



Vigilada Mineducación

**IMPACTO DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS SOBRE LOS RESULTADOS
FINANCIEROS DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA Y AGRÍCOLA EN COLOMBIA**

IMPACT OF CLIMATE FACTORS ON THE FINANCIAL RESULTS OF THE
ENERGY AND AGRICULTURAL INDUSTRY IN COLOMBIA

Tesis de grado para optar al título de magíster en Administración Financiera

ÁNGELA PATRICIA ABRIL MENDEZ
LUIS FERNANDO DOMÍNGUEZ MALAGÓN

Asesor, docente
JAVIER ORLANDO PANTOJA ROBAYO

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA - MAF
BOGOTÁ
2023

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por encaminarnos en nuestras metas de crecimiento personal.

Agradecemos al profesor Javier Orlando Pantoja Robayo Ph. D. en finanzas, a quien admiramos profundamente. Él, con paciencia, guio esta investigación y germinó en nosotros una semilla de amor y curiosidad por las finanzas con todo el impacto en nuestro entorno. En su nombre esperamos continuar este camino que apenas hemos trazado.

Agradecemos a la Universidad EAFIT por la calidad de los recursos puestos a nuestro servicio para desarrollar competencias que nos permitan alcanzar nuestros sueños.

Agradecemos a nuestras familias por acompañarnos, por el tiempo que no pudimos compartir mientras esta preparación se llevó a cabo, por el café en las noches largas y por su amor.

CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
OBJETIVOS	10
GENERAL.....	10
ESPECÍFICOS.....	10
MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL	11
METODOLOGÍA.....	13
Cálculo del flujo de caja libre	15
Harinera del Valle S.A.....	15
PROCAFECOL S.A.....	16
EMGESA S.A. E.S.P.....	17
CORRELACIÓN ENTRE ONI Y FLUJO DE CAJA LIBRE	18
CORRELACIÓN ENTRE EL INDICADOR ONI Y VENTAS	23
CORRELACIÓN ENTRE LA OFERTA HÍDRICA Y EL ONI ÍNDICE.....	26
CORRELACIÓN ENTRE LOS APORTES DE ENERGÍA Y EL ONI.....	28
CONCLUSIONES.....	30
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS	35
Distribución de la variable ONI	35
Distribución de la variable oferta hídrica.....	36
Distribución de la variable oferta hídrica.....	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Correlación FCL (HARINERA DEL VALLE S.A.) vs. ONI	18
Gráfico 2. Correlación FCL (PROCAFECOL S.A.) vs. ONI	18
Gráfico 3. Correlación FCL (EMGESA S.A. E.S.P.) vs. ONI	19
Gráfico 4. Normalidad – homeostasis primera prueba (Gráfica realizada con Rstudio).....	21
Gráfico 5. Errores de los modelos de ajuste, primera prueba	21
Gráfico 6. Correlación ventas (PROCAFECOL S.A.) vs. ONI	23
Gráfico 7. Correlación ventas (EMGESA S.A. E.S.P.) vs. ONI.....	24
Gráfico 8. Correlación ventas (HARINERA DEL VALLE S.A.) vs. ONI	24
Gráfico 9. Normalidad – homeostasis segunda prueba	26
Gráfico 10. Distribución ONI.....	27
Gráfico 11. Distribución de la oferta hídrica	27
Gráfico 12. Distribución de Aportes de energía sobre 95% PSS.....	28
Gráfico 13. Distribución índice ONI	35
Gráfico 14. Distribución oferta hídrica.	36
Gráfico 15. Distribución de los aportes de energía.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Flujo de caja libre Harinera del Valle S.A.	15
Tabla 2 Flujo de caja libre PROCAFECOL S.A.	16
Tabla 3 Flujo de caja libre EMGESA S.A. E.S.P.	17
Tabla 4. Valores para R, primera prueba	20
Tabla 5. Errores de los modelos de ajuste	22
Tabla 6. Valores para R, segunda prueba.....	25
Tabla 7. Intervalo de clases del índice ONI	35
Tabla 8. Intervalo de clases oferta hídrica.....	36
Tabla 9. Intervalo de clases aportes de energía.....	37

RESUMEN

Esta investigación pretende realizar un diagnóstico del mercado agrícola del café, el trigo y el mercado de la energía en Colombia, enfocado en medir el impacto de los factores climáticos, en particular, el fenómeno de El Niño, sobre su producción, flujo de caja y ventas, a través de la herramienta de la correlación matemática. Hasta el momento, el conocimiento de este impacto es intuitivo, es decir, se sabe que hay una afectación por parte del clima, pero no se tiene certeza sobre la magnitud exacta, tampoco las compañías se han preocupado por mantener indicadores que les permitan medir el impacto climático en sus ingresos y prefieren utilizar métodos de cobertura tradicionales: con el mantenimiento de inventarios o la manipulación del precio de venta, lo cual hace pertinente este trabajo, en tanto labrará el camino que permitirá la creación de una herramienta de cobertura climática más económica que no afectaría sus precios de venta ni incurra en gastos adicionales de almacenamiento.

