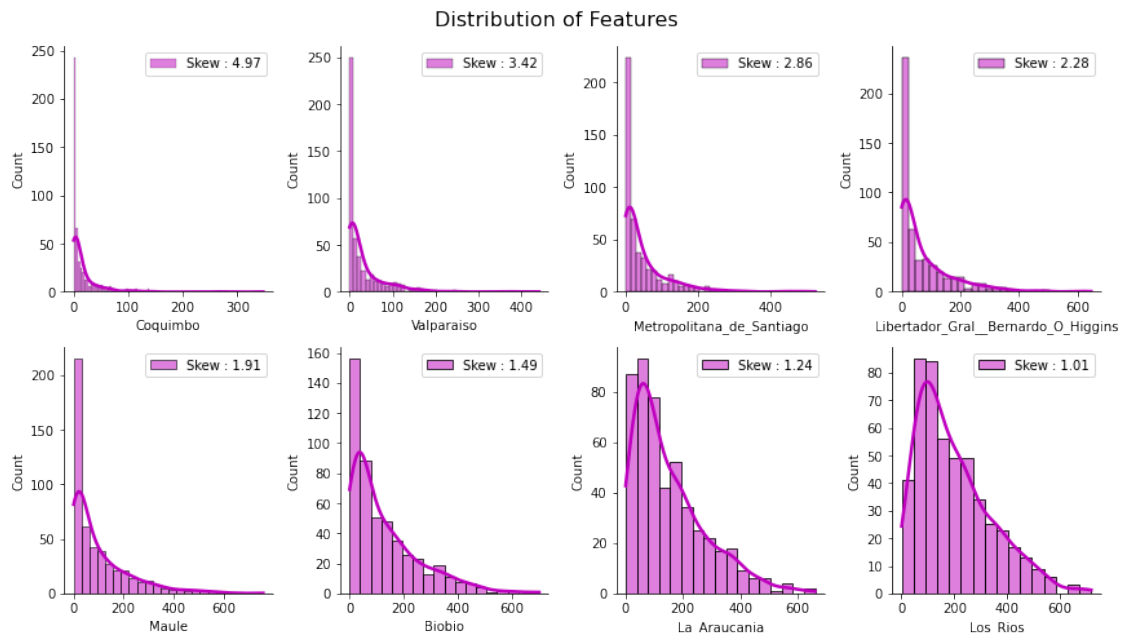
```

1999    12
2000    12
2001    12
2002    12
2003    12
2004    12
2005    12
2006    12
2007    12
2008    12
2009    12
2010    12
2011    12
2012    12
2013    12
2014    12
2015    12
2016    12
2017    12
2018    12
2019    12
2020     4
dtype: int64

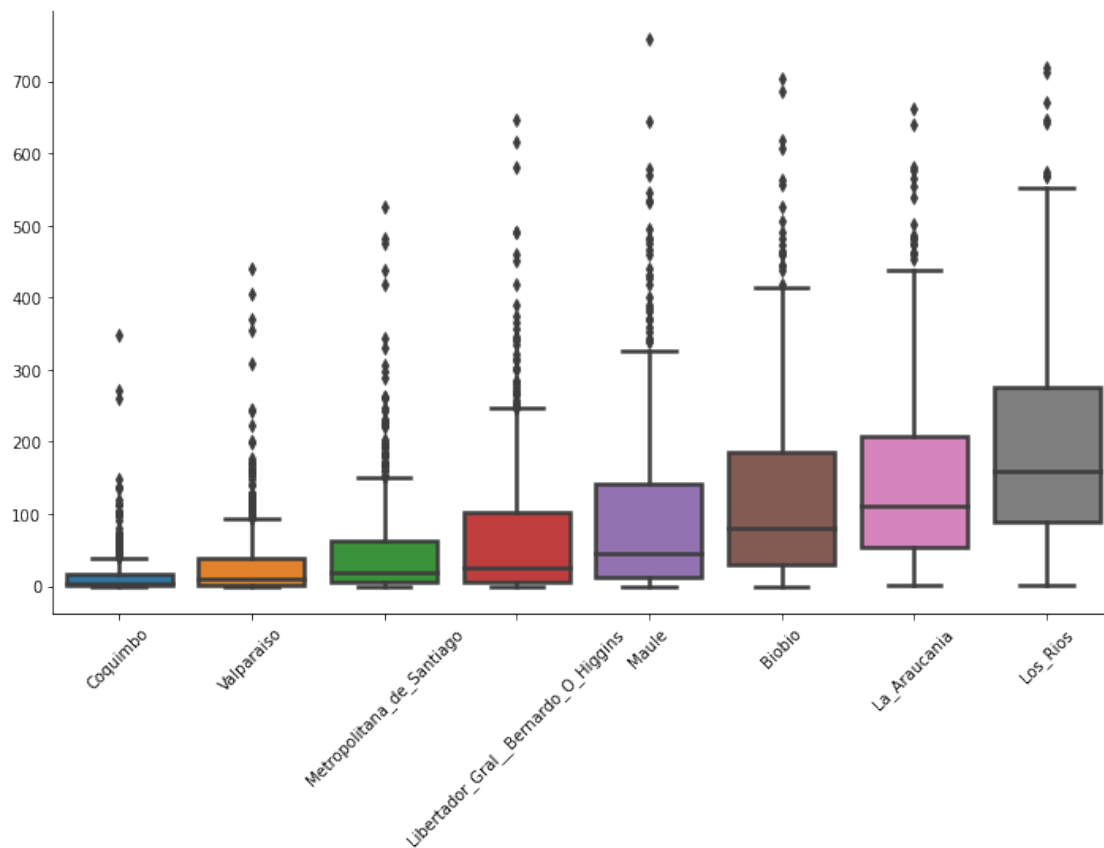
```

Al ver las distribuciones notamos que los datos tienen sentido, las regiones de la zona norte y centro en donde llueve menos presentan altos nivel de skewness, mientras que las que están más al Sur siguen teniendo cola pero con valores más cercanos a 1.

```
[6]: distplot(precipitaciones, precipitaciones.columns[1:-1], 2, 4, figsize = (12,7))
```



```
[7]: plt.figure(figsize = (12,7))
sns.boxplot(data=precipitaciones.iloc[:, 1:-1]) # df.boxplot() pero más bonito
plt.xticks(rotation=45); # No mostrar ticks
```



```
[8]: precipitaciones["Mes"] = precipitaciones.date.dt.month
precipitaciones.groupby("Mes").agg([np.mean, np.std]).T
```

```
[8]: Mes
```

		1	2 \
Coquimbo	mean	2.766008	2.944610
	std	2.455758	2.760183
Valparaíso	mean	3.062071	3.222844
	std	3.151399	4.033771
Metropolitana de Santiago	mean	5.278003	6.262975
	std	5.338101	6.953434
Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	mean	3.961525	6.011637
	std	6.164700	8.406996
Maule	mean	8.767497	14.286021
	std	9.898084	19.106858

Biobio	mean	25.871496	31.972638
	std	25.808050	39.384971
La_Araucania	mean	45.797142	46.460731
	std	35.414021	44.466423
Los_Rios	mean	76.650672	71.807902
	std	46.283944	56.013093
Year	mean	1999.500000	1999.500000
	std	12.267844	12.267844

Mes		3	4 \
Coquimbo	mean	4.486968	9.659514
	std	6.979262	17.164917
Valparaiso	mean	6.007330	20.004618
	std	7.058992	31.917815
Metropolitana_de_Santiago	mean	8.573767	37.341471
	std	9.879403	50.544107
Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	mean	11.427342	53.699936
	std	13.515659	63.647642
Maule	mean	21.113824	74.231390
	std	26.138406	71.334356
Biobio	mean	41.026035	104.794438
	std	32.081657	76.816094
La_Araucania	mean	66.872759	130.978787
	std	35.385320	77.032465
Los_Rios	mean	112.052937	185.423141
	std	50.348127	86.076113
Year	mean	1999.500000	1999.500000
	std	12.267844	12.267844

Mes		5	6 \
Coquimbo	mean	30.024081	42.953674
	std	32.406879	50.115905
Valparaiso	mean	62.905020	92.798588
	std	54.280615	87.154812
Metropolitana_de_Santiago	mean	96.428897	132.383295
	std	76.176689	119.792581
Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	mean	152.075584	196.006548
	std	114.387375	145.770132
Maule	mean	205.537972	259.730409
	std	156.109439	151.239933
Biobio	mean	256.004208	305.336137
	std	173.375693	133.263626
La_Araucania	mean	270.771790	327.173541
	std	158.952817	124.437103
Los_Rios	mean	324.025799	379.998372
	std	158.971602	129.527071
Year	mean	1999.000000	1999.000000

	std	11.979149	11.979149
Mes		7	8 \
Coquimbo	mean	48.848809	32.571550
	std	66.684658	33.883309
Valparaiso	mean	87.934847	63.924038
	std	94.898276	52.076067
Metropolitana_de_Santiago	mean	117.330692	91.852075
	std	109.260877	70.866818
Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	mean	168.717958	133.462853
	std	126.907351	93.008648
Maule	mean	222.539420	171.729785
	std	135.019836	102.423725
Biobio	mean	257.725156	216.357002
	std	117.154923	90.092339
La_Araucania	mean	272.122016	241.462990
	std	104.206985	89.298132
Los_Rios	mean	334.241686	315.782542
	std	112.422863	108.817185
Year	mean	1999.000000	1999.000000
	std	11.979149	11.979149
Mes		9	10 \
Coquimbo	mean	11.980077	5.786375
	std	11.125697	9.119432
Valparaiso	mean	30.089771	13.322917
	std	26.456678	17.045009
Metropolitana_de_Santiago	mean	56.653218	26.377728
	std	45.576491	24.312248
Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	mean	80.101307	38.247538
	std	66.078744	34.935919
Maule	mean	102.111384	59.438046
	std	71.663403	49.557632
Biobio	mean	123.928718	90.274257
	std	67.383612	61.658478
La_Araucania	mean	145.517681	124.089815
	std	62.101115	74.494268
Los_Rios	mean	194.957068	168.052958
	std	71.998574	90.689513
Year	mean	1999.000000	1999.000000
	std	11.979149	11.979149
Mes		11	12
Coquimbo	mean	1.843614	1.082759
	std	2.948757	1.517773
Valparaiso	mean	5.094133	3.423805
	std	6.713913	6.614990

Metropolitana_de_Santiago	mean	12.461711	8.500516
	std	13.282491	12.665185
Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	mean	18.186493	10.315981
	std	17.124672	18.703630
Maule	mean	30.026432	21.178962
	std	26.403279	29.895017
Biobio	mean	51.841178	39.761046
	std	38.880714	40.045892
La_Araucania	mean	84.856510	69.437035
	std	51.523412	56.073030
Los_Rios	mean	127.444375	111.566273
	std	61.820747	78.722652
Year	mean	1999.000000	1999.000000
	std	11.979149	11.979149

Finalmente ordenamos por fecha.

```
[9]: precipitaciones.sort_values(by = "date", inplace = True)
```

4.1.2 2.1.2 Banco Central

Veamos primero la cantidad y el rango de fechas de estos datos, para ver como se compara con el de precipitaciones

```
[10]: banco_shape = banco.shape
print(banco_shape)
banco.Periodo.agg([min,max])
```

```
(614, 85)
```

```
[10]: min    1970-01-01 00:00:00 UTC
max    2020-13-01 00:00:00 UTC
Name: Periodo, dtype: object
```

Inmediatamente vemos que hay una fecha incorrecta, debemos cambiar el mes “13” por el mes correcto.

```
[11]: banco[banco.Periodo >= "2020-01-01"]
```

```
[11]:
```

	Periodo	Imacec_empalmado	Imacec_produccion_de_bienes \
84	2020-01-01 00:00:00 UTC	110.288.587	110.053.602
85	2020-02-01 00:00:00 UTC	106.982.117	109.066.914
86	2020-03-01 00:00:00 UTC	114.025.267	114.239.103
87	2020-04-01 00:00:00 UTC	988.542.998	100.570.487
88	2020-05-01 00:00:00 UTC	982.393.209	969.940.132
89	2020-13-01 00:00:00 UTC	NaN	NaN
90	2020-06-01 00:00:00 UTC	968.929.046	909.523.847
91	2020-07-01 00:00:00 UTC	966.693.225	933.369.433

92	2020-08-01 00:00:00 UTC	101.314.552	926.876.935
93	2020-09-01 00:00:00 UTC	103.201.091	922.072.659
94	2020-10-01 00:00:00 UTC	108.402.879	103.551.978
145	2020-11-01 00:00:00 UTC	NaN	NaN

	Imacec_minero	Imacec_industria	Imacec_resto_de_bienes	Imacec_comercio	\
84	971.096.859	107.389.384	122.090.238	121.522.337	
85	970.172.781	101.005.355	124.713.152	119.993.696	
86	102.936.421	106.375.174	129.143.951	121.312.282	
87	986.442.174	969.425.393	104.850.643	926.889.279	
88	106.092.921	937.147.742	924.598.764	893.637.866	
89	NaN	NaN	NaN	803.222.345	
90	103.616.298	920.403.499	80.182.653	891.539.668	
91	104.988.256	969.434.205	813.420.488	931.746.336	
92	103.697.799	980.026.279	798.286.232	108.232.893	
93	100.589.658	100.132.069	793.042.271	111.622.999	
94	103.153.982	108.477.999	998.283.785	116.649.655	
145	NaN	NaN	NaN	NaN	

	Imacec_servicios	Imacec_a_costo_de_factores	Imacec_no_minero	...	\
84	108.043.984	110.123.027	111.698.153	...	
85	102.962.024	106.934.379	108.021.397	...	
86	113.370.357	114.477.486	115.187.423	...	
87	100.658.794	99.848.482	987.676.061	...	
88	101.805.244	987.747.993	972.149.892	...	
89	NaN	NaN	NaN	...	
90	103.608.903	974.199.885	96.001.603	...	
91	996.428.565	966.321.757	955.926.074	...	
92	104.806.496	100.569.037	10.092.332	...	
93	108.317.886	102.561.718	103.388.943	...	
94	109.798.567	108.112.878	108.891.792	...	
145	NaN	NaN	NaN	...	

