

Caracterización de las relaciones entre algunos indicadores macroeconómicos y el margen de utilidad de ventas de empresas Colombianas del sector comercio de vehículos automotores nuevos (G4511) vigiladas por la SuperSociedades.

Brandon Parra

Gianmaria Bilato

Este informe corresponde a la entrega final de la materia Métodos Estadísticos Avanzados (EC1209) que hace parte del pensum del segundo semestre de la Maestría en Ciencias de los Datos y Analítica de la Universidad EAFIT.

El objetivo de esta investigación es lograr caracterizar las relaciones que tienen algunos indicadores macroeconómicos con respecto al margen de utilidad de un grupo de empresas pertenecientes, en este caso, al sector de comercio de vehículos automotores nuevos en Colombia. Para dar respuesta a esta actividad, el informe se estructuró en 4 etapas principales donde se sientan las bases para dar respuesta a la necesidad de investigación. las etapas necesarias para ello corresponden a la 1) *consolidación de información*, 2) la *transformación de variables y análisis descriptivo*, 3) el *ajuste y validación de modelos* y 4) la *estimación esfuerzo de actividades*.

1. Consolidación de información

La primera parte del trabajo corresponde a la obtención de la información, consolidación de la base de datos y preprocesamiento de los datos. En cuanto a la obtención de información, nuestro modelo se compondrá de las variables macroeconómicas y los costos y gastos de venta de las empresas del sector seleccionado (G4511).

1.1 Obtención de Información

Como parte de esta etapa se extrajo la información de las variables macroeconómicas desde fuentes como el Banco Mundial y El Banco de la Republica de Colombia. En cuanto a la información de costos e ingresos (variables financieras) de las empresas del sector seleccionado, se extrajeron desde la página de la Superintendencia de Sociedades de Colombia. A continuación, se detalla la información de obtención de cada una de las variables tanto macroeconómicas como de resultados de las empresas.

1.1.1 Variables Macroeconómicas:

La finalidad de las variables macroeconómicas se centra en describir la economía de un país y permiten entender su evolución con el paso del tiempo. Para poder llevar a cabo estas estadísticas, por medio de los cuales se conoce la situación económica del país y cuál es su nivel de competencia mundial, fueron

utilizados los datos oficiales del gobierno colombiano [1]. Entre las variables macroeconómicas seleccionadas para este estudio se encuentran:

1.1.1.1 PIB: El producto interno bruto es una magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país o región durante un período determinado, normalmente de un año o trimestrales [2]. Los valores utilizados del PIB en este estudio corresponden a la variación % de un año respecto a otro y los datos fueron extraídos de la página del Banco Mundial <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=CO>.

1.1.1.2 Inflación: La inflación es el aumento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios en un país durante un periodo de tiempo sostenido, normalmente un año [3]. Los valores de la inflación están dados en porcentaje anual y fueron extraídos de la página del Banco Mundial <https://datos.bancomundial.org/indicador/FP.CPI.TOTL.ZG?locations=CO>.

1.1.1.3 Tasa de desempleo: Es un indicador de la evolución en el tiempo de, respectivamente, la proporción de personas que, estando en edad de trabajar, se encuentran desocupadas y de la proporción de personas que, teniendo la intención de trabajar, se puedan emplear [4]. Los valores de tasa de desempleo se dan en porcentaje anual y fueron extraídos de la página del Banco Mundial <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.UEM.TOTL.ZS?locations=CO>.

1.1.1.4 Tasa de cambio / TRM: La tasa de cambio representativa del mercado es la cantidad de pesos colombianos por un dólar de los Estados Unidos. La TRM se calcula con base en las operaciones de compra y venta de divisas entre intermediarios financieros que transan en el mercado cambiario colombiano, con cumplimiento el mismo día cuando se realiza la negociación de las divisas [5]. En nuestro caso, el valor de la tasa de cambio fue promediado durante todo el año. Estos datos fueron extraídos de la página del Banco de la Republica de Colombia <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>.

1.1.1.5 Balance fiscal: El balance fiscal de un país es un documento en el que se indican los ingresos y los gastos de la administración de un Estado relativos a un período determinado o las denominadas cuentas públicas [6]. En el modelo se ha considerado la diferencia entre los dos valores que toma el término déficit cuando la diferencia es negativa y superávit en caso de que sea positivo. Estos datos están dados en porcentaje (como proporción del PIB) y fueron extraídos de la página del Ministerio de Hacienda de Colombia http://www.urf.gov.co/webcenter/portal/Estadisticas/pages_macroeconomia/balancegobiernogeneralpib.