Palabras clave: Fenómeno del Niño, índice ONI (Oceanic Niño index), derivado climático, derivado financiero, factores climáticos y riesgo financiero.

ABSTRACT

This research aims to carry out a diagnosis of the agricultural market for coffee, wheat and the energy generation market in Colombia, focused on measuring the impact of climatic factors, particularly the El Niño phenomenon on its production, cash flow and sales, through the mathematical correlation tool, since up to now the knowledge of this impact is intuitive, that is, it is known that there is an affectation by the weather but the exact magnitude is not known for sure , neither have companies been concerned with maintaining indicators that allow them to measure the climate impact on their income and prefer to use traditional hedging methods: through inventory maintenance or sale price manipulation, which makes the objective of this article pertinent. finding since it would pave the way for the creation of a cheaper weather coverage tool that would not affect their selling prices or incur additional storage costs.

Keywords: El Niño phenomenon, ONI index (Oceanic Niño index), weather derivative, financial derivative, weather factors and financial risk.

INTRODUCCIÓN

El fenómeno climático de El Niño, llamado así por la “corriente El Niño”, es una anomalía descubierta por los pescadores en el norte de Perú, quienes observaron que las aguas se calentaban durante la temporada de Navidad. Es provocado por el calentamiento superficial de las aguas del pacífico oriental ecuatorial junto a la costa de Perú y Ecuador, y es el causante de varias variantes climáticas que provocan abundantes lluvias o, su fase opuesta llamada La Niña, que provoca sequías (DESASTRE, 2016).

En Colombia, a pesar de que la industria agrícola y energética representan cerca del 14% del PIB nacional, solamente tienen la posibilidad de cubrirse del riesgo de afectación por factores climáticos a través de seguros contra riesgos catastróficos de baja probabilidad de ocurrencia, pero ante eventos de mayor probabilidad relacionados con el fenómeno El Niño no existe ninguna opción. Bajo este escenario, la presente investigación pretende cuantificar su impacto, a través de la medición de la causalidad entre la variación de los factores climáticos y las utilidades reflejadas en los estados financieros de compañías dedicadas a la generación y distribución de energía y a la cosecha de café y producción de derivados del trigo, con el fin de determinar la necesidad de negociar instrumentos que permitan la cobertura de estas industrias.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Niño afecta al sector energético al disminuir el nivel de agua de los embalses en las hidroeléctricas. Para cuidar el recurso, el costo de la energía aumenta y provoca la disminución de la producción agropecuaria, lo cual genera aumento en los precios agrícolas y de alimentos, especialmente los perecederos (AP INGENIERIA PROYECTOS AVANZADOS, 2019). En 2018, la implementación del plan nacional de contingencia frente al fenómeno le costó al país 55.000 millones (Portafolio, 2018), sin embargo, hasta el momento no se ha estimado el nivel del impacto sobre los ingresos, en particular del sector productivo, y si es lo suficientemente significativo para invertir esfuerzos en la creación de un derivado que proteja el sector energético, el cual ha sido protagonista en la economía del país aportando un valor cercano al 12% de los ingresos corrientes de la nación y un poco más del 50% de las exportaciones; mientras que el sector agrícola representa aproximadamente el 19% de las exportaciones y fue uno de los sectores que, a pesar de la pandemia ocasionada por el COVID-19, demostró crecimiento (El Espectador, 2022). Entonces, ¿el impacto del fenómeno de El Niño no es suficientemente importante para que se hayan preocupado por crear coberturas?, ¿acaso las empresas ya poseen sus propias formas de cobertura u otras estrategias para cubrirse de este fenómeno?

OBJETIVOS

GENERAL

Diagnosticar y medir el impacto del clima en la industria agrícola y energética de Colombia a través de la correlación existente entre el flujo de caja libre, las ventas, la producción de energía tomadas de una muestra de tres compañías del sector y el índice ONI, indicador asociado al fenómeno de El Niño, explicado por su relación, pero sin conocimiento específico de su magnitud.