	Indice_de_tipo_de_cambio_real___TCR_promedio_1986_100	\
84	103.527.477	
85	104.899.349	
86	107.247.137	
87	105.982.122	
88	101.774.069	
89	NaN	
90	100.561.281	
91	100.164.187	
92	10.151.671	
93	100.765.123	
94	102.554.585	
145	NaN	

	Indice_de_produccion_industrial	Indice_de_produccion_industrial_mineria \
84	101.007.846	926.196.774
85	973.346.365	914.239.245
86	105.057.936	975.494.911
87	960.396.492	928.533.255
88	974.478.672	100.006.637
89	NaN	NaN
90	946.860.578	972.407.155
91	977.952.851	989.525.701
92	990.282.658	10.054.901
93	981.354.575	986.035.178
94	104.873.347	102.057.742
145	NaN	NaN

	Indice_de_produccion_industrial_electricidad_gas_y_agua \
84	111.139.827
85	105.197.492
86	10.913.508
87	100.815.336
88	106.233.534
89	NaN
90	106.350.102
91	10.629.584
92	105.462.309
93	99.974.429
94	10.233.489
145	NaN

	Indice_de_produccion_industrial_manufacturera \
84	106.953.412
85	101.356.894
86	111.534.401
87	980.837.688
88	928.877.962
89	NaN
90	894.644.274
91	946.859.919
92	960.377.084
93	972.476.933
94	10.824.254
145	NaN

	Generacion_de_energia_electrica_CDEC_GWh \
84	6798.2
85	6368.2
86	6764.5
87	6181.5

88	6406.2
89	NaN
90	6419.1
91	6477.7
92	6452
93	6163.1
94	6436.9
145	NaN

Indice_de_ventas_comercio_real_IVCM \	
84	10.990.377
85	109.187.214
86	101.811.696
87	757.349.073
88	843.783.483
89	NaN
90	835.159.772
91	901.338.756
92	119.872.405
93	118.690.966
94	122.239.313
145	NaN

Indice_de_ventas_comercio_real_no_durables_IVCM \	
84	106.139.507
85	107.607.749
86	102.108.611
87	763.378.636
88	836.117.127
89	NaN
90	824.851.611
91	878.226.907
92	107.356.493
93	107.622.401
94	114.265.499
145	NaN

Indice_de_ventas_comercio_real_durables_IVCM Ventas_autos_nuevos		
84	125.792.769	32104.0
85	115.854.156	25025.0
86	100.558.413	19177.0
87	731.898.208	8906.0
88	876.143.273	8681.0
89	893.234.345	NaN
90	878.670.656	8971.0
91	998.894.175	11454.0
92	172.702.233	19037.0

93	165.411.522	31897.0
94	155.896.885	36243.0
145	NaN	29486.0

[12 rows x 85 columns]

Vemos que el único mes faltante es Diciembre, además hubo un problema con la recolección de datos en Noviembre la cual persiste en Diciembre.

```
[12]: banco.loc[banco.Periodo == "2020-13-01 00:00:00 UTC", "Periodo"] = "2020-12-01_
      ↪00:00:00 UTC"
```

Cambiamos ahora la columna “Periodo” a datetime y deslocalizamos para tener consistencia con los datos de precipitación. En caso de existir otra fecha incorrecta, esto nos arrojará un error.

```
[13]: banco["Periodo"] = pd.to_datetime(banco["Periodo"]).dt.date.astype('datetime64')
      banco.sort_values(by = "Periodo", inplace = True) # Ordenar por fecha
```

Tenemos datos desde Enero 1970 hasta Diciembre 2020, esto corresponde a $(2020 - 1970 + 1) \times 12 = 612$ datos, pero tenemos 614 filas. Esto significa que tenemos filas duplicadas que tendremos que arreglar.

```
[14]: banco.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 614 entries, 146 to 89
Data columns (total 85 columns):
 #   Column
Non-Null Count  Dtype
---  -
-----
 0   Periodo
614 non-null    datetime64[ns]
 1   Imacec_empalmado
300 non-null    object
 2   Imacec_produccion_de_bienes
300 non-null    object
 3   Imacec_minero
300 non-null    object
 4   Imacec_industria
301 non-null    object
 5   Imacec_resto_de_bienes
300 non-null    object
 6   Imacec_comercio
301 non-null    object
 7   Imacec_servicios
300 non-null    object
 8   Imacec_a_costo_de_factores
```

300 non-null object
 9 Imacec_no_minero
 300 non-null object
 10 PIB_Agropecuario_silvicola
 96 non-null object
 11 PIB_Pesca
 95 non-null object
 12 PIB_Mineria
 95 non-null object
 13 PIB_Mineria_del_cobre
 95 non-null object
 14 PIB_Otras_actividades_mineras
 96 non-null object
 15 PIB_Industria_Manufacturera
 99 non-null object
 16 PIB_Alimentos
 95 non-null object
 17 PIB_Bebidas_y_tabaco
 95 non-null object
 18 PIB_Textil
 95 non-null object
 19 PIB_Maderas_y_muebles
 95 non-null object
 20 PIB_Celulosa
 95 non-null object
 21 PIB_Refinacion_de_petroleo
 95 non-null object
 22 PIB_Quimica
 98 non-null object
 23 PIB_Minerales_no_metalicos_y_metalica_basica
 96 non-null object
 24 PIB_Productos_metalicos
 95 non-null object
 25 PIB_Electricidad
 95 non-null object
 26 PIB_Construccion
 95 non-null object
 27 PIB_Comercio
 95 non-null object
 28 PIB_Restaurantes_y_hoteles
 95 non-null object
 29 PIB_Transporte
 95 non-null object
 30 PIB_Comunicaciones
 95 non-null object
 31 PIB_Servicios_financieros
 95 non-null object
 32 PIB_Servicios_empresariales

95 non-null object
 33 PIB_Servicios_de_vivienda
 95 non-null object
 34 PIB_Servicios_personales
 95 non-null object
 35 PIB_Administracion_publica
 95 non-null object
 36 PIB_a_costo_de_factores
 95 non-null object
 37 Impuesto_al_valor_agregado
 95 non-null object
 38 Derechos_de_Importacion
 95 non-null object
 39 PIB
 95 non-null object
 40 Precio_de_la_gasolina_en_EEUU_dolaresm3
 594 non-null object
 41 Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz
 613 non-null float64
 42 Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz
 613 non-null float64
 43 Precio_del_cobre_refinado_BML_dolareslibra
 613 non-null object
 44 Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon
 172 non-null float64
 45 Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidades_termicas_britanicas
 253 non-null float64
 46 Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril
 253 non-null float64
 47 Precio_del_kerosene_dolaresm3
 253 non-null object
 48 Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril
 453 non-null float64
 49 Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN
 157 non-null float64
 50 Tipo_de_cambio_del_dolar_observado_diario
 462 non-null object
 51 Ocupados
 130 non-null object
 52 Ocupacion_en_Agricultura_INE
 94 non-null object
 53 Ocupacion_en_Explotacion_de_minas_y_canteras_INE
 95 non-null object
 54 Ocupacion_en_Industrias_manufactureras_INE
 94 non-null object
 55 Ocupacion_en_Suministro_de_electricidad_INE
 95 non-null object
 56 Ocupacion_en_Actividades_de_servicios_administrativos_y_de_apoyo_INE

94 non-null object
 57 Ocupacion_en_Actividades_profesionales_INE
 94 non-null object
 58 Ocupacion_en_Actividades_inmobiliarias_INE
 94 non-null object
 59 Ocupacion_en_Actividades_financieras_y_de_seguros_INE
 94 non-null object
 60 Ocupacion_en_Informacion_y_comunicaciones_INE
 95 non-null object
 61 Ocupacion_en_Transporte_y_almacenamiento_INE
 94 non-null object
 62 Ocupacion_en_Actividades_de_alojamiento_y_de_servicio_de_comidas_INE
 94 non-null object
 63 Ocupacion_en_Construccion_INE
 94 non-null object
 64 Ocupacion_en_Comercio_INE
 94 non-null object
 65 Ocupacion_en_Suministro_de_agua_evacuacion_de_aguas_residuales_INE
 98 non-null object
 66 Ocupacion_en_Administracion_publica_y_defensa_INE
 94 non-null object
 67 Ocupacion_en_Enseanza_INE
 94 non-null object
 68 Ocupacion_en_Actividades_de_atencion_de_la_salud_humana_y_de_asistencia_soc
 ial_INE 94 non-null object
 69 Ocupacion_en_Actividades_artisticas_INE
 94 non-null object
 70 Ocupacion_en_Otras_actividades_de_servicios_INE
 95 non-null object
 71 Ocupacion_en_Actividades_de_los_hogares_como_empleadores_INE
 94 non-null object
 72 Ocupacion_en_Actividades_de_organizaciones_y_organos_extraterritoriales_INE
 94 non-null object
 73 No_sabe_No_responde_Miles_de_personas
 10 non-null object
 74 Tipo_de_cambio_nominal_multilateral__TCM
 313 non-null object
 75 Indice_de_tipo_de_cambio_real__TCR_promedio_1986_100
 420 non-null object
 76 Indice_de_produccion_industrial
 144 non-null object
 77 Indice_de_produccion_industrial__mineria
 372 non-null object
 78 Indice_de_produccion_industrial_electricidad__gas_y_agua
 84 non-null object
 79 Indice_de_produccion_industrial__manufacturera
 360 non-null object
 80 Generacion_de_energia_electrica_CDEC_GWh


```

264 non-null    object
   81  Indice_de_ventas_comercio_real_IVCM
84 non-null    object
   82  Indice_de_ventas_comercio_real_no_durables_IVCM
84 non-null    object
   83  Indice_de_ventas_comercio_real_durables_IVCM
85 non-null    object
   84  Ventas_autos_nuevos
145 non-null   float64
dtypes: datetime64[ns](1), float64(8), object(76)
memory usage: 412.5+ KB

```

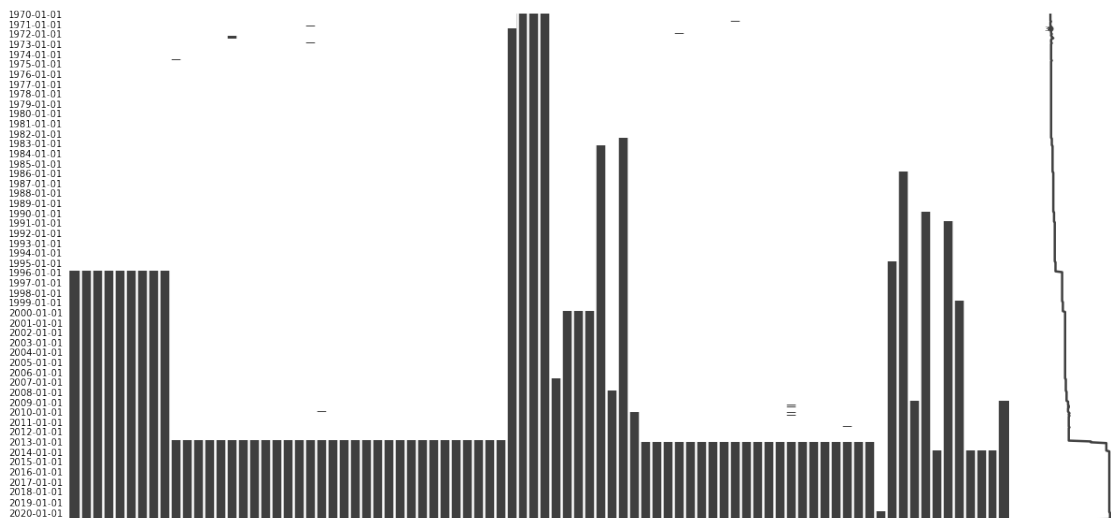
Notamos que la cantidad de valores nulos en algunas columnas es significativamente alta. Esta es una de las razones por las cuales columnas que deberían ser numéricas son reconocidas como object.

Utilizando el paquete `missingno` podemos visualizar los valores nulos y ver si hay algún patrón

```

[15]: import missingno as msno
      msno.matrix(banco.set_index("Periodo"), freq='YS', figsize = (20, 10),
      ↪fontsize=8);

```



Efectivamente, la mayoría de los datos se tienen solo desde el año 2013. Tenemos que analizar qué haremos con esto, dependiendo del rango de fechas de nuestro target set `precio_leche.csv`, correlación entre columnas y resultados del modelo base.

Por último, me llama la atención que la mayoría de los números tienen doble punto 933.369.433 por lo que tendremos que hacer una limpieza para transformarlos realmente en números.

Por todo lo anterior, no podemos sacar mucha información estadística de estos datos antes de limpiarlos.

```
[16]: banco.describe().T
```

```
[16]:
```

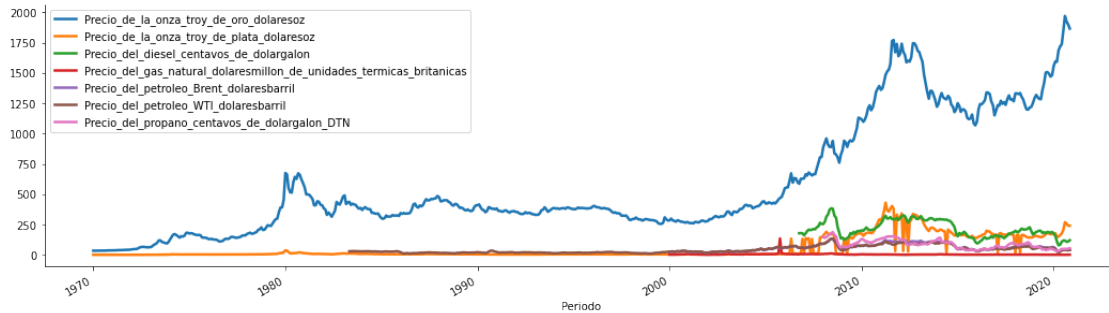
	count	mean \
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	613.0	578.706574
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	613.0	54.202123
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	172.0	215.337558
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	253.0	5.055426
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	253.0	63.673202
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	453.0	43.066137
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	157.0	88.528822
Ventas_autos_nuevos	145.0	26694.082759

	std	min \
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	468.018646	34.9400
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	89.493857	1.3200
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	68.625224	79.4900
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	8.580500	1.6128
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	29.704824	18.6000
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	28.014437	11.3000
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	36.772454	29.2330
Ventas_autos_nuevos	7170.231956	4658.0000

	25%	50% \
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	292.5400	385.0400
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	4.7600	6.0800
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	162.4475	200.3400
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	2.8638	3.8851
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	39.9300	59.3700
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	20.1000	30.3900
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	54.8880	88.0430
Ventas_autos_nuevos	23701.0000	27912.0000

	75%	max
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	828.8000	1969.780
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	35.0800	431.028
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	286.3925	384.380
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	5.9300	136.338
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	79.2700	133.900
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	59.8000	133.930
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	110.7380	187.875
Ventas_autos_nuevos	31800.0000	39263.000

```
[17]: banco.set_index("Periodo").drop(columns = "Ventas_autos_nuevos").plot();
```



Podemos ver que existen datos para “Precio de la onza troy de oro dolaresoz” desde el año 1970 y que tal serie presenta una tendencia. Por otro lado, las demás variables asociadas a Precios parecieran tener baja variación antes del año 2005.

Veamos sus distribuciones haciendo un slicing en tal año.

```
[18]: banco.set_index("Periodo").loc[:"2005-01-01"].describe().T
```

```
[18]:
```

	count	mean	\
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	421.0	304.687482	
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	421.0	5.874636	
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	0.0	NaN	
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	61.0	5.149541	
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	61.0	29.227213	
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	261.0	23.156015	
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	0.0	NaN	
Ventas_autos_nuevos	0.0	NaN	

	std	min	25%	\
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	132.912910	34.94	207.83	
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	3.760904	1.32	4.39	
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	NaN	NaN	NaN	
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	1.908447	2.44	3.50	
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	6.393177	18.60	25.53	
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	7.144759	11.30	18.20	
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	NaN	NaN	NaN	
Ventas_autos_nuevos	NaN	NaN	NaN	

	50%	75%	max
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	340.44	387.70	675.31
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	5.12	6.26	38.26
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	NaN	NaN	NaN
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	5.35	6.17	10.71
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	27.77	31.18	49.77
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	21.00	28.30	53.30
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	NaN	NaN	NaN

Ventas_autos_nuevos	NaN	NaN	NaN
---------------------	-----	-----	-----

```
[19]: banco.set_index("Periodo").loc["2005-01-01:"].describe().T
```

```
[19]:
```

	count	mean	\
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	193.0	1175.637202	
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	193.0	159.374619	
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	172.0	215.337558	
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	193.0	5.031362	
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	193.0	74.459793	
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	193.0	70.010674	
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	157.0	88.528822	
Ventas_autos_nuevos	145.0	26694.082759	

	std	min	\
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	369.932504	422.5000	
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	96.280742	6.6221	
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	68.625224	79.4900	
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	9.772281	1.6128	
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	25.561291	23.3400	
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	22.579940	16.5200	
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	36.772454	29.2330	
Ventas_autos_nuevos	7170.231956	4658.0000	

	25%	50%	\
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	926.9600	1237.8000	
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	137.4330	165.0940	
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	162.4475	200.3400	
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	2.8073	3.6196	
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	55.1600	68.6200	
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	52.0100	65.4800	
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	54.8880	88.0430	
Ventas_autos_nuevos	23701.0000	27912.0000	

	75%	max
Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz	1361.8000	1969.780
Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz	196.5070	431.028
Precio_del_diesel_centavos_de_dolargalon	286.3925	384.380
Precio_del_gas_natural_dolaresmillon_de_unidade...	5.8242	136.338
Precio_del_petroleo_Brent_dolaresbarril	99.0600	133.900
Precio_del_petroleo_WTI_dolaresbarril	89.4100	133.930
Precio_del_propano_centavos_de_dolargalon_DTN	110.7380	187.875
Ventas_autos_nuevos	31800.0000	39263.000

Vemos que antes del 2005 la distribución es bastante distinta a después del 2005. En caso de que usemos alguna de estas variables en nuestro modelo, tendremos que tener esto en cuenta para elegir el período de tiempo que utilizaremos de entrenamiento.