1.1.1.6 Tasas de Intervención: La tasa de intervención de política monetaria es la tasa de interés mínima que el Banco de la República cobra a las entidades financieras por los préstamos que les hace mediante las operaciones de mercado abierto (OMA) que se otorgan en las subastas de expansión monetaria a un día [7]. En el modelo se consideró el porcentaje del valor promedio del año considerado y los datos fueron extraídos de la página del Banco de la Republica de Colombia <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-interes-politica-monetaria>

1.1.1.7 Balance de cuenta corriente: La balanza por cuenta corriente es un documento contable que forma parte de la estructura de la balanza de pagos. Es uno de los indicadores económicos que detalla de manera más exacta la forma en la que un país interactúa con el exterior. Si este valor es negativo significa que las importaciones son mayores que las exportaciones y viceversa [8]. Los datos extraídos se obtuvieron sumando cada uno de los trimestres de los años a considerar y están en porcentaje (como proporción del PIB). Adicionalmente los datos fueron extraídos desde la página del Banco de la Republica de Colombia <https://datos.bancomundial.org/indicador/BN.CAB.XOKA.GD.ZS?locations=CO>

1.1.2 Variables financieras de resultados empresariales:

La finalidad de los costos e ingresos de las empresas es la de poder entender los resultados económicos de las diferentes empresas durante un determinado periodo de tiempo, en este caso, anualmente. Los datos anuales de las empresas colombianas se han descargado en la página de las SuperSociedades del gobierno de Colombia (<http://pie.supersociedades.gov.co>), donde es posible descargar masivamente todos los datos económicos y financieros de las empresas colombianas para un año determinado (en este caso de 2015 hasta el 2018).

En este punto se eligió un tipo de industria según la clasificación nacional internacional uniforme teniendo en cuenta el número mínimo de empresas (20) dentro de la categoría. La categoría elegida es la G4511, es decir, el comercio de vehículos automotores nuevos. Dentro de esta categoría hay 33 empresas, que por lo tanto cumplen el criterio de número mínimo.

Como información adicional, esta categoría incluye “el comercio al por mayor y al por menor de vehículos automotores nuevos para pasajeros, incluso vehículos especiales (ambulancias, casas rodantes, microbuses, vehículos de camping, caravanas, 257 etc.), los vehículos con tracción tipo campero (todo terreno), y otros vehículos automotores para pasajeros con mecanismos de conducción similares a los de los automóviles, así como el comercio de camiones, remolques y semirremolques. Incluye las actividades de venta de vehículos por consignación, por comisión o por contrata (intermediarios), como también la compra y venta de contenedores especialmente diseñados y equipados para su uso en uno o más medios de transporte” [9].

1.1.2.1 Ingresos: El ingreso es el retorno de las entradas económicas netamente provenientes de la actividad comercial de la empresa o entidad económica. Este rubro incrementa el patrimonio empresarial debido a que aumenta el activo y reduce el pasivo y obligaciones de esta. Estos datos se encuentran en Pesos Colombianos.

1.1.2.1 Costos de ventas: El costo de las ventas es el total acumulado de todos los costos utilizados para crear un producto o servicio, que ha sido vendido. El costo de las ventas es una parte clave de la métrica del rendimiento de una empresa, ya que mide la capacidad de una entidad para diseñar, obtener y fabricar bienes a un costo razonable. Estos datos se encuentran en Pesos Colombianos.

1.1.2.3 Margen de Utilidad: El margen de utilidad actúa como una medida de rentabilidad de una empresa. Mide la proporción existente entre la diferencia de los Ingresos y los gastos sobre los ingresos de una

compañía. Este dato se encuentra en porcentaje y fue incluido en el análisis para condensar la información de los ingresos y los gastos en una única variable.

1.2 Consolidación de la base de datos

Una vez obtenida toda la información se procede a consolidar toda la data en una tabla distribuida de la siguiente forma:

- Se toman los 4 archivos (uno por cada año, 2015-2018) de texto llamados *EstadoResultadosIntegrales(ERI)20XX.txt* y se pasan a un libro de Excel. Donde posteriormente se procede a utilizar la funcionalidad de “Texto en Columnas” para poder tener esta información tabulada correctamente para su manipulación. Luego se aplican los filtros “10 NIIF Plenas – Individuales” en la columna **PUNTO_ENTRADA** y posteriormente se filtra “G4511” en el campo **CIU_VERSION**. Posteriormente se extraen las columnas **NIT**, **PERIODO**, **Ingresos de actividades ordinarias** y **Costo de ventas** con los filtros aplicados anteriormente.
- Según la nueva hoja extraída en el punto anterior se tendrá un registro por año y por empresa.
- Luego se procede a traer las variables macroeconómicas, las cuales son las mismas por cada uno de los años por cada una de las empresas.
- Se tendrán 7 variables macroeconómicas y 2 variables de resultados empresariales que más adelante se convertirá solo en 1 (Margen de utilidad)