ESPECÍFICOS

- Obtener estados financieros de una muestra de tres empresas dedicadas a la agricultura y a la producción de energía para realizar análisis de flujo de caja libre y extraer datos de ingresos, de ventas y de producción de energía y de oferta hídrica en Colombia.
- Organizar de forma anual el indicador ONI y ajustar las demás variables para realizar un análisis de correlación.
- Realizar análisis de correlación a través de los métodos: mínimos cuadrados y coeficiente de Pearson, que expliquen la magnitud de una presunta relación, si se ejecutaran pruebas de causalidad.
- Presentar propuestas del posible perfil de quien será la contraparte encargada de negociar la cobertura u ofrecerla.
- presentar conclusiones que se conviertan en un peldaño que permita la concientización de la importancia de los derivados como herramientas de cobertura baratos y eficientes y el avance para que las compañías desarrollen indicadores de medición más específicos con respecto al impacto climático.

MARCO TEÓRICO O MARCO CONCEPTUAL

En Colombia, el 66,2% de 151 empresas encuestadas afirman que se vieron afectados en los últimos cinco años por El Niño y La Niña, incrementando sus costos asociados entre 5% y 20% (Portafolio, 2017). El Niño es un fenómeno natural que implica fluctuaciones en la temperatura de la superficie oceánica: más cálido de lo normal en las aguas ecuatoriales del océano Pacífico central y oriental, y temperaturas superficiales del mar más frías llamada La Niña. El ciclo de El Niño y su fase opuesta, La Niña, son la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano pacífico en la escala interanual (Barnston, 1999).

Un derivado financiero es un producto cuyo valor depende de un activo subyacente, el cual es el objeto de adquisición o enajenación real o teórica en la liquidación del instrumento derivado. Los derivados se pueden diferenciar por su complejidad, pueden ser del tipo *plan vainilla*, que es la versión más simple, por ejemplo, un *interest rate swap*, es decir, la permuta de tipos de interés, o puede ser del tipo *exótico*, que tiene unas características más complejas: normalmente, este tipo de derivados son OTC (*Over The Counter*), entre grandes bancos, pero aun así existe la posibilidad de que se negocie en el mercado financiero estándar. Otra forma de diferenciar los derivados financieros es por el tipo de activo subyacente: pueden proceder de tipos de intereses, de tipo de cambio de moneda denominado *forex*, de *equities* y *commodities*, de riesgo crediticio o bonos, de emisiones CO₂, de la inflación y d todo aquel activo que cumpla ciertas condiciones que se detallarán más adelante. Por último, se pueden diferenciar los derivados por los agentes intermediarios: los negociados por OTC, que se tranzan entre grandes bancos o empresas la mayoría de veces y su uso común es para cobertura o *hedging*; y los ETD (*Exchange Traded Derivatives*), que son objeto de compraventa en mercados financieros. Este tipo de derivados son extremadamente líquidos y se utilizan más con fines especulativos (BBVA, 2020).

El diseño de un derivado financiero que permita a los empresarios colombianos cubrirse frente a la variación climática depende de varios factores: el producto no debe ser objeto de almacenamiento impidiendo que existan inventarios, debe existir una contraparte que se beneficie de una posición contraria, de compra o de venta, estar sujeto a un valor fluctuante y susceptible de medición proveniente de un subyacente y, finalmente, la intermediación de una cámara de compensación que mitigue los riesgos transaccionales, salvo que se trate de un *forward* negociado en OTC. En cuanto a temas legales, se debe tener en cuenta si los precios del subyacente son determinados por el mercado o pueden ser manipulados (Pantoja-Robayo, 2012). Los derivados más sencillos son los contratos *forward*, que son acuerdos entre partes para la compra y venta de un instrumento financiero, o una materia prima, en una fecha futura, pero con el precio pactado en la fecha de contratación. También se catalogan como *forward* los acuerdos sobre intercambio de interés en una o varias fechas futuras; por otra parte, las opciones y futuros son contratos en los que, básicamente, el comprador adquiere el derecho a recibir un pago contingente, positivo o nulo, en la fecha de vencimiento del contrato, a cambio de la realización del pago de un importe, denominado prima, en la fecha de contratación: existen tantos tipos de opciones como formas posibles de definir el pago contingente (BBVA, 2020).