4.2 2.2 Limpieza de datos

Como vimos anteriormente, los datos de precipitaciones están bien. De manera que en esta sección nos enfocaremos en limpiar los datos del banco central.

4.2.1 2.2.1 Duplicados

```
[20]: banco[banco.duplicated(keep=False)]
```

```
[20]:      Periodo Imacec_empalmado Imacec_produccion_de_bienes Imacec_minero \
65 2018-08-01      109.690.834      994.693.267      101.027.633
66 2018-08-01      109.690.834      994.693.267      101.027.633
78 2019-08-01      113.886.371      103.237.519      106.828.407
79 2019-08-01      113.886.371      103.237.519      106.828.407

      Imacec_industria Imacec_resto_de_bienes Imacec_comercio Imacec_servicios \
65      1.051.861      931.900.957      106.248.833      117.404.143
66      1.051.861      931.900.957      106.248.833      117.404.143
78      105.153.122      984.395.274      106.901.816      122.596.004
79      105.153.122      984.395.274      106.901.816      122.596.004

      Imacec_a_costo_de_factores Imacec_no_minero ... \
65      109.458.386      110.578.221 ...
66      109.458.386      110.578.221 ...
78      113.695.907      114.580.893 ...
79      113.695.907      114.580.893 ...

      Indice_de_tipo_de_cambio_real___TCR_promedio_1986_100 \
65      911.086.301
66      911.086.301
78      948.715.254
79      948.715.254

      Indice_de_produccion_industrial Indice_de_produccion_industrial__mineria \
65      102.691.109      983.228.221
66      102.691.109      983.228.221
78      104.034.103      102.619.922
79      104.034.103      102.619.922

      Indice_de_produccion_industrial_electricidad__gas_y_agua \
65      108.792.744
66      108.792.744
78      107.666.732
79      107.666.732

      Indice_de_produccion_industrial__manufacturera \
65      105.596.535
66      105.596.535
```

78	104.591.452	
79	104.591.452	
Generacion_de_energia_electrica_CDEC_GWh \		
65	654.060.172	
66	654.060.172	
78	6598	
79	6598	
Indice_de_ventas_comercio_real_IVCM \		
65	113.525.936	
66	113.525.936	
78	116.203.109	
79	116.203.109	
Indice_de_ventas_comercio_real_no_durables_IVCM \		
65	103.995.337	
66	103.995.337	
78	107.385.297	
79	107.385.297	
Indice_de_ventas_comercio_real_durables_IVCM Ventas_autos_nuevos		
65	15.375.472	38729.0
66	15.375.472	38729.0
78	15.342.321	33059.0
79	15.342.321	33059.0

[4 rows x 85 columns]

Eliminamos las 2 filas duplicadas.

```
[21]: banco.drop_duplicates(inplace = True)
      assert banco.shape == (banco_shape[0] - 2, banco_shape[1])
```

Por ahora eliminamos las filas que tienen valores idénticos en todas las columnas, la cantidad de datos totales calza con las que deben ser (612), sin embargo veamos si hay fechas repetidas.

```
[22]: banco.Periodo.duplicated().sum()
```

[22]: 0

Excelente, no hay fechas repetidas. Podemos dejar la fecha como índice.

```
[23]: banco.set_index("Periodo", inplace = True)
```

4.2.2 2.2.2 Arreglar números

De las primeras dos filas de datos que miramos anteriormente, notamos que habían valores nulos, por lo que si bien todos los indicadores (Imacec, PIB, impuestos, etc) deberían ser numéricos, serán reconocidos como `object`. Además vemos que los números aparecen con doble punto, si revisamos la página del banco central, vemos que el [Imacec](#) tiene valores en torno a los cientos, análogamente para los [índices de ventas](#). Ahora, si cambiamos todos los índices por ejemplo de Imacec de forma consistente, no debería haber diferencia si el valor es 109.690834 o 109690.834 (dependiendo del modelo, podríamos necesitar hacer un cambio de escala o estandarizar los datos, y en caso de no hacerlo sí hay diferencia entre 109 y 109*100).

Las siguientes 2 funciones serán útiles para limpiar los datos y para separar las columnas según estimemos conveniente

```
[24]: import re

def delete_non_numeric(string):
    s = re.sub("[^0-9]", "", str(string))
    if s == "": return np.nan
    else: return float(s)

def col_contains(df, string):
    return [col for col in df.columns if (string in col)]
```

Podemos separar las columnas de los datos bancarios en:

- Imacec
- PIB
- INE
- Índices
- Precios
- Otros

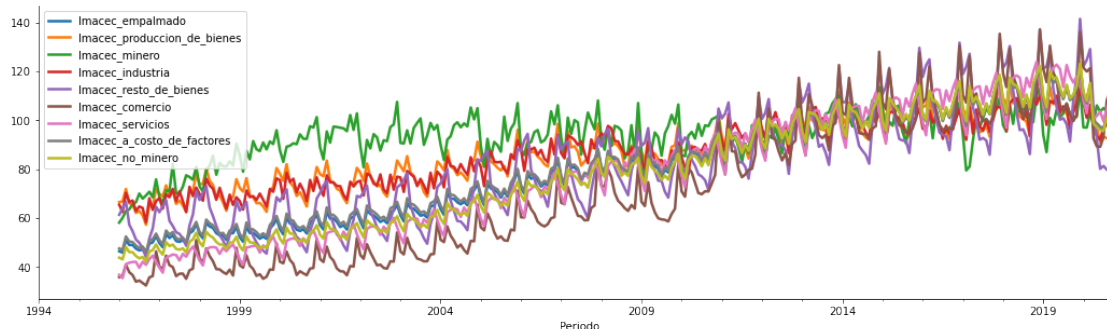
Si bien, vamos a repetir mucho código. Esto servirá más adelante para estudiar correlaciones entre variables y target, además de ver como se comportan datos del mismo grupo.

Imacec

```
[25]: # Imacec no ha tenido valores bajo 20 ni sobre 200 durante los años 1996 a 2021
def fix_scale_imacec(number):
    if number < 2: return 100*number
    elif 15 > number > 4: return 10*number
    elif number > 200: return number/10
    else: return number
```

```
[26]: imacec_cols = col_contains(banco, "Imacec")
for col in imacec_cols:
    banco[col] = banco[col].apply(delete_non_numeric)/(1e6)
    banco[col] = banco[col].apply(fix_scale_imacec)
```

```
banco.loc["1994-01-01:"][imacec_cols].plot();
```

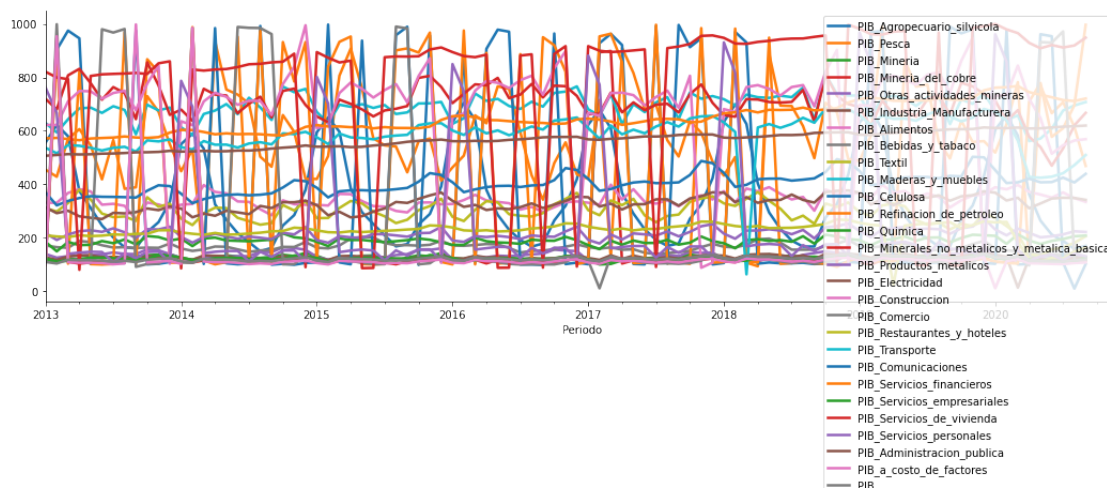


PIB Vemos que los valores no están correctos y parecieran seguir un patrón. A priori no se me ocurre una forma inteligente de arreglar todas las columnas, y aún no sabemos si el tiempo invertido en esto será necesario, por lo que las arreglaré de forma aproximada y más adelante podemos cambiar los números en los quantiles extremos por NaN y reemplazarlos o por interpolación o tomando medias móviles.

```
[27]: def fix_scale_pib(number):
        if number < 10: return 100*number
        elif 80 > number > 10: return 10*number
        elif number > 1000: return number/10
        else: return number
```

```
[28]: pib_cols = col_contains(banco, "PIB")
        for col in pib_cols:
            banco[col] = banco[col].apply(delete_non_numeric)/(1e6)
            banco[col] = banco[col].apply(fix_scale_pib)
```

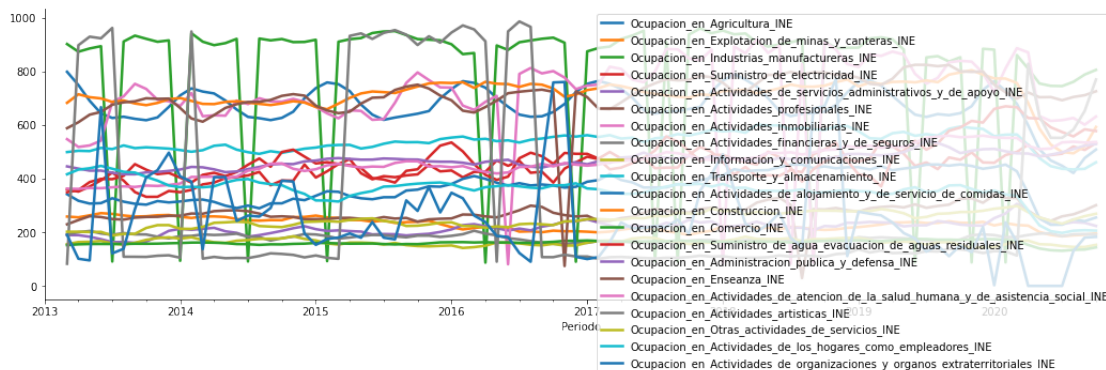
```
[29]: banco.loc["2013-01-01:"][pib_cols].plot();
```



INE Usaremos la misma funciones que para el PIB

```
[30]: ine_cols = col_contains(banco, "INE")
      for col in ine_cols:
          banco[col] = banco[col].apply(delete_non_numeric)/(1e6)
          banco[col] = banco[col].apply(fix_scale_pib)
```

```
[31]: banco.loc["2013-01-01:"][ine_cols].plot();
```

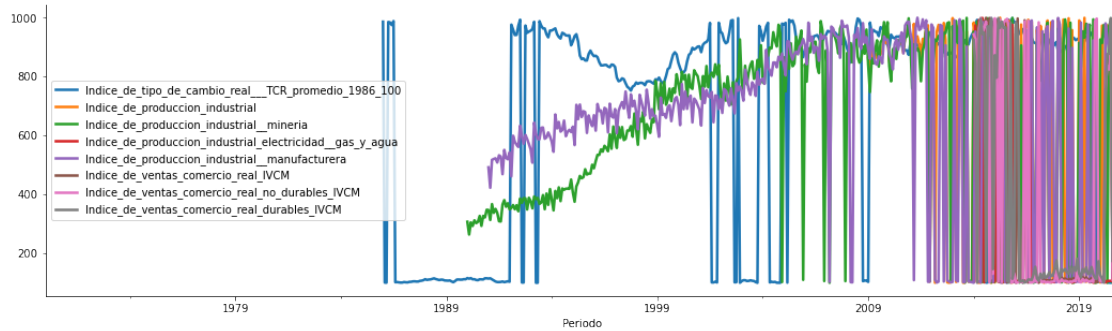


Indices

```
[32]: def fix_scale_indices(number):
      if number < 1: return 1000*number
      elif number < 10: return 100*number
      elif 100 > number > 10: return 10*number
      elif number > 1000: return number/10
      else: return number
```

```
[33]: indice_cols = col_contains(banco, "Indice")
      for col in indice_cols:
          banco[col] = banco[col].apply(delete_non_numeric)/(1e6)
          banco[col] = banco[col].apply(fix_scale_indices)
```

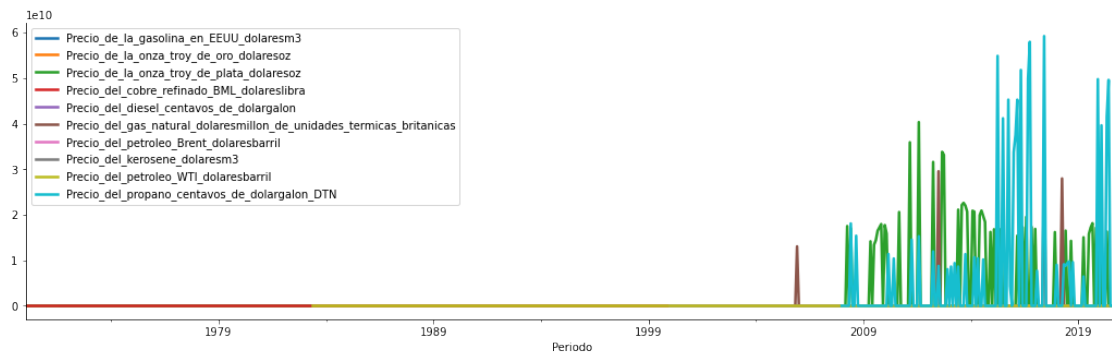
```
[34]: banco[indice_cols].plot();
```



Precios

```
[35]: precios_cols = col_contains(banco, "Precio_")
      for col in precios_cols:
          banco[col] = banco[col].apply(delete_non_numeric)/(1e6)
```

```
[36]: banco[precios_cols].plot();
```