La base de datos tendrá la siguiente estructura, la cual es resultado de los pasos anteriormente descritos, facilitando el tratamiento para los modelos que se le aplicaran.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Year	NIT	Pto	Indicador	Tasa desempleo	Tasa de cambio	Balance_cuenta_corriente	Tasa_int_pol_mon	Balance_fiscal	Costo_ventas	Ingresos
55	2016	900229376	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	101461131	105249995
56	2016	900241784	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	71729941	82508647
57	2016	900283099	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	60448484	68414436
58	2016	900327290	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	324445661	369695539
59	2016	900353873	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	81577297	100571785
60	2016	900466209	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	504470990	591186603
61	2016	900486347	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	102505990	10853107
62	2016	900593229	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	2549387	3538135
63	2016	900622968	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	53797210	62320987
64	2016	900703240	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	882242659	978065186
65	2016	900759679	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	224349414	255945258
66	2016	900871523	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	84721233	90068528
67	2016	900878893	282.83	7.51%	8.69%	3050.98	-12036.18	7.10%	-32939.48	108212876	119762952
68	2017	80029569	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	77624499	92003504
69	2017	800149138	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	21377722	26174700
70	2017	800215493	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	37022185	42814276
71	2017	800215494	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	36846590	41764290
72	2017	800215496	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	18643377	22950548
73	2017	805026621	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	29148848	30452443
74	2017	811010832	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	179239764	200939990
75	2017	830006901	311.79	4.31%	8.87%	2951.32	-10240.88	6.13%	-29985.63	68265008	81277560

1.3 Preprocesamiento de los datos

Como parte del preprocesamiento de los datos se identificaron 3 aspectos que se deben ajustar para poder tener una base de datos limpia y lista para aplicarle los modelos correspondientes. Estos aspectos son:

- Se deberá crear la variable Margen de Utilidad que es igual a $(Ingresos - Costo_Ventas) / Ingresos$. Esto permitirá normalizar la variable que será la variable objetivo y estará dada en términos de porcentaje.

- Se encontró también que algunos Margen de Utilidad tenían valores negativos, por lo tanto, se decidió eliminarlos ya que esto afectaría la distribución de la variable objetivo.
- Como los datos financieros fueron tomados fueron desde el 2015 al 2018, se encontró que algunas empresas del sector seleccionado no contaban con información financiera, lo cual también afectaba la variable objetivo. Por esta razón se decidió eliminar todos los registros de las empresas que tuvieran por lo menos un valor NA en sus datos financieros.

Como resultado de esta etapa se obtiene una base de datos con 72 observaciones, lo cual corresponde a 18 observaciones por 4 años (2015-2018) para cada una de estas empresas.

2. Transformación de variables y análisis descriptivo

Una vez construida la base de datos, se procede a transformar las variables en cuanto **fuese** necesario y posteriormente realizar un análisis descriptivo para entender como se distribuyen cada una de estas variables que pueden ser utilizadas para construir el modelo.

En cuanto a la parte de transformación de los variables, inicialmente se contempló que el PIB debería estar dado como un valor total anual en miles de millones de dólares, pero se llegó a la conclusión de que sería mejor utilizar la variación ya que en los modelos de efectos mixtos no es muy viable que con este tipo de dato se perciba las variaciones de periodo a otro, entonces se cambió la variable a tipo porcentual, mostrando el porcentaje de cambio de un periodo a otro. Otra modificación que se realizó fue a las variables Balance_cuenta_corriente y Balance_Fiscal, donde inicialmente estas variables se encontraban dadas en miles de millones de pesos Colombianos, pero se determinó que sería más valioso tener estos valores como un % del PIB total durante el periodo a considerar y que al mismo tiempo se normalizaban estos datos.

En resumen, se tiene que las variables Inflación, Tasa_de_desempleo, Balance_cuenta_corriente, Balance_fiscal y utilidadPer (Margen de Utilidad) están dados en porcentajes, es decir, normalizados de una escala de 0 a 1. Por otro lado, la variable PIB esta dada en % variación y la Tasa_de_cambio está dada en dólares. Con esto se dejan listas las variables para comenzar a explorar con diferentes modelos para predecir la variable utilidadPer.

Luego, se consideró importante hacer un análisis univariado de cada una de las variables y así poder entender como estaban distribuidos cada una de las variables, para esto se utilizó la función **descr** para generar una serie de estadísticas descriptivas por cada una de las variables macroeconómicas y financieras.

Commented [gb1]: ?

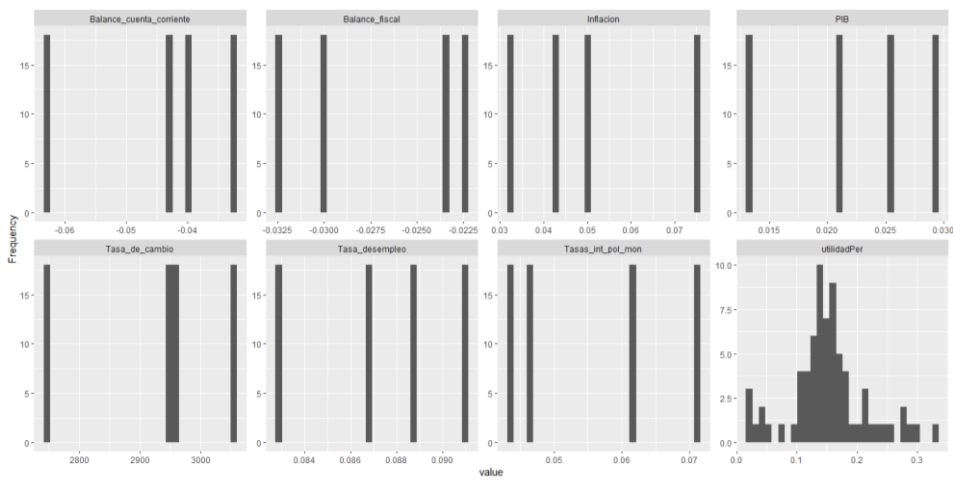
Commented [gb2]: Respire ☺

Commented [gb3]: està

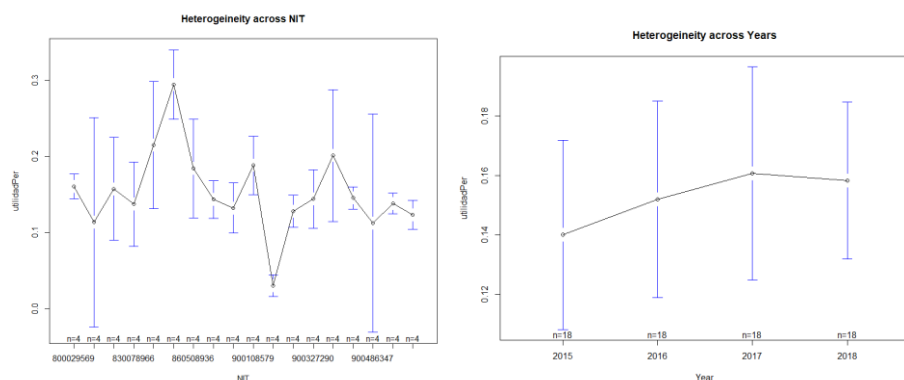
Commented [gb4]: corsivo?

	Mean	Std.Dev	Min	Q1	Median	Q3	Max
Balance_cuenta_corriente	-0.04	0.01	-0.06	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03
Balance_fiscal	-0.03	0.00	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02
Inflacion	0.05	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08
PIB	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
Tasa_de_cambio	2925.53	113.19	2743.39	2847.35	2953.88	3003.70	3050.98
Tasa_desempleo	0.09	0.00	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09
Tasas_int_pol_mon	0.06	0.01	0.04	0.05	0.05	0.07	0.07
utilidadPer	0.15	0.06	0.02	0.12	0.15	0.18	0.33
Table: Table continues below							
	MAD	IQR	CV	Skewness	SE.Skewness	Kurtosis	N.Valid
Balance_cuenta_corriente	0.01	0.01	-0.26	-0.81	0.28	-0.93	72.00
Balance_fiscal	0.01	0.01	-0.16	-0.07	0.28	-1.87	72.00
Inflacion	0.01	0.02	0.32	0.61	0.28	-1.04	72.00
PIB	0.01	0.01	0.27	-0.35	0.28	-1.30	72.00
Tasa_de_cambio	73.87	80.73	0.04	-0.69	0.28	-0.94	72.00
Tasa_desempleo	0.00	0.00	0.03	-0.34	0.28	-1.19	72.00
Tasas_int_pol_mon	0.01	0.02	0.20	0.24	0.28	-1.65	72.00
utilidadPer	0.04	0.05	0.41	0.31	0.28	0.60	72.00