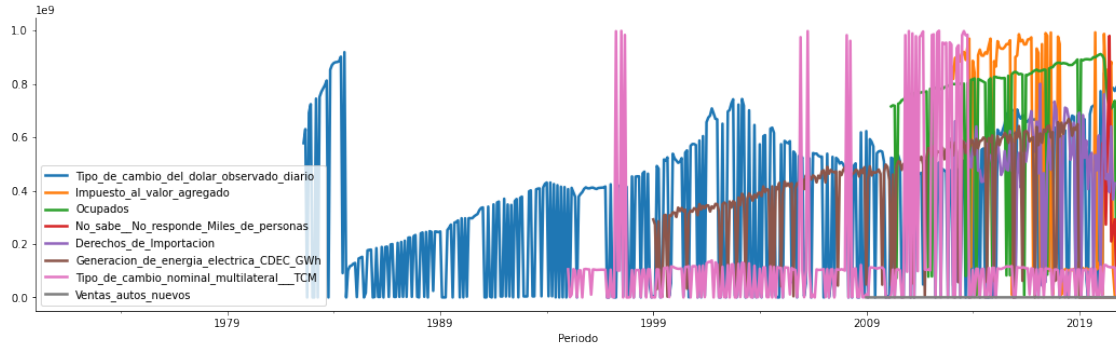


Otros

```
[37]: otros_cols = set(banco.columns).difference(set(imacec_cols + pib_cols +
      ↳ ine_cols + indice_cols + precios_cols))
      print(otros_cols)
      for col in otros_cols:
          banco[col] = banco[col].apply(delete_non_numeric)
```

```
{'Tipo_de_cambio_del_dolar_observado_diario', 'Impuesto_al_valor_agregado',
'Ocupados', 'No_sabe_No_responde_Miles_de_personas', 'Derechos_de_Importacion',
'Generacion_de_energia_electrica_CDEC_GWh',
'Tipo_de_cambio_nominal_multilateral__TCM', 'Ventas_autos_nuevos'}
```

```
[38]: banco[otros_cols].plot();
```



4.2.3 Outliers

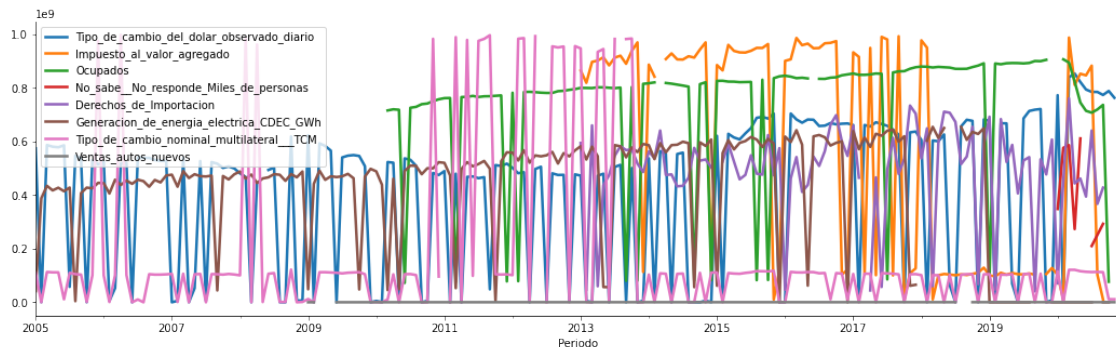
Finalmente cambiamos los valores que no logré limpiar bien por NaN. Además tomaré los datos solo desde el 2005, por lo comentado anteriormente.

Si el modelo no logra los resultados esperados, tendremos entonces que limpiar mejor los datos.

```
[39]: lb, ub = banco.quantile(0.01), banco.quantile(0.99)
      banco_new = banco.loc["2005-01-01:"][ (banco < ub) & (banco > lb)]
```

Esto logra mejorar bastante algunas de las columnas, como las que listamos en “otros”

```
[40]: banco_new[otros_cols].plot();
```



Comentario: Finalmente no utilicé esta versión de los datos, cuando los consideramos desde el año 2013 no hay mucha diferencia con los datos que están en banco (sin la eliminación de outliers) y las columnas en “otros” fueron eliminadas por baja correlación con la variable a predecir.

5 3. Visualización

5.1 3.1 Crear función que permita graficar series históricas de precipitaciones

```
[41]: def plot_precipitaciones(nombre_region:str, fecha_inicio:str, fecha_termino:
↳str):

    regiones = precipitaciones.columns[1:-2] # no tomar las columnas date, Mes
↳y Year.
    fechas = precipitaciones.date.astype(str).unique()

    if fecha_inicio > fecha_termino:
        print("Fecha de inicio debe ser menor a fecha de termino")

    elif nombre_region not in regiones:
        print(f"Región debe ser una de la siguientes: {regiones}")

    elif fecha_inicio not in fechas or fecha_termino not in fechas:
        print(f"Fecha inválida, ingrese fecha en el rango 1979-01-01 -
↳2020-04-01 con dia = 01")

    else:
        precipitaciones[(precipitaciones.date > fecha_inicio) &
↳(precipitaciones.date < fecha_termino)].plot(x = "date",

↳                                     y = nombre_region,

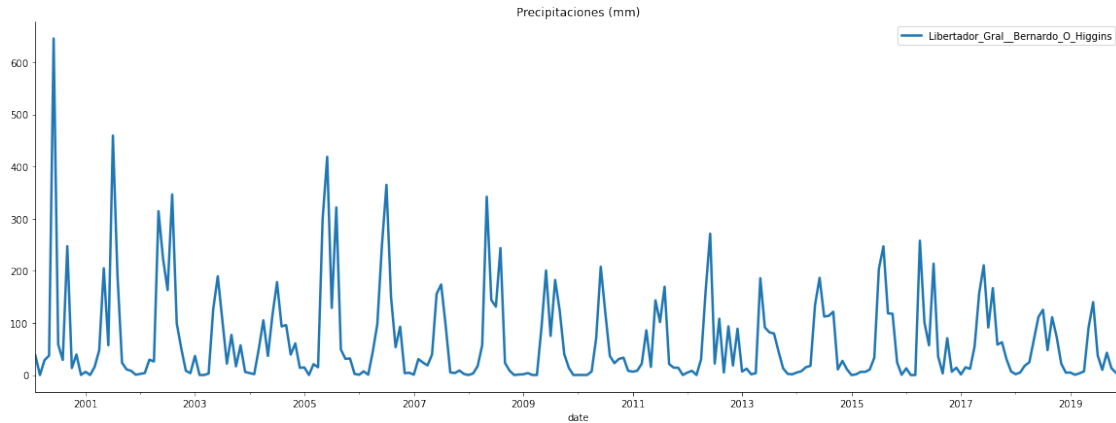
↳                                     figsize = (20, 7),

↳                                     title = "Precipitaciones (mm)")

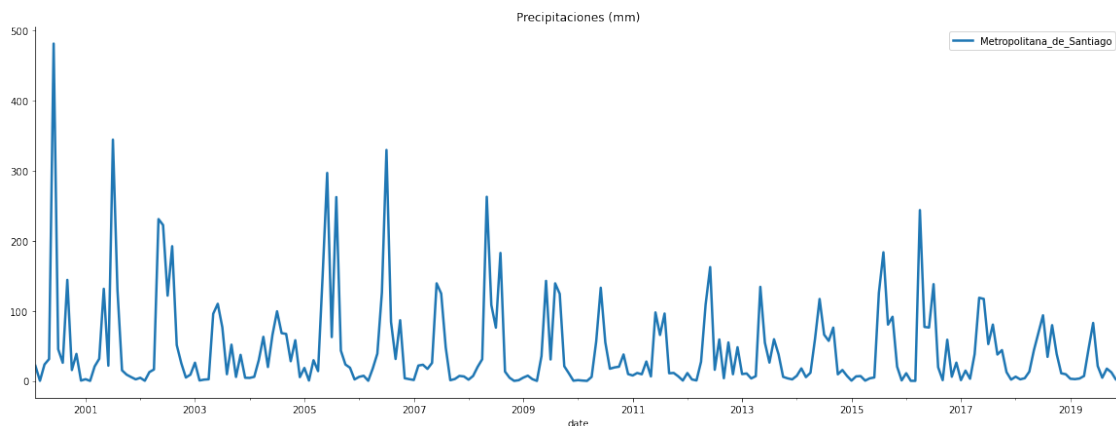
        plt.show()
```

5.2 3.2 Graficar utilizando 3.1

```
[42]: plot_precipitaciones("Libertador_Gral__Bernardo_0_Higgins", "2000-01-01",  
    ↪ "2020-01-01")
```



```
[43]: plot_precipitaciones("Metropolitana_de_Santiago", "2000-01-01", "2020-01-01")
```



- ¿Qué observas con respecto a estacionalidades y tendencias?

Respuesta: Existe estacionalidad, podemos ver que las precipitaciones son bajas durante el verano, crecen hasta tener máximos en invierno y luego decrecen en primavera. Por otro lado, no se puede ver una tendencia muy marcada, solo en la escala y máximos anuales que se han vuelto más pequeños y menos habituales que al comienzo de los años 2000.

5.3 3.3 Funcion que grafica múltiples series de tiempo

```
[44]: def plot_precipitaciones_mensuales(lista_años, nombre_region):
    regiones = precipitaciones.columns[1:].to_list()
    if nombre_region not in regiones:
        print(f"Región debe ser una de la siguientes: {regiones}")

    lista_años = [int(año) for año in lista_años] # En caso de que alguien
    ↪ entregue "2020" o 2020.0
```

```

df = precipitaciones[precipitaciones.Year.isin(lista_años)][["Year",
↪ "Mes", "date", nombre_region]]

# Si la lista de años no coincide con valores de nuestro dataset, entonces
↪ reportarlo
if len(df) < 1:
    print("No hay datos para la lista de años proporcionada")
else:
    df.set_index("Mes", inplace = True)

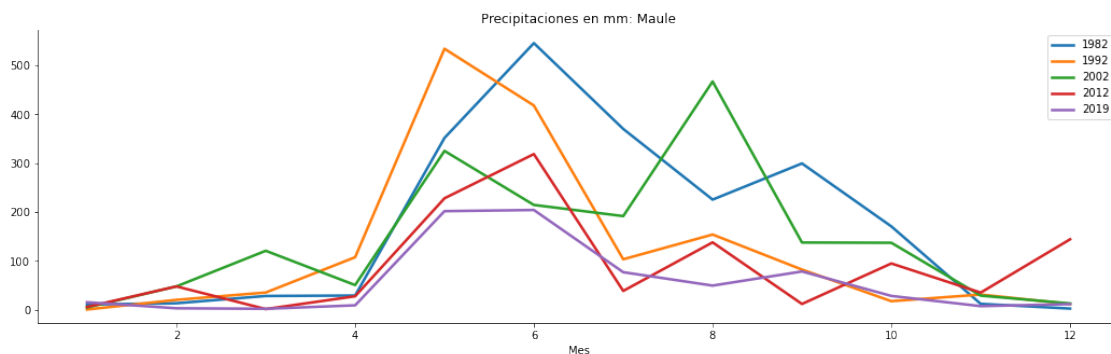
    años = df.Year.unique()
    missing_años = [año for año in lista_años if año not in años]
    if missing_años: print("No hay datos para los años", missing_años)

    nombre_region_title = " ".join(nombre_region.split("_"))
    df.groupby("Year")[nombre_region].plot(title = f"Precipitaciones en mm:
↪ {nombre_region_title}", legend = True)

```

5.4 3.4 Región del Maule para distintos años

```
[45]: plot_precipitaciones_mensuales([1982, 1992, 2002, 2012, 2019], 'Maule')
```



- ¿Qué puedes concluir de estos gráficos?

Respuesta: Podemos concluir que la cantidad de precipitaciones ha disminuído considerablemente durante los últimos 40 años, en 2019 es prácticamente la mitad de las precipitaciones en 1982. Por otro lado, podemos ver cómo los máximos ocurren generalmente en el mes de Junio y Agosto.

5.5 3.5 Funcion que grafica dos series históricas del PIB

```
[46]: def plot_pib(serie1:str, serie2:str, fecha_inicio:str, fecha_termino:str):
    pib_cols = col_contains(banco, "PIB")

    if fecha_inicio > fecha_termino:
```

```

print("Fecha de inicio debe ser menor a fecha de termino")

elif (serie1 not in pib_cols) or (serie2 not in pib_cols):
    print(f"Serie debe ser una de la siguientes: {pib_cols}")

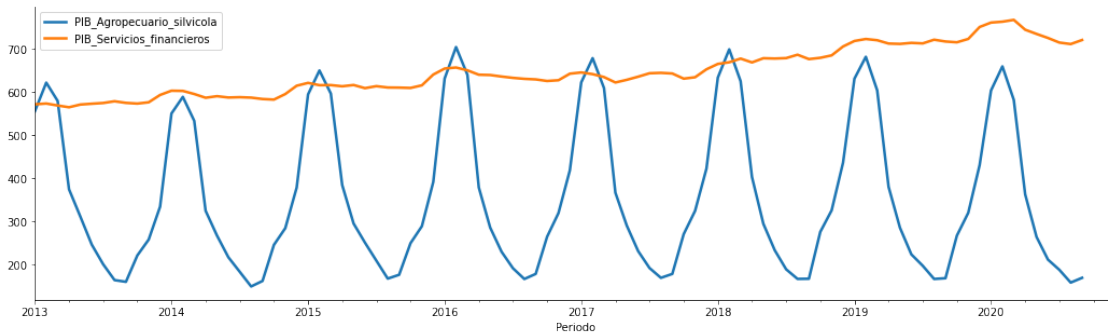
else:
    # Si se entrega fecha fuera del rango el grafico es vacio
    banco[fecha_inicio:fecha_termino][[serie1, serie2]].plot()

```

```

[47]: plot_pib('PIB_Agropecuario_silvicola', 'PIB_Servicios_financieros',
    ↪ "2013-01-01", "2021-01-01")

```



- ¿Qué puedes decir de cada serie en particular?

Respuesta: Podemos ver que el PIB Agropecuario y silvicola presenta una estacionalidad marcada, con máximos en verano y mínimos en invierno y sin una tendencia clara. Por otro lado, el PIB de Servicios financieros ha ido aumentando mostrando una tendencia al alza.

- ¿Hay alguna relación entre estas dos series?

Respuesta: A partir de este gráfico, no se ve una relación clara entre ambas series.

6 4. Tratamiento y creación de variables

- ¿Cómo podríamos evaluar la correlación entre las distintas series de tiempo y cómo se tienen que correlacionar para entrenar un modelo? ¿Mucha correlación, no correlacionadas, da igual?

Respuesta:

Calcular la correlación entre dos series de tiempo es un tema delicado, podemos ver en nuestras series de tiempo que existe una tendencia (los precios tienen a subir), esto hará que obtengamos correlaciones altas incluso cuando ambas series no tienen una relación real, esto se conoce como *relación espuria* ([página dedicada a mostrar este tipo de relaciones](#)). Por esta razón, veremos la correlación en las diferencias de primer orden, esto remueve la tendencia y nos permite mirar el efecto real.

Para entrenar un modelo, queremos tener variables que estén altamente correlacionadas con nuestra variable objetivo (teniendo las precauciones mencionadas anteriormente para series de tiempo). Por

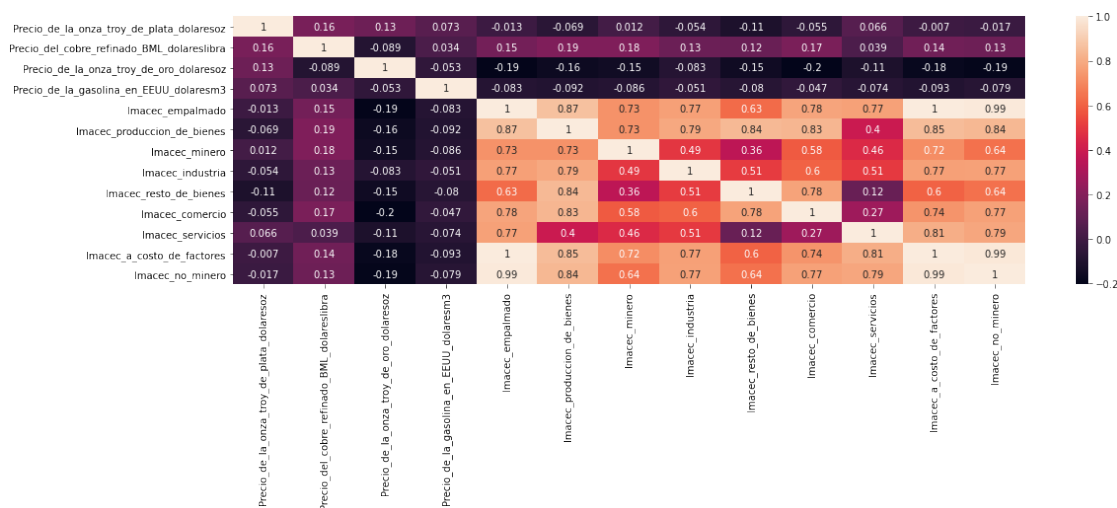
otro lado, en general no es bueno que las características (features) estén altamente correlacionadas entre ellas, puesto que no estarían aportando información nueva y estarían sesgando el modelo (especialmente a modelos lineales).

Por último, en series de tiempo tenemos dos conceptos interesantes que tienen que ver con autocorrelación y autocorrelación parcial, la primera es la correlación entre y_{t_1} y y_{t_2} con $t_1 < t_2$. La segunda, elimina los efectos de otros periodos y nos permite estudiar el impacto puro de la variable en tiempo t_1 para predecir la variable en tiempo t_2 . Al igual que para la correlación, tenemos que mirar esto en la serie de tiempo estacionaria. Las variables que generamos a partir de esto se conocen como lags y general mejoran el rendimiento de los modelos.

6.1 4.1 Datos Banco Central

Primero vemos que las columnas relacionadas a Precios no están correlacionadas entre sí o con el Imacec. Mientras que las columnas del imacec están altamente correlacionadas en su grupo.

```
[48]: precios_cols = ["Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz",
    ↪ "Precio_del_cobre_refinado_BML_dolareslibra",
    ↪ "Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz",
    ↪ "Precio_de_la_gasolina_en_EEUU_dolaresm3"]
banco_cols = precios_cols + imacec_cols
sns.heatmap(banco[banco_cols].diff().dropna().corr(), annot=True);
```



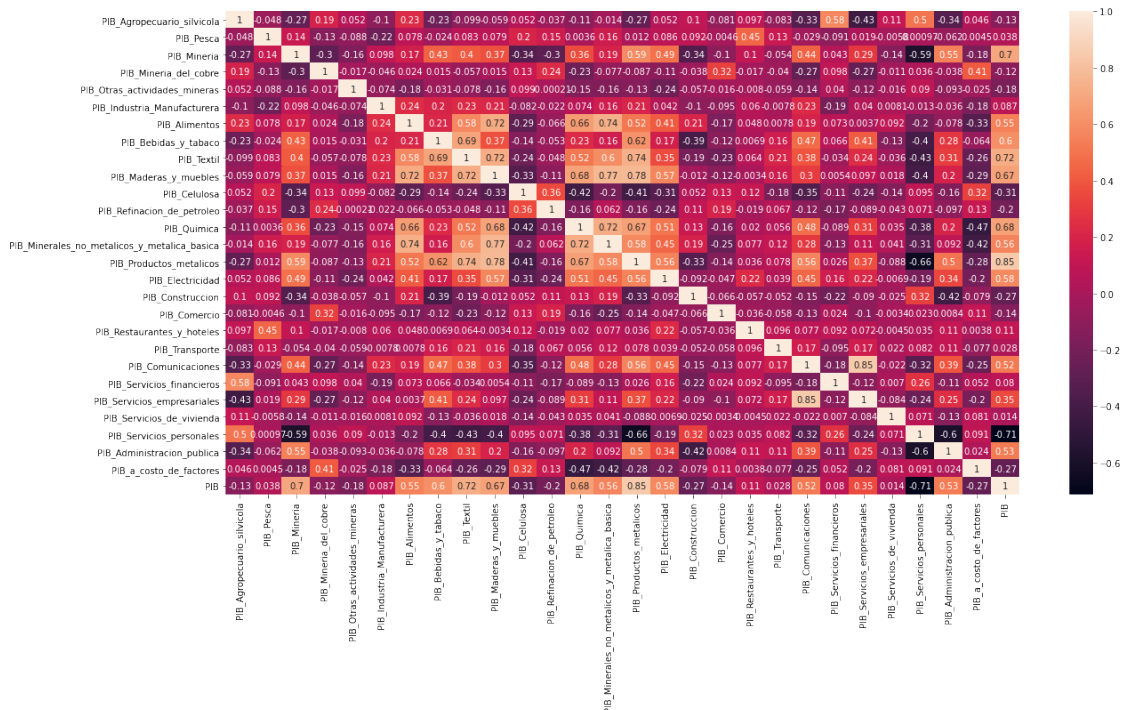
Si vieramos las correlaciones en las series no estacionarias, la mayoría de las columnas tienen alta correlación.

```
[49]: sns.heatmap(banco[banco_cols].corr(), annot=True);
```




Con respecto a las columnas del PIB, vemos que todas están correlacionadas con al menos alguna otra columna

```
[50]: plt.figure(figsize = (20,10))
sns.heatmap(banco[pib_cols].diff().corr(), annot=True);
```



Podríamos escoger a mano qué columnas usar, pero podemos automatizar el proceso y volver a agregar columnas a mano que consideremos importantes si el modelo no es suficientemente bueno.

```
[51]: corr_matrix = banco.diff().corr().abs()
# Select upper triangle of correlation matrix
upper = corr_matrix.where(np.triu(np.ones(corr_matrix.shape), k=1).astype(np.
    ↪bool))
# Find features with correlation greater than 0.95
to_drop = [column for column in upper.columns if any(upper[column] > 0.90)]
```

6.2 4.2 Datos Precio leche

```
[52]: precios = pd.read_csv("precio_leche.csv")
precios.head(2)
```

```
[52]:   Anio  Mes  Precio_leche
0  1979  Ene           3.85
1  1979  Feb           4.58
```

```
[53]: precios.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 506 entries, 0 to 505
Data columns (total 3 columns):
#   Column          Non-Null Count  Dtype
---  -
0   Anio             506 non-null   int64
1   Mes              506 non-null   object
2   Precio_leche     506 non-null   float64
dtypes: float64(1), int64(1), object(1)
memory usage: 12.0+ KB
```

Notamos que no hay valores faltantes y los meses están ordenados por lo que podemos pasarlos a sus valores numéricos haciendo un mapping entre los meses y {1,...,12}

```
[54]: precios["Mes"] = precios["Mes"].map(dict(zip(precios.Mes.unique(),
    ↪range(1,13))))
```

Creamos la columna **date** con el mismo formato de los otros datos insertandola en la posición 0

```
[55]: precios.insert(0, "date", pd.to_datetime(precios["Anio"].astype(str) + "-" +
    ↪precios["Mes"].astype(str) + "-01" ) )
precios.head(2)
```

```
[55]:   date  Anio  Mes  Precio_leche
0 1979-01-01  1979    1           3.85
1 1979-02-01  1979    2           4.58
```

6.2.1 Merge

```
[56]: precipitaciones.drop(columns = ["Year", "Mes"], inplace = True)
```

```
[57]: precios = precios.merge(precipitaciones, on = "date", how = "left")
precios.tail()
```

```
[57]:
```

	date	Anio	Mes	Precio_leche	Coquimbo	Valparaiso	\
501	2020-10-01	2020	10	274.32	NaN	NaN	
502	2020-11-01	2020	11	288.09	NaN	NaN	
503	2020-12-01	2020	12	287.29	NaN	NaN	
504	2021-01-01	2021	1	287.60	NaN	NaN	
505	2021-02-01	2021	2	295.24	NaN	NaN	

	Metropolitana_de_Santiago	Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	Maule	\
501		NaN	NaN	NaN
502		NaN	NaN	NaN
503		NaN	NaN	NaN
504		NaN	NaN	NaN
505		NaN	NaN	NaN

	Biobio	La_Araucania	Los_Rios
501	NaN	NaN	NaN
502	NaN	NaN	NaN
503	NaN	NaN	NaN
504	NaN	NaN	NaN
505	NaN	NaN	NaN

```
[58]: banco_cols = ["Precio_de_la_onza_troy_de_plata_dolaresoz",
    ↪ "Precio_del_cobre_refinado_BML_dolareslibra",
    ↪ "Precio_de_la_onza_troy_de_oro_dolaresoz",
    ↪ "Precio_de_la_gasolina_en_EEUU_dolaresm3"] + imacec_cols + pib_cols
precios = precios.merge(banco[banco_cols].reset_index(), left_on="date",
    ↪ right_on="Periodo", how = "left")
```

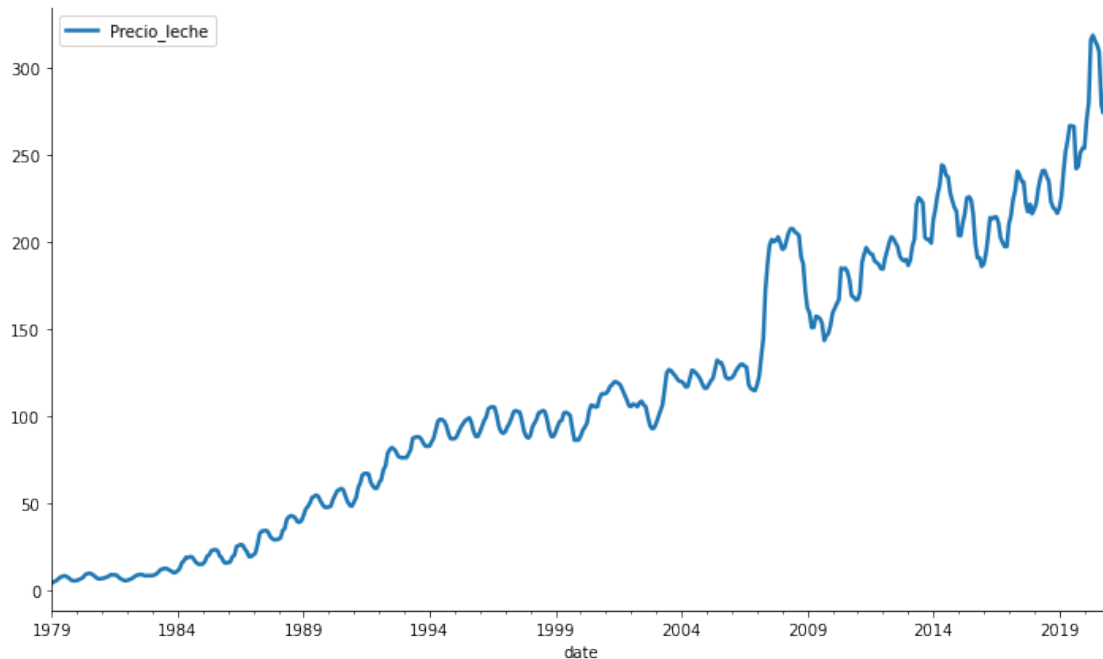
```
[59]: # to_drop son las features con correlación alta
precios.drop(columns = to_drop + ["Periodo"], inplace = True)
```

6.3 4.3 Creación de variables

6.3.1 4.3.1 A partir de Autocorrelación

```
[60]: precios.plot(x = "date", y = "Precio_leche", figsize = (12, 7 ))
```

```
[60]: <AxesSubplot:xlabel='date'>
```



```
[61]: from statsmodels.tsa.stattools import adfuller

# ref https://towardsdatascience.com/
# time-series-from-scratch-stationarity-tests-and-automation-14b02fa5ca4d
def make_stationary(data: pd.Series, alpha: float = 0.05, max_diff_order: int = 10) -> dict:
    # Test to see if the time series is already stationary
    if adfuller(data)[1] < alpha:
        return {
            'differencing_order': 0,
            'time_series': np.array(data)
        }

    # A list to store P-Values
    p_values = []

    # Test for differencing orders from 1 to max_diff_order (included)
    for i in range(1, max_diff_order + 1):
        # Perform ADF test
        result = adfuller(data.diff(i).dropna())
        # Append P-value
        p_values.append((i, result[1]))

    # Keep only those where P-value is lower than significance level
    significant = [p for p in p_values if p[1] < alpha]
```

```

# Sort by the differencing order
significant = sorted(significant, key=lambda x: x[0])

# Get the differencing order
diff_order = significant[0][0]

# Make the time series stationary
stationary_series = data.diff(diff_order).dropna()

return {
    'differencing_order': diff_order,
    'time_series': np.array(stationary_series)
}

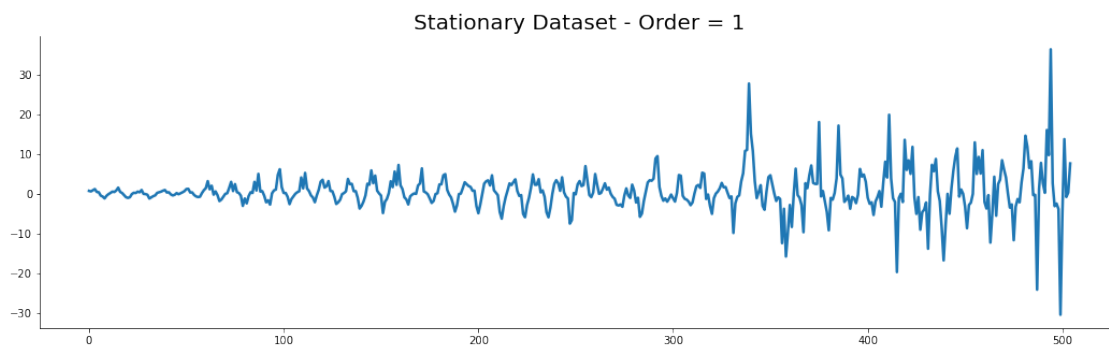
```

```

[62]: ap_stationary = make_stationary(
        data=precios['Precio_leche']
    )

plt.title(f"Stationary Dataset - Order = {
    ↳{ap_stationary['differencing_order']}]", size=20)
plt.plot(ap_stationary['time_series']);

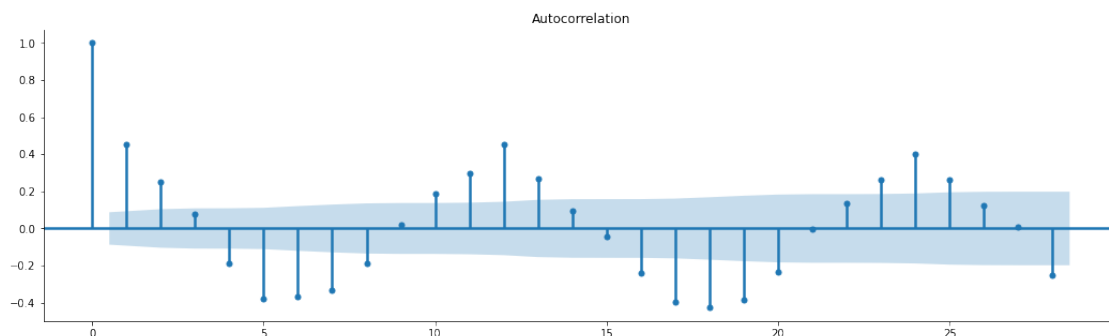
```