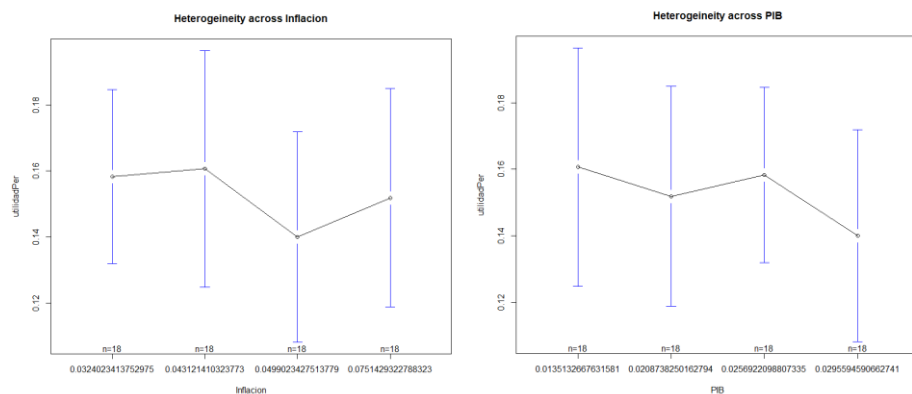
Por otro lado, también se realizó un histograma de cada una de las variables, el cual permitió en complementar las medidas estadísticas anteriormente calculadas.



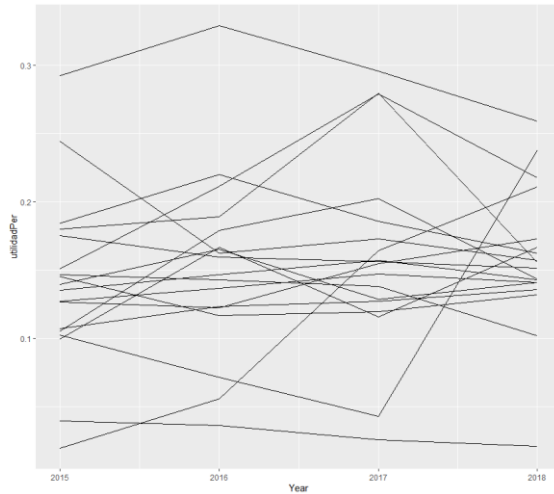
Luego de analizar esta gráfica, se obtiene que para la mayoría de las variables a diferencia de la variable objetivo (utilidadPer), las distribuciones no se encuentran muy pronunciadas debido a la poca cantidad de registros (1 por año) que se tienen para este modelo. Por lo tanto, no podemos hacer mayores inferencias sobre la distribución de la mayoría de las variables. En cuanto a la variable objetivo se realizaron unos análisis adicionales para determinar como era la distribución de los márgenes de utilidad para cada una de las empresas y los años a analizar, como se detalla a continuación.



En el gráfico de la izquierda podemos ver la media del porcentaje de utilidad para las 18 empresas y la varianza. Algunas de ellas tienen una gran diferencia en el porcentaje de utilidad en los 4 años, como por ejemplo la segunda y la tercera última, mientras que otras, como la primera y la última, sólo tuvieron un pequeño cambio porcentual. En el gráfico de la derecha se muestran los diferentes años en el eje horizontal y el porcentaje de utilidad en el vertical. La tendencia general de las empresas consideradas está creciendo desde 2015 hasta 2017, cuando alcanzó su punto máximo e inició una tendencia descendente. Por otro lado, la dispersión de los valores se mantiene casi idéntica durante los cuatro años.



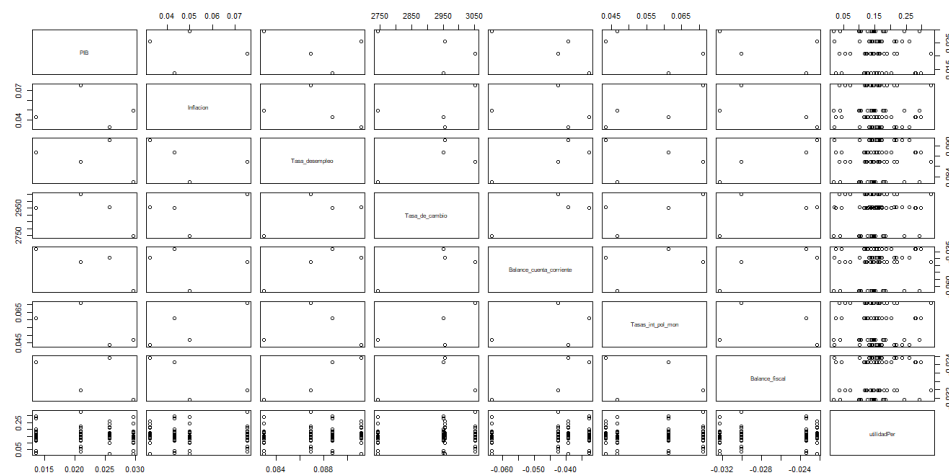
Cuando analizamos más en concreto la Inflación y el crecimiento del PIB se muestra una tendencia de naturaleza inversa entre las dos variables: cuando el PIB crece, la inflación tiende a disminuir casi con la misma magnitud en relación con la utilidad en porcentaje. Hemos también analizado el porcentaje de utilidad para cada industria durante el tiempo considerado:



Como puede verse en este caso no es posible definir una tendencia homogénea para las 18 empresas consideradas. Algunos lograron aumentar su porcentaje de utilidad año tras año, otros alcanzaron un máximo en 2016 y 2017 y luego iniciaron un descenso, mientras que otros se comportaron de manera opuesta a esta última. En cualquier caso, no es posible identificar una tendencia general en el sector y se hará un análisis más preciso más adelante.

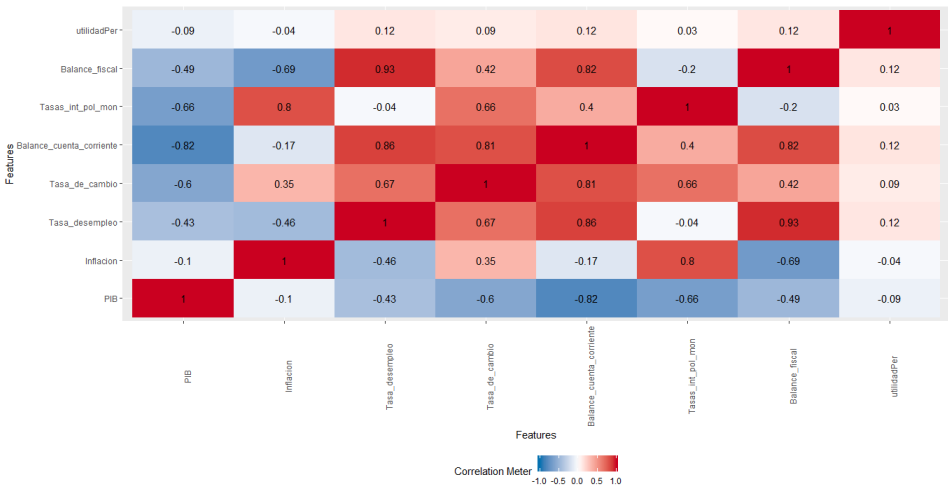
Luego de analizar las cada una de las variables por separado, se procede a hacer un análisis multivariado de las diferentes variables y como se interrelacionan entre cada una de ellas. Para ello utilizamos una gráfica

Commented [gb5]: acento



A simple vista se pueden ver un patrón de relación en la inflación con la tasa de intervención, en el PIB con el Balance_cuenta_corriente y la tasa_desempleo con el Balance_fiscal, entre otras. Para facilitar un poco como se relacionan las variables entre cada una de ellas se realizó una matriz de correlación y así poder entender un poco mejor las relaciones entre cada una de las variables.

Commented [gb6]: en la etc



Luego de analizar esta matriz de correlación, podemos concluir que las variables que mejor explicarían el modelo serían el PIB y la Inflación debido a que su coeficiente de correlación es alto (tanto positivo como negativo) para la mayoría de las variables y que entre sí no se explican, facilitando así, el proceso de selección de variables para iniciar con la experimentación de modelos para predecir la variable objetivo (Margen de Utilidad).

Commented [gb7]: es bajo!

3. Ajuste y validación de modelos

En esta sección hemos construido tres modelos diferentes para mostrar la variación de la utilidad en porcentaje con respecto al PIB y la inflación. Los tres modelos considerados son: OLS, modelos de efectos fijos y mixtos

3.1 Modelo OLS

Los mínimos cuadrados ordinarios (OLS) son un tipo de método de mínimos cuadrados lineales para estimar los parámetros desconocidos en un modelo de regresión lineal. El método de mínimos cuadrados ordinarios elige los parámetros de una función lineal de un conjunto de variables explicativas mediante el principio de los mínimos cuadrados: minimizando la suma de los cuadrados de las diferencias entre la variable dependiente observada (valores de la variable que se está observando) en el conjunto de datos dado y los predichos por la función lineal.

```

Dependent variable:
-----
utilidadPer
-----
PIB          -1.040
              (-1.262)

Inflacion    -0.212
              (0.480)

Constant     0.187***
              (0.040)

-----
Observations    72
R2              0.012
Adjusted R2     -0.017
Residual Std. Error 0.064 (df = 69)
F Statistic     0.406 (df = 2; 69)
=====