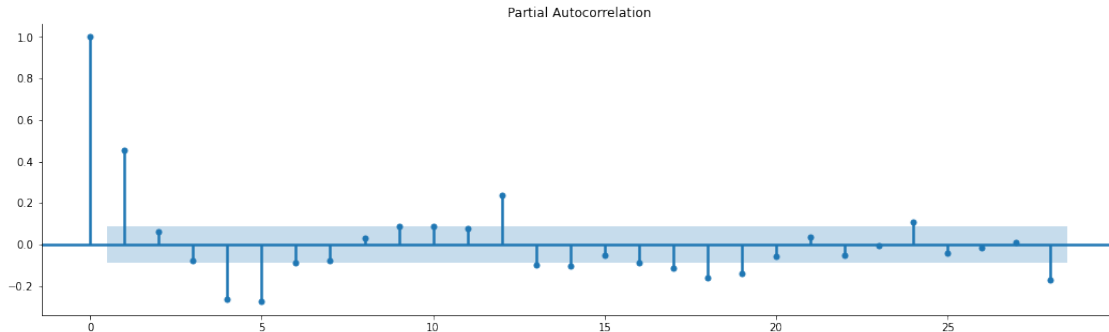
```

[63]: plot_acf(precios['Precio_leche'].diff().dropna());

```



```
[64]: plot_pacf(precios['Precio_leche'].diff().dropna());
```



Con todos los datos del mes t queremos predecir el precio del mes $t + 1$, por esta razón, hacemos un shift en -1 a la columna “Precio_leche” y le cambiamos el nombre a “y”. Esta variable se transforma en nuestro target.

```
[65]: precios["y"] = precios["Precio_leche"].shift(-1)
precios.dropna(subset = ["y"], inplace = True)
```

```
[66]: shifts = [2, 4, 12, 14, 18, 24]
many_shifts = {f"Precio_leche_lag{i}": precios["Precio_leche"].shift(i-1) for i_
    ↪in shifts}
precios = precios.join(pd.DataFrame(many_shifts))
del shifts, many_shifts; gc.collect();
```

6.3.2 A partir de la fecha

Dado que el Mes es una feature ordinal cíclica y que no utilizaremos un modelo basados en árboles de decisión, podemos transformar la columna mes a una feature cíclica utilizando funciones trigonométricas, en este caso, como los valores máximos se encuentran a mitad de año, la función $-\cos(x)$ nos debería dar buena señal.

```
[67]: precios.groupby("Mes")["Precio_leche"].mean()
```

```
[67]: Mes
1      108.326512
2      106.578571
3      110.671905
4      114.582619
5      119.966667
6      121.310476
7      121.056429
```

```

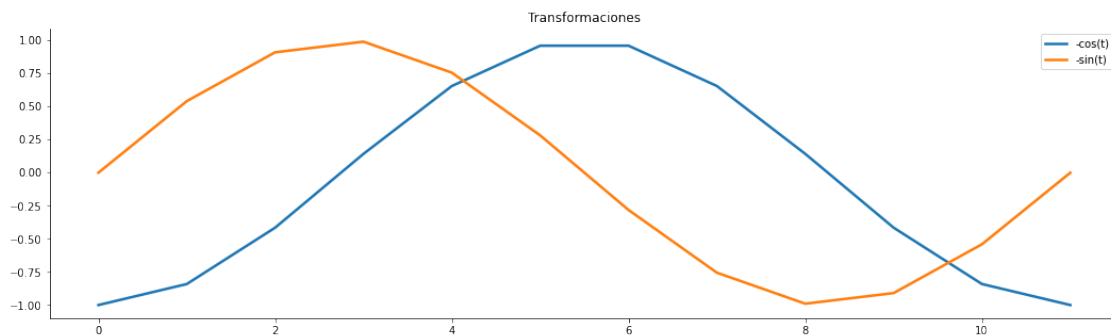
8      120.046905
9      114.370238
10     111.489286
11     110.887381
12     109.893810
Name: Precio_leche, dtype: float64

```

```

[68]: (-1*np.cos(2*np.pi*(precios.Mes - 1) / 11)).iloc[:12].plot(legend = True,
↪label = "-cos(t)");
( np.sin(2*np.pi*(precios.Mes - 1) / 11)).iloc[:12].plot(title =
↪"Transformaciones", legend = True, label = "-sin(t)");

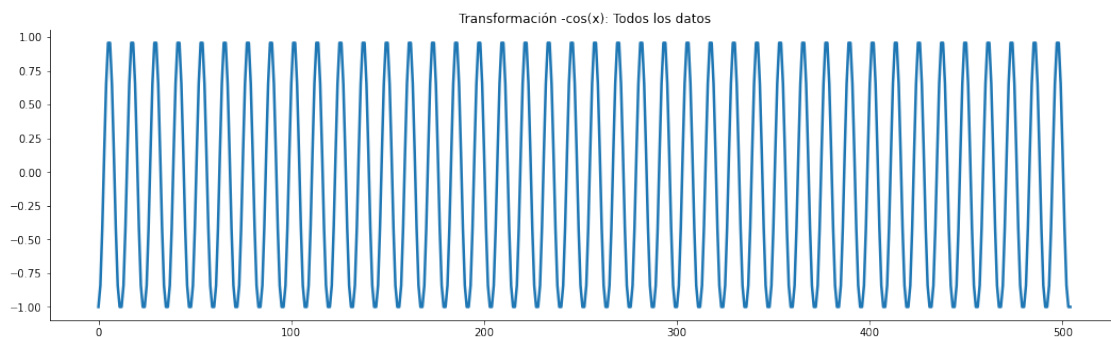
```



```

[69]: (-1*np.cos(2*np.pi*(precios.Mes - 1) / 11)).plot(title = "Transformación
↪-cos(x): Todos los datos");

```



```

[70]: precios["cos_Mes"] = -1*np.cos(2*np.pi*(precios.Mes - 1) / 11)
precios["sin_Mes"] = np.sin(2*np.pi*(precios.Mes - 1) / 11)

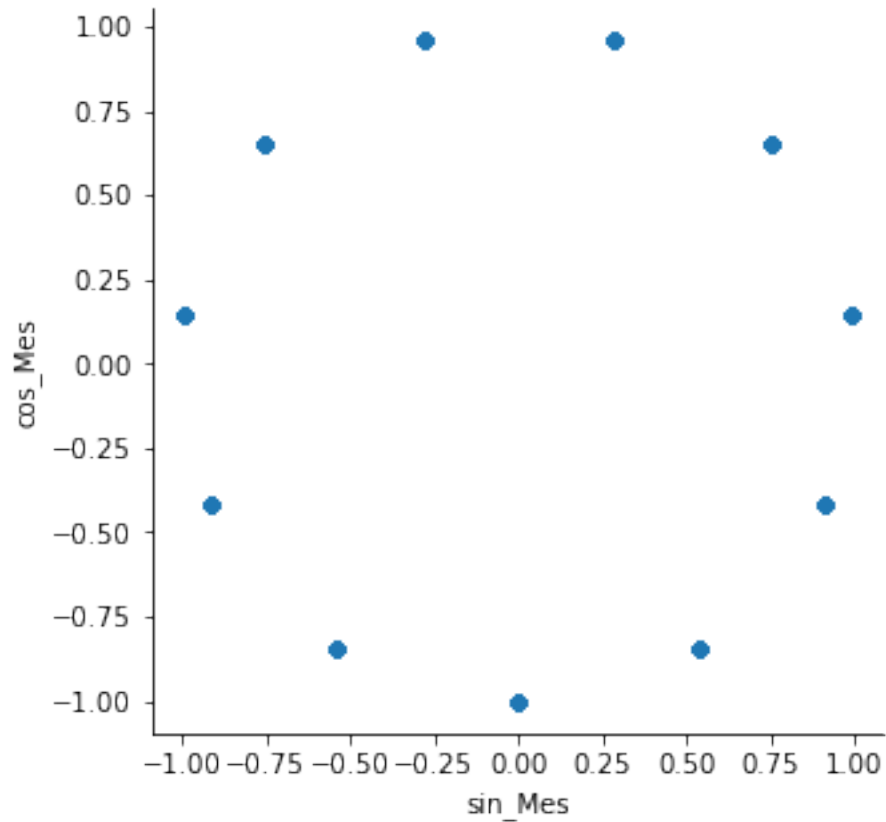
```

Vemos que las 2 features que introdujimos cumplen con estar a distancia constante y ser cíclicas

```

[71]: precios.sample(500).plot.scatter('sin_Mes', 'cos_Mes').set_aspect('equal');

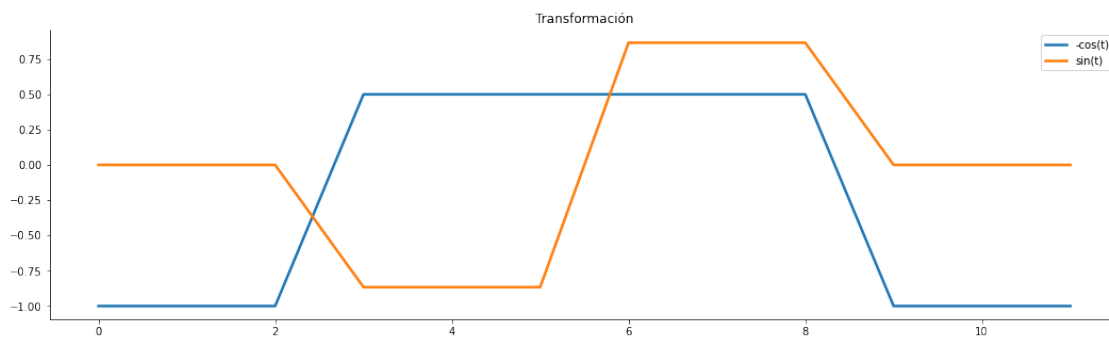
```



Trimestre

```
[72]: precios["trimestre"] = np.ceil(precios["Mes"] / 3)
```

```
[73]: (-np.cos(2*np.pi*(precios.trimestre - 1) / 3)).iloc[:12].plot(legend = "
↪ "-cos(t)", label = "-cos(t)");
(-np.sin(2*np.pi*(precios.trimestre - 1) / 3)).iloc[:12].plot(title = "
↪ "Transformación", label = "sin(t)", legend = True);
```



Esta transformación hace que perdamos un punto, dado que $\cos(\frac{2\pi}{3}) = \cos(\frac{4\pi}{3}) = 1/2$.

```
[74]: precios["cos_trimestre"] = -np.cos(2*np.pi*(precios.trimestre - 1) / 3)
      precios["sin_trimestre"] = -np.sin(2*np.pi*(precios.trimestre - 1) / 3)
```

```
[75]: precios.drop(columns = ["Mes", "trimestre"], inplace = True)
```

6.3.3 Variables relacionadas al clima

```
[76]: prep_regions = ["Coquimbo", 'Valparaíso', 'Metropolitana_de_Santiago',
                    ↪ 'Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins', 'Maule', 'Biobio',
                    'La_Araucania', 'Los_Rios']
      prep_regions_diff = ["diff_" + reg for reg in prep_regions]
      precios[prep_regions_diff] = precios[prep_regions].diff()
      precios.head()
```

```
[76]:
```

	date	Anio	Precio_leche	Coquimbo	Valparaíso	\
0	1979-01-01	1979	3.85	2.641948	0.587062	
1	1979-02-01	1979	4.58	1.179804	2.432192	
2	1979-03-01	1979	5.18	0.255490	0.020601	
3	1979-04-01	1979	6.06	10.173699	11.745779	
4	1979-05-01	1979	7.25	1.039098	18.609286	

	Metropolitana_de_Santiago	Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	Maule	\
0	2.447114		1.608992	3.736215
1	3.997852		4.346310	16.347637
2	0.000000		0.055488	0.545324
3	13.722349		12.989194	21.880607
4	50.187148		104.451550	143.914334

	Biobio	La_Araucania	...	cos_trimestre	sin_trimestre	diff_Coquimbo	\
0	17.859634	25.212940	...	-1.0	-0.000000	NaN	
1	17.680612	18.085072	...	-1.0	-0.000000	-1.462144	
2	14.435698	28.696504	...	-1.0	-0.000000	-0.924314	
3	39.136483	43.617921	...	0.5	-0.866025	9.918209	
4	219.729235	279.409718	...	0.5	-0.866025	-9.134601	

	diff_Valparaíso	diff_Metropolitana_de_Santiago	\
0	NaN	NaN	
1	1.845130	1.550738	
2	-2.411591	-3.997852	
3	11.725179	13.722349	
4	6.863506	36.464799	

	diff_Libertador_Gral__Bernardo_O_Higgins	diff_Maule	diff_Biobio	\
0	NaN	NaN	NaN	
1	2.737318	12.611423	-0.179023	

```

2          -4.290822  -15.802313   -3.244914
3          12.933705   21.335283   24.700785
4          91.462356  122.033727  180.592753

```

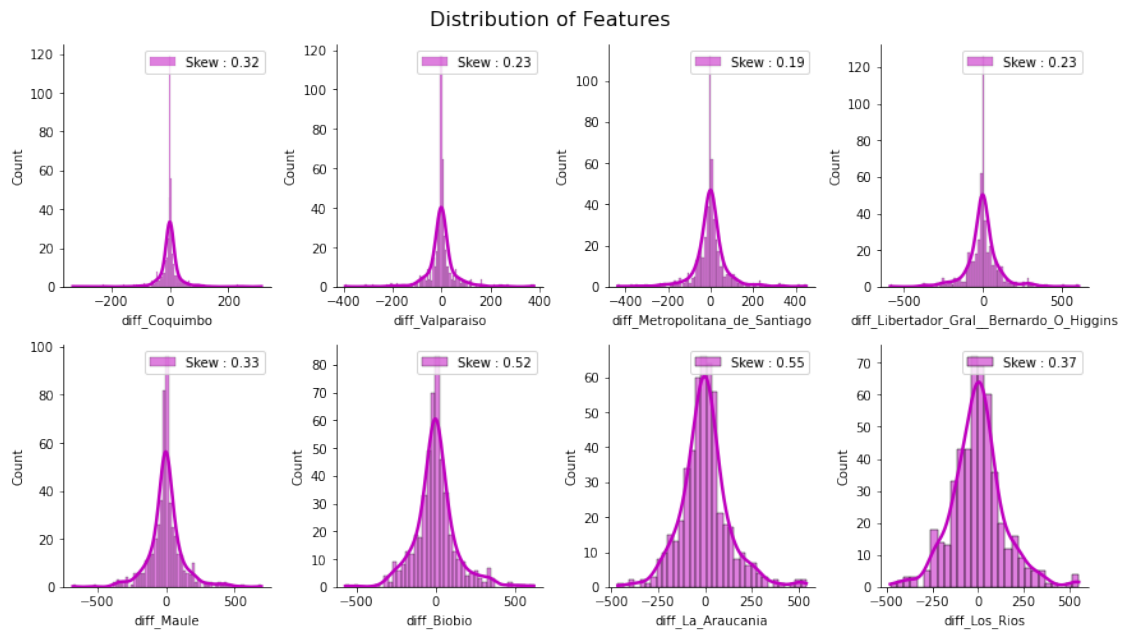
```

diff_La_Araucania  diff_Los_Rios
0                NaN                NaN
1          -7.127867         -11.521408
2          10.611432          32.157209
3          14.921417           7.315879
4          235.791797         364.456989

```

[5 rows x 67 columns]

```
[77]: distplot(precios, prep_regions_diff, 2, 4, figsize = (12,7))
```



```
[78]: sns.heatmap(precios[prep_regions_diff].corr(), annot=True);
```



Regiones cercanas tienen alta correlación, por lo que eliminamos algunas.

```
[79]: precios.drop(columns = prep_regions + ['diff_Valparaiso'], inplace = True)
```

6.3.4 Variables relacionadas al banco

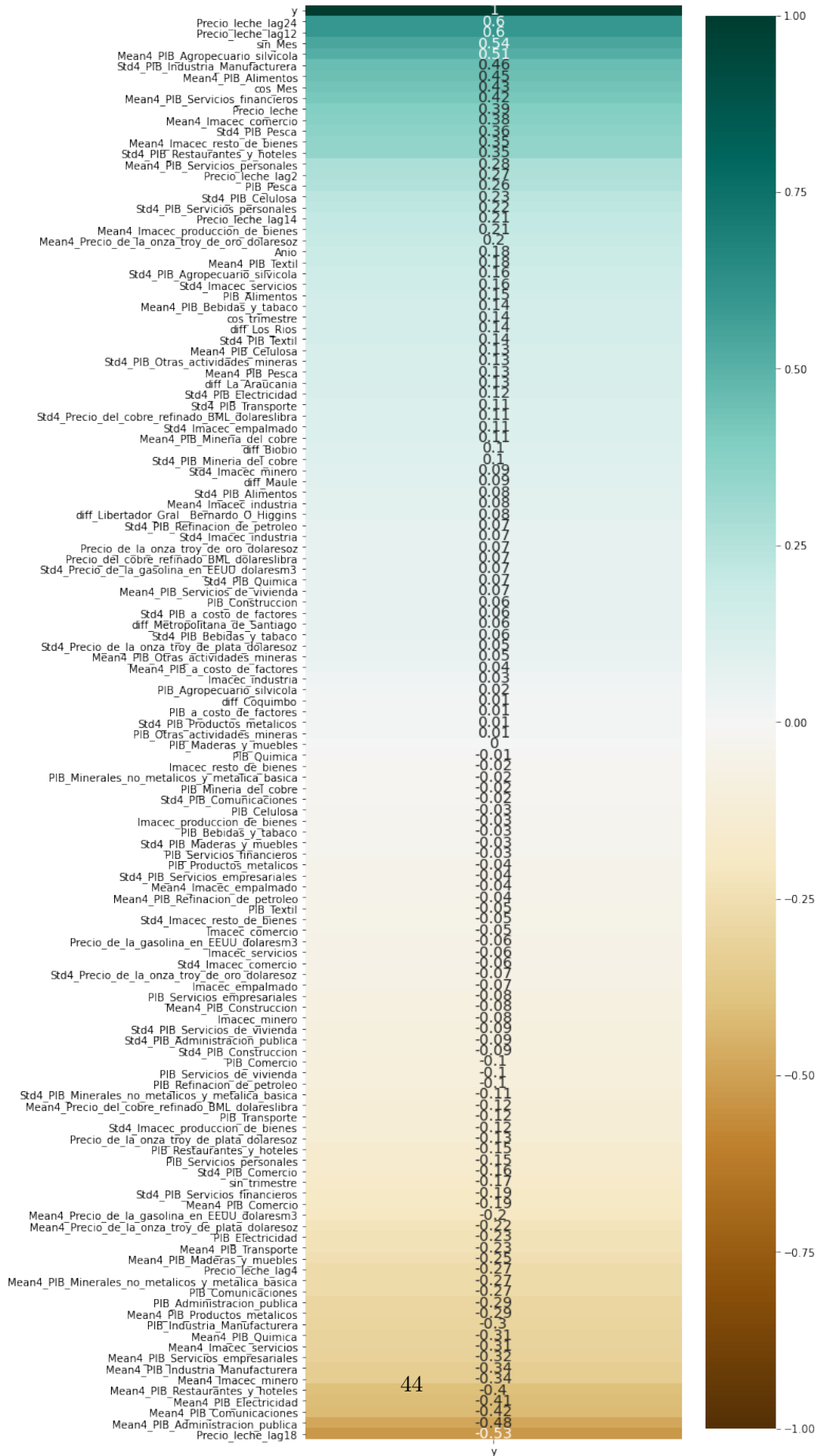
```
[80]: banco_cols = [col for col in banco_cols if col not in to_drop]
precios_banco_features = precios.copy()
```

```
[81]: precios_banco_features[["Mean4_"+col for col in banco_cols]] =
    ↪precios[banco_cols].rolling(4).mean()
precios_banco_features[["Std4_"+col for col in banco_cols]] =
    ↪precios[banco_cols].rolling(4).std()
```

Consideramos los datos desde el 2013 para ver las correlaciones

```
[82]: plot_corr_one_vs_all(precios_banco_features.set_index("date").loc["2013-01-01":
    ↪].diff().dropna(), "y", figsize = (8, 25))
```

Features Correlating with y



```
[83]: corr_matrix = precios_banco_features.set_index("date").loc["2013-01-01":].
      ↪diff().dropna().corr().abs()
      to_drop = corr_matrix[corr_matrix["y"] < 0.3].index.to_list()
```

```
[84]: print(f"Tenemos {precios_banco_features.shape[1]} columnas y eliminaremos
      ↪{len(to_drop)} columnas con correlación menor a 0.3")
```

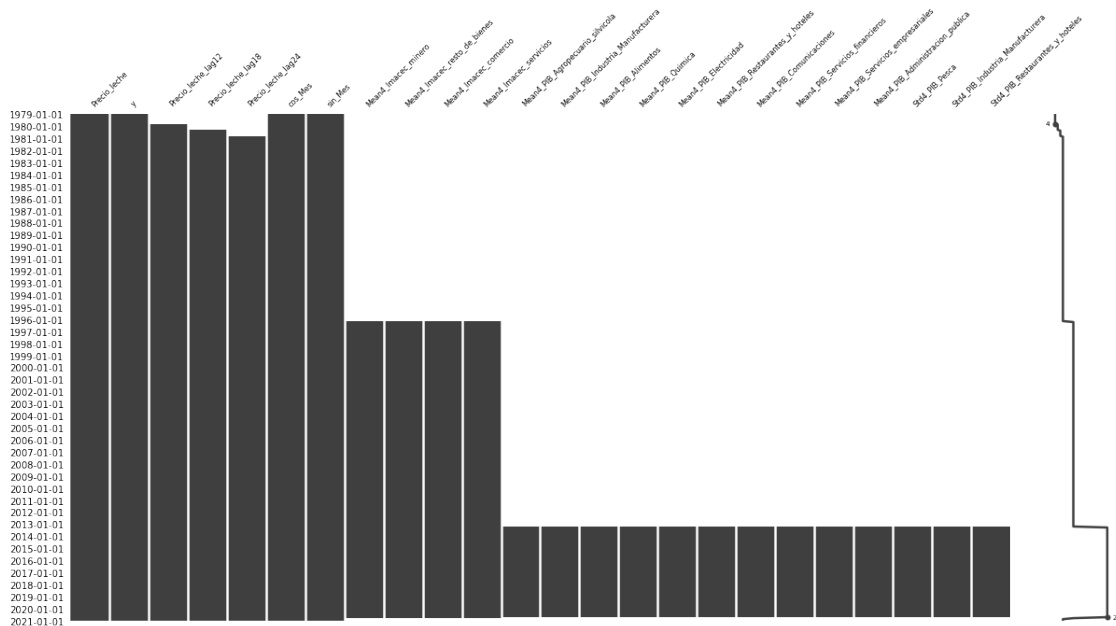
Tenemos 132 columnas y eliminaremos 107 columnas con correlación menor a 0.3

```
[85]: precios_banco_features = precios_banco_features.drop(columns = to_drop)
```

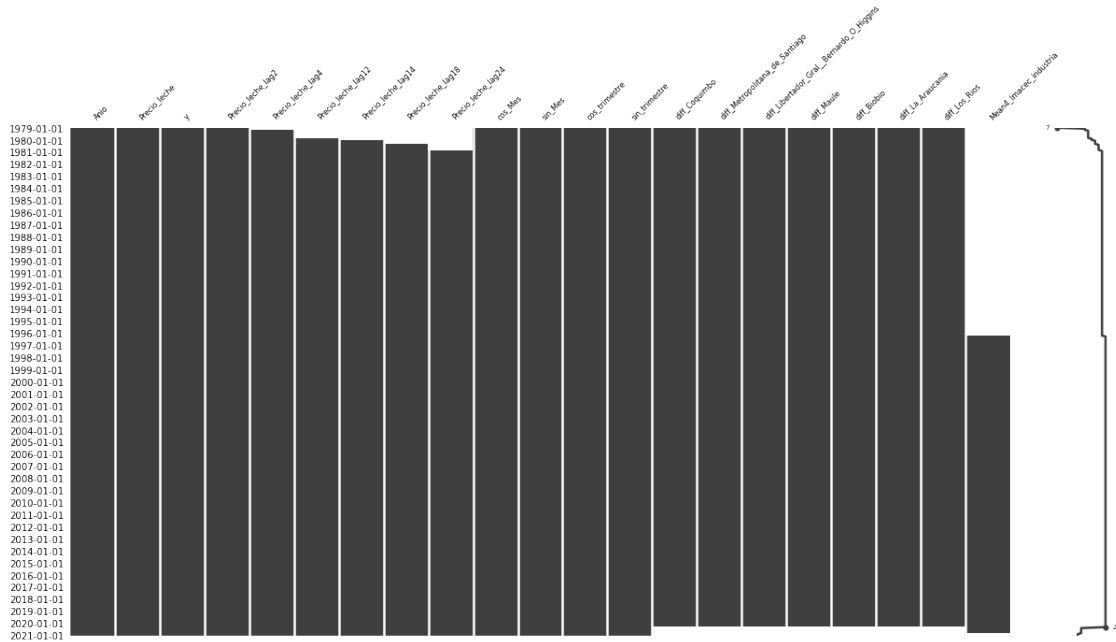
```
[86]: precios["Mean4_Imacec_industria"] = precios["Imacec_industria"].rolling(4).
      ↪mean()
      precios.drop(columns = banco_cols, inplace = True)
```

6.3.5 Missing values

```
[87]: msno.matrix(precios_banco_features.set_index("date"), freq='YS', figsize = (20,
      ↪10), fontsize=8);
```



```
[88]: msno.matrix(precios.set_index("date"), freq='YS', figsize = (20, 10),
      ↪fontsize=8);
```



7 Modelo

Los precios de la leche tienen una tendencia al alza, dado que los modelos basados en árboles de decisión no son buenos extrapolando, tendremos que utilizar otro tipo de modelos, ya sean lineales, basados en medias móviles autoregresivos u otros.

En este caso, elegí utilizar Prophet que en general tiene buen rendimiento en este tipo de problemas.

En cuanto al set de entrenamiento, tomé uno sin las variables del PIB, la limpieza que hice no fue suficientemente buena por lo que el trade-off de perder datos de los años 1979 a 2013 a cambio de agregar tales columnas impactaba negativamente al modelo.

7.1 5.1 Entrenamiento Modelo: Prophet

```
[89]: from prophet import Prophet
      from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error, \
      ↪ mean_absolute_percentage_error
```

```
[90]: %%time

cols = precios.columns[1:].to_list()
cols.remove('y')

m = Prophet(seasonality_mode='additive', weekly_seasonality = False,
            ↪ daily_seasonality = False)
```

```

X = precios.copy()
X.rename(columns = {"date":"ds"}, inplace = True)

X.dropna(subset = cols + ["y"], inplace = True)

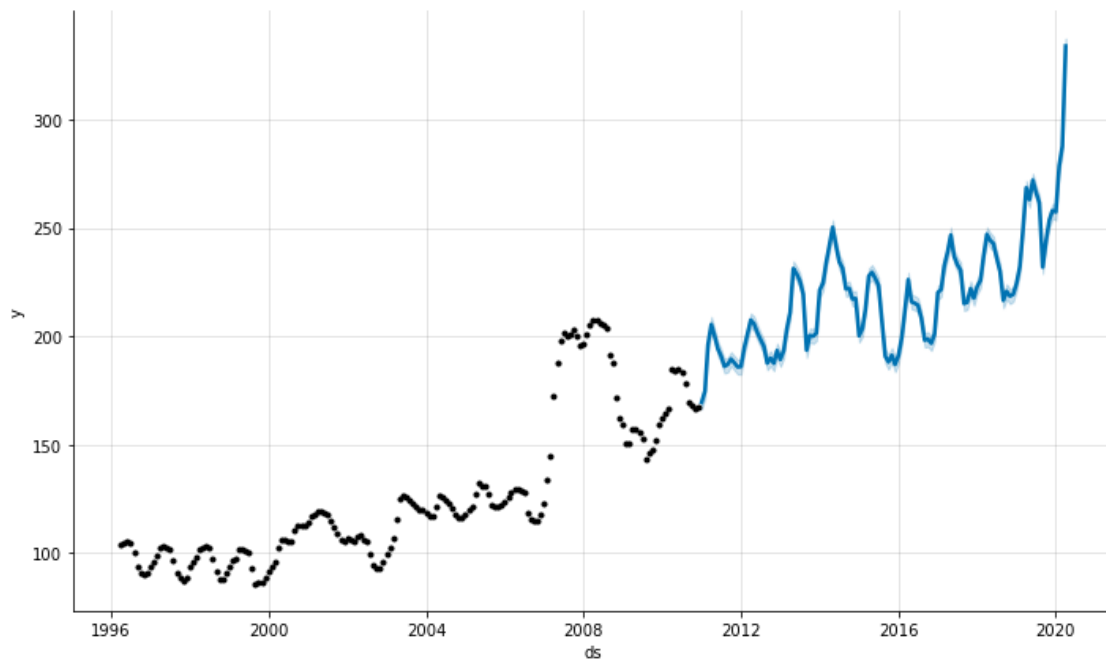
X_train = X[X["ds"] < "2011-01-01"]
X_test = X[X["ds"] >= "2011-01-01"]

# m.add_regressor("Precio_leche")
for col in cols:
    m.add_regressor(col)

m.fit(X_train)
forecast = m.predict(X_test)

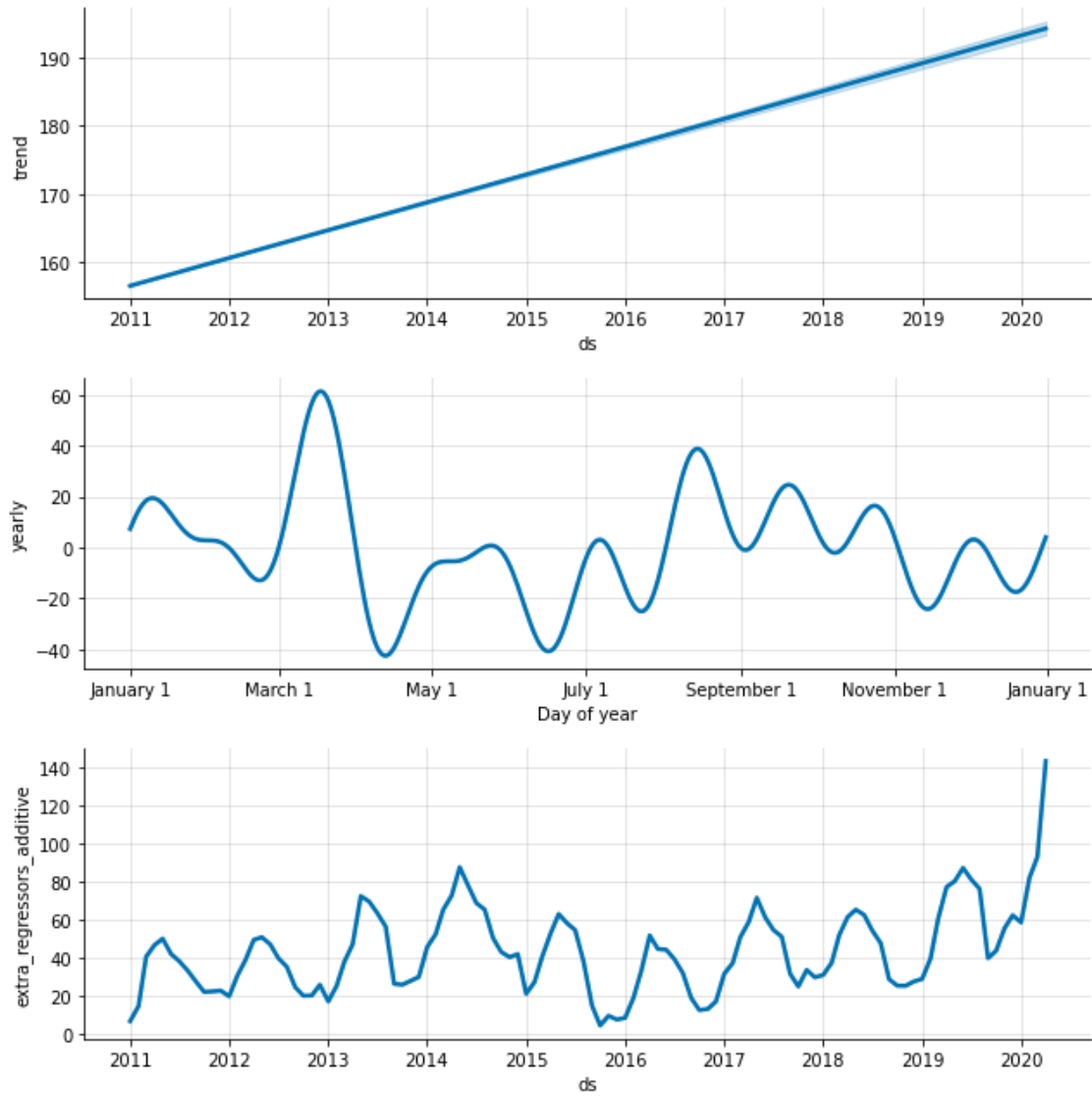
m.plot(forecast)
plt.show()