```

Las variables consideradas son el PIB y la inflación. Los resultados del modelo indican un valor bajo de R^2 y R^2 ajustado. Los coeficientes de PIB e Inflación no son significativos en este modelo ya que su valor p es mayor que 0,05. También el valor de F-Statistic es mayor de 0.05 y entonces el modelo no puede predecir con exactitud la variable de respuesta.

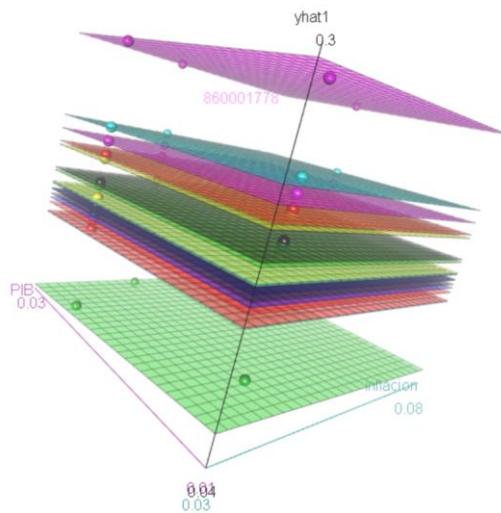
3.2 Modelo de efectos fijos

Con el fin de mejorar el modelo anterior, se ha implementado un modelo de efectos fijos en R. En estadística, un modelo de efectos fijos es un modelo estadístico en el que los parámetros del modelo son cantidades fijas o no aleatorias. En la econometría, un modelo de efectos fijos se refiere a un modelo de regresión en el que las medias del grupo son fijas en contraposición a un modelo de efectos aleatorios en el que las medias del grupo son una muestra aleatoria de una población. En este caso, las dos variables (PIB e Inflación) se consideran como fijas, por lo que no se les permite cambiar. La nueva variable que se introduce es el coeficiente diferente para cada una de las 18 empresas consideradas.

NIT	(Intercept)	PIB	Inflacion
800029569	0,1934	-1,040	-0,2120
805026621	0,1530	-1,040	-0,2120
830044266	0,1908	-1,040	-0,2120
830078966	0,1733	-1,040	-0,2120
830096048	0,2400	-1,040	-0,2120
860001778	0,3083	-1,040	-0,2120
860508936	0,2137	-1,040	-0,2120
890207088	0,1787	-1,040	-0,2120
900084999	0,1691	-1,040	-0,2120
900108579	0,2171	-1,040	-0,2120
900229376	0,0815	-1,040	-0,2120
900283099	0,1657	-1,040	-0,2120

900327290	0,1792	-1,040	-0,2120
900353873	0,2283	-1,040	-0,2120
900466209	0,1804	-1,040	-0,2120
900486347	0,1521	-1,040	-0,2120
900622968	0,1740	-1,040	-0,2120
900759679	0,1613	-1,040	-0,2120

Cada compañía tiene ahora su propia intercepto. En el modelo los coeficientes de cada empresa funcionan como una variable binaria y lo será sólo cuando se considere esa compañía. Ahora los resultados se trazan en un gráfico tridimensional para visualizar mejor los resultados:



El problema que enfrentamos ahora es que los dos valores del PIB y la inflación son constantes para todos los años y para todos los valores. Como hemos visto antes, no todas las empresas siguen la misma tendencia del PIB y mientras algunas crecen a medida que el PIB aumenta, otras disminuyen. Lo mismo puede decirse de la inflación. Por lo tanto, hemos considerado necesario crear un tercer modelo en el que los valores del PIB y de la inflación puedan variar según la empresa y, por lo tanto, explicar mejor el modelo.

3.3 Modelo mixto

Un modelo mixto es un modelo estadístico que contiene tanto efectos fijos como efectos aleatorios. En nuestro caso hemos variado los valores del PIB y los coeficientes de inflación de cada empresa de manera singular.