```

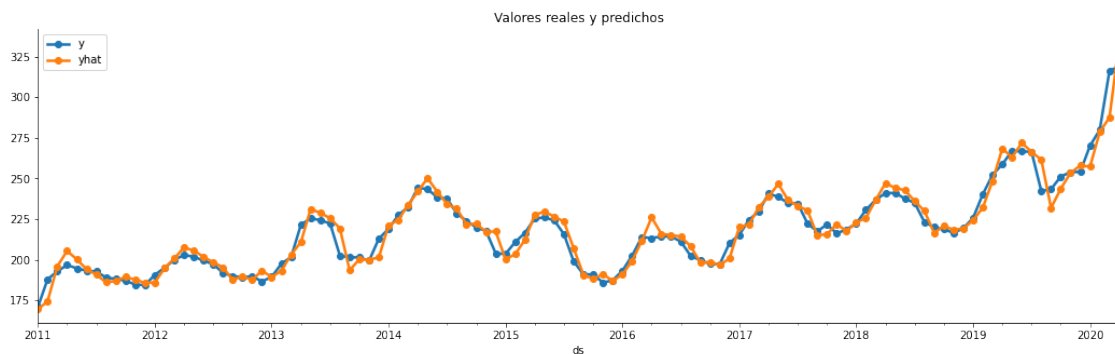


CPU times: user 2.42 s, sys: 170 ms, total: 2.59 s
Wall time: 2.45 s

```
[91]: fig = m.plot_components(forecast)
```



```
[92]: X_test.reset_index(drop = True).join(forecast["yhat"]).set_index("ds")[["y",
↪ "yhat"]].plot(title = "Valores reales y predichos", style = "o-");
```

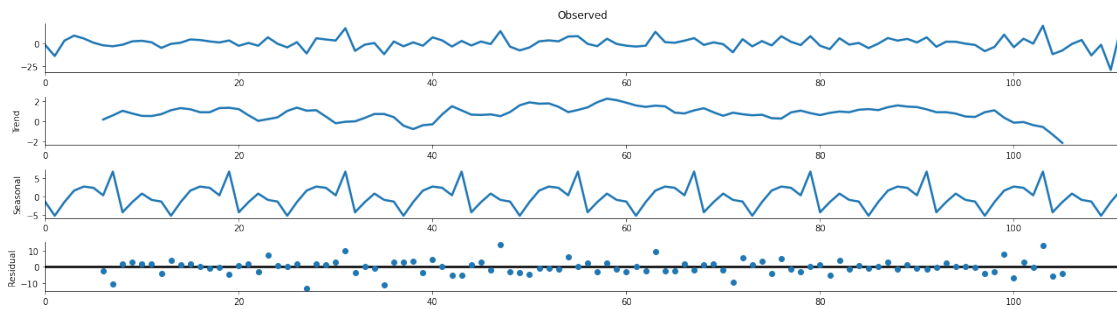



```
[93]: mae = mean_absolute_error(X_test["y"], forecast["yhat"])
rmse = mean_squared_error(X_test["y"], forecast["yhat"], squared=False)
mape = mean_absolute_percentage_error(X_test["y"], forecast["yhat"])
print(f"MAE: {mae.round(2)}, RMSE: {rmse.round(3)}, MAPE: {mape.round(3)}")
```

MAE: 4.46, RMSE: 6.306, MAPE: 0.02

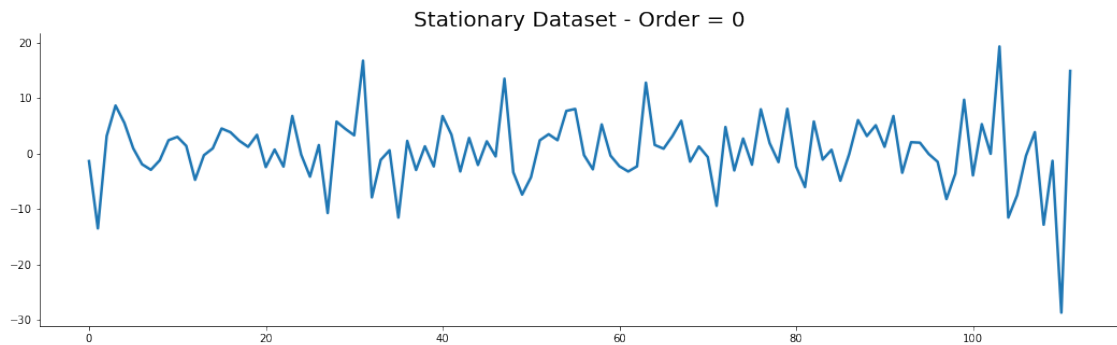
Revisemos los residuos

```
[94]: from statsmodels.tsa.seasonal import seasonal_decompose
seasonal_decompose(forecast["yhat"].values - X_test["y"].values, period=12).
    .plot();
```

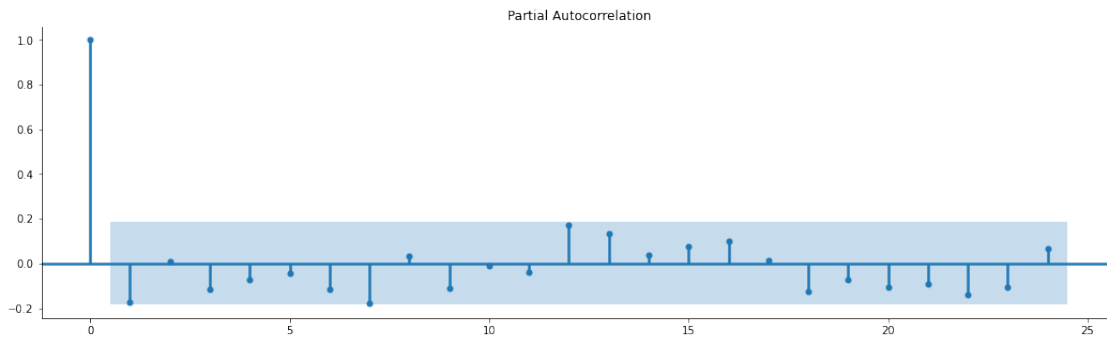


```
[95]: ap_stationary = make_stationary(
    data= pd.DataFrame(forecast["yhat"].values - X_test["y"].values)
)

plt.title(f"Stationary Dataset - Order = {ap_stationary['differencing_order']}")
plt.plot(ap_stationary['time_series']);
```



```
[96]: plot_pacf(ap_stationary["time_series"], lags = 24);
```



```
[97]: results = X_test.reset_index(drop = True).join(forecast["yhat"]).
      ↪set_index("ds")[["Anio", "y", "yhat", "Precio_leche"]]
```

```
[98]: def compare(df):
      ↪return mean_absolute_error(df["y"], df["Precio_leche"]) -
      ↪mean_absolute_error(df["y"], df["yhat"])
```

7.2 5.2 Baseline

Pondremos como modelo baseline uno que entrega como precio para el siguiente mes, el precio del mes actual.

```
[99]: baseline_mae = mean_absolute_error(X_test["Precio_leche"], X_test["y"])
      ↪print(f"Mejoramos el modelo baseline en: {(baseline_mae - mae).round(2)} pesos_
      ↪durante los 9 años en test")
```

Mejoramos el modelo baseline en: 1.04 pesos durante los 9 años en test

Veamos los resultados del modelo vs modelo baseline por año

```
[100]: results.groupby("Anio").apply(compare)
```

```
[100]: Anio
2011    -0.330003
2012     0.222624
2013     0.868685
2014     2.358878
2015     1.354497
2016     1.119927
2017     1.552167
2018     1.192136
2019     0.764231
2020     1.752387
dtype: float64
```

7.3 5.3 Preguntas y respuestas

- Construye una base de test (o de cross validation). ¿Cuál fue tu definición de tiempo/cantidad de datos para este set de datos? Explica por qué la elegiste así.

Respuesta:

Al ser una serie de tiempo tenemos que hacer una separación temporal. **Prophet** trae un método de validación cruzada implementado, pero por simplicidad en la comparación con el modelo baseline, preferí separar los datos en ~ 15 años de entrenamiento (177 meses) y ~ 9 (112 meses) de test, esto es, $\approx \frac{2}{3}$ de datos en entrenamiento y $\approx \frac{1}{3}$ en test, lo tomé más grande del 80/20 típico, para ver qué tan robusto era dado que iba a utilizar solo un set de entrenamiento y no validación cruzada.

Por otro lado, se parte del año 1996 con los datos de entrenamiento, porque tenemos features que vienen del Imacec.

Si utilizamos datos del PIB, tendríamos que comenzar en el año 2013, acortando bastante la cantidad de datos. Con más tiempo, podríamos limpiar bien estos datos o hacer un mejor análisis para generar features que nos den más señal, mejorando el modelo.

- ¿Qué datos adicionales te gustaría tener? ¿Qué datos son necesarios para que este modelo funcione/mejore las métricas?

Respuesta:

Me gustaría tener los siguientes datos adicionales:

- Inflación, con esto podemos hacer una columna que indique en cuánto ha variado el precio con respecto a un precio base.
- Precios mensuales de productos relacionados a la leche, como el queso o yogurt.
- Datos relacionados a la sequía nos proporcionaron poder predictivo, en efecto, el modelo sin los datos de precipitaciones obtenía peores predicciones. Por lo que tener más datos relacionados a las condiciones meteorológicas sería un aporte.
- Datos del PIB anteriores al 2013.

Creo que los mismos datos mencionados anteriormente servirían para mejorar las métricas.

- ¿Cómo evalúas el resultado del modelo? ¿Qué métricas tiene sentido mirar?

Respuesta:

Tiene sentido mirar al error absoluto promedio, pues estamos hablando de precios, por lo que equivocarnos en 10 pesos es 10 veces peor que equivocarnos en 1 peso, en términos de dinero. Por otro lado, este valor por sí sólo no nos dice qué tan bueno fue el modelo sin saber su tamaño comparado con los valores del precio de la leche, por lo que también tiene sentido mirar a MAPE. En caso de que para el cliente o aplicación que estamos realizando perder 10 pesos no sea 10 veces peor que perder 1 peso, sino que más, entonces podemos mirar RMSE.

Es bueno tener un modelo dummy base que represente cómo se están prediciendo los precios, sin utilizar algoritmos y modelos. En este caso, podemos pensar en un modelo que da como predicción para el mes siguiente el mismo precio del mes actual. El modelo entregado le gana a este modelo dummy consistentemente desde el año 2012 en las métricas mencionadas anteriormente.

Finalmente, tiene sentido también mirar a los residuos una vez que los transformamos en estacionarios. Si la transformación tiene las características de ruido blanco, entonces el modelo está

haciendo predicciones suficientemente buenas con los datos entregados, si no, aún hay espacio para mejorar. En el caso del modelo actual, aún hay un pequeño espacio de mejora, podemos intentar mejorar solo con hiperparámetros utilizando **optuna** o similares.

- ¿Para qué aplicaciones puede servir un modelo de este tipo? En particular, ¿Cómo podría ayudar a combatir el cambio climático?

Respuesta

El modelo que acabamos de crear nos da una estimación del precio de la leche, lo que está relacionado con la demanda por tales productos. Esto puede ayudar a empresas o personas naturales que quieren planificar sus pedidos de leche.

Los modelos de series de tiempo tienen un gran impacto en el día a día, un problema que conozco es en energías renovables y cómo implementarlas en los mercados, en particular, hay un tipo de mercado en donde cada generador de energía (convencional o renovable) entrega sus pujas (bids) a un organismo central e independiente, el cual asigna las cantidades a producir y precio tales que minimicen el costo total de la red. Los generadores de energía eligen las pujas de manera de ganar la mayor cantidad de dinero posible (si dan un precio muy alto, el organismo central les asignará 0 producción) resolviendo un problema de optimización. Una de las dificultades que tienen los productores de energías renovables en estos mercados es que su capacidad de producción no es determinista, un modelo de este tipo puede ayudar elegir un valor y transformar el problema en determinista, o acotar el espacio en donde vive la capacidad, para que luego el problema de optimización pueda ser resuelto más fácilmente. En este sentido, estaríamos ayudando a introducir generadores de energía renovables al mercado y por lo tanto combatiendo el cambio climático.

Podemos también crear modelos que tengan que ver directamente con el cambio climático, por ejemplo viendo como han disminuído las precipitaciones durante los últimos años. La gracia es que al agregar variables al modelo, podemos ver su impacto en la disminución de precipitaciones, luego generar un análisis estadístico cuidadoso para detectar la importancia de estas variables, por ejemplo variables asociadas a emisiones de gases de efecto invernadero deberían tener un impacto negativo, y por lo tanto, uno puede entregar recomendaciones con respecto a cómo mejorar y dar predicciones sobre cómo empeorarán las condiciones en caso de no tomar acciones.

¡Muchas gracias por tu tiempo y por la oportunidad. Que tengas un buen día!