NIT	(Intercept)	PIB	Inflacion
800029569	0,1809	-0,8191	-0,0717

805026621	0,1245	0,3993	-0,4799
830044266	0,2146	-1,7801	-0,2697
830078966	0,1656	-0,5346	-0,2689
830096048	0,2758	-3,1592	0,0672
860001778	0,2965	-3,1794	1,0195
860508936	0,1873	-0,8503	0,1767
890207088	0,1651	-0,4723	-0,1758
900084999	0,1605	-0,4133	-0,2856
900108579	0,2068	-1,3443	0,1796
900229376	0,0726	1,3933	-1,0936
900283099	0,1522	-0,2307	-0,3377
900327290	0,1836	-1,0319	-0,3428
900353873	0,2597	-2,7809	0,0064
900466209	0,1812	-0,9291	-0,2658
900486347	0,1975	-1,6821	-0,9031
900622968	0,1745	-0,7907	-0,3276
900759679	0,1611	-0,5128	-0,4427

Como se puede ver, los coeficientes de PIB e inflación asumen ahora valores diferentes para cada empresa. Estos valores varían significativamente con el PIB y la inflación. Algunos incluso siguen una tendencia inversa al aumento de la inflación, del PIB o ambas cosas. Estos valores significan que la interceptación para cada empresa varía del caso anterior. También los valores de los intercepto cambian con respecto al caso anterior, ajustando con los nuevos supuestos realizados.

3.4 Comparación de los modelos

Para encontrar una forma de comparar los tres modelos, el valor ajustado se ha calculado en R por cada modelo y luego se ha trazado en relación con los valores originales:

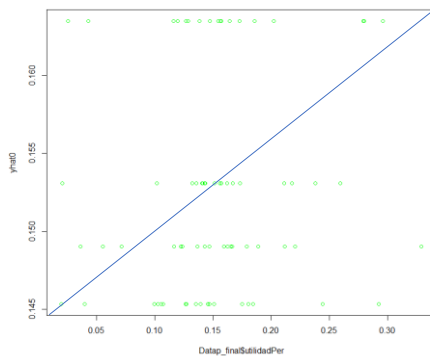


Figure 1: Fit values plotted for the OLS regression

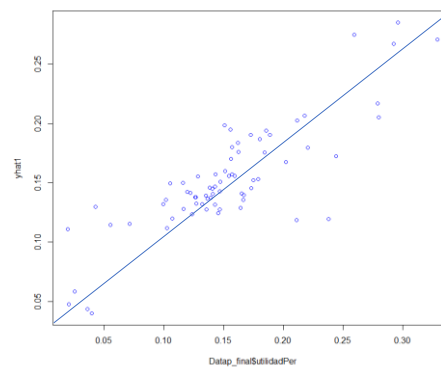


Figure 2: Fit values for the fixed effect model

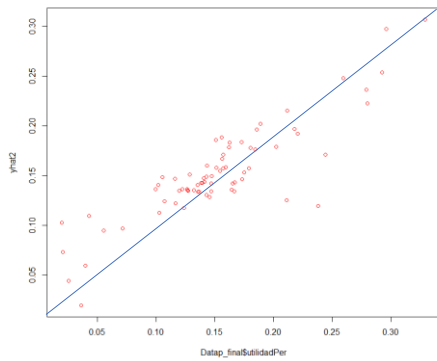


Figure 3: Fit values for the mixed effect model

De los tres gráficos de los valores de ajuste los valores de ajuste que mejor se aproximan a la curva son los del modelo de efecto mixto. Para calcular los errores, hemos calculado manualmente la suma de la potencia de los residuos:

$$Error^2 = sum((y_{pred} - y_{true})^2)$$

Regression method	Error ²
OLS	0,28104
Fixed effect	0,08811
Mixed effect	0,07002

Por lo tanto, el modelo de efecto mixto es el modelo que mejor predijo la variable y.

4. Estimación esfuerzo de actividades

El tiempo utilizado para este trabajo de investigación fue de 2 semanas donde el tiempo dedicado cada una de las etapas de este fue el siguiente:

- Consolidación de información → 30%
- Transformación de variables y análisis descriptivo → 25%
- Ajuste y validación de modelos → 35%
- Redacción del reporte → 10%

Bibliografía

- [1] <https://www.economiafinanzas.com/variables-macroeconomicas/>
- [2] https://es.wikipedia.org/wiki/Producto_interno_bruto
- [3] <https://www.eleconomista.es/diccionario-de-economia/inflacion>
- [4] <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-empleo-y-desempleo>
- [5] <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- [6] https://www.banrep.gov.co/es/series-estadisticas/see_finanzas_publi.htm
- [7] <https://www.banrep.gov.co/es/glosario/tasa-intervencion-politica-monetaria>
- [8] <https://economipedia.com/definiciones/balanza-cuenta-corriente.html>
- [9] <https://www.dane.gov.co/files/sen/nomenclatura/ciiu/CIIURev31AC.pdf>