Con los derivados financieros se incurre en un gasto por mitigar el riesgo que implica la fluctuación de los precios y los empresarios estarán dispuestos a asumirlo siempre que el impacto del clima sea significativo en sus ingresos. Un ejemplo de ello son los derivados basados en la demanda del agua que se vienen negociando en la bolsa de Chicago (CME) y NASDAQ desde el 2020 sobre un índice calculado en 2018. En Colombia, estos instrumentos financieros podrían ser útiles para compañías dedicadas a la generación de energía, cultivo de café o cualquier otro de tipo de industria agrícola.

METODOLOGÍA

Se toma como muestra tres empresas colombianas: PROCAFECOL S.A. (marca registrada Juan Valdez), Harinera del Valle S.A. y EMGESA S.A. E.S.P., cuya actividad económica depende del cultivo del café, del cultivo del trigo y la generación y comercialización de energía eléctrica, respectivamente. El factor común entre las tres compañías es la relación evidente entre su actividad con la variabilidad climática.

Se obtuvieron los estados financieros de PROCAFECOL S.A., desde el 2012 al 2021 (PROCAFECOL S.A., 2022), los estados financieros de Harinera del Valle S.A., entre 2014 y 2021 (Sistema Integrado de Información Societaria, 2022) y los estados financieros de EMGESA S.A. E.S.P., desde 2014 hasta 2021 (ENEL COLOMBIA, 2022), para calcular el flujo de caja libre anual de cada compañía. También se obtuvo información correspondiente al índice ONI publicado por el Centro de Predicción Climática (CPC) de los Estados Unidos, con valores mensuales desde el 2012 hasta el 2021, con el fin de realizar cálculos de correlación y observaciones circunstanciales.

La primera hipótesis para comprobar es la correlación entre el flujo caja de libre de las compañías colombianas y el ONI (Oceanic Niño Índice). La segunda hipótesis es la correlación entre las ventas de las compañías y el ONI, y la tercera es la correlación entre el fenómeno de La Niña, que particularmente en Colombia tiene que ver con el incremento de las lluvias, y las ventas de cada compañía.

Dado que el ONI tiene periodicidad mensual y los índices financieros tienen periodicidad anual, se realizó un ajuste: en lugar de tomar el ONI directamente, se calculó la probabilidad de ocurrencia del ONI en el año: así se obtiene un dato anual.

No se utilizó la correlación de Pearson, ya que no es conocida la distribución de los flujos de caja libre ni de las ventas (no hay suficientes datos para estimar una

distribución), y por tanto no podemos afirmar que las variables a comparar se distribuyan de forma aproximada, lo cual constituye una de las condiciones del método de Pearson. Por otro lado, en casos de investigación de comportamientos de variables provenientes del comportamiento de enfermedades y virus que requieren de precisión se recomienda el uso del método de mínimos cuadrados (Muñoz, s.f.).

En consecuencia, para hallar la correlación recurrimos al método de mínimos cuadrados, que se utiliza para calcular la recta de regresión lineal que minimiza los residuos, esto es, las diferencias entre los valores reales y los estimados por la recta (Molina, s.f.). Este método es aplicable en muchas situaciones en las que se estudia la relación entre dos o más variables o predecir un comportamiento. En caso de que no se pueda aplicar un modelo de regresión a un estudio, se dice que no hay correlación entre las variables estudiadas. También, desde un punto de vista estadístico, un requisito implícito para que funcione el método de mínimos cuadrados es que los errores de cada medida estén distribuidos de forma aleatoria (Wikipedia, s.f.), tal como se observa en los resultados.

CÁLCULO DEL FLUJO DE CAJA LIBRE

Harinera del Valle S.A.

Tabla 1. Flujo de caja libre Harinera del Valle S.A.

HARINERA DEL VALLE S.A.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BALANCE GENERAL								
CUENTAS COMERCIALES POR COBRAR	\$132,239,845	\$187,184,605	\$142,086,318	\$141,819,130	\$142,827,542	\$156,567,211	\$157,046,074	\$160,191,979
INVENTARIOS	\$101,466,510	\$118,490,612	\$123,761,727	\$121,656,302	\$149,120,074	\$138,758,691	\$122,856,722	\$262,125,092
ACTIVOS CORRIENTES	\$268,779,146	\$353,677,140	\$328,505,811	\$334,247,212	\$377,157,628	\$394,940,847	\$386,107,778	\$592,700,151
ACTIVOS NO CORRIENTES	\$953,161,697	\$899,265,188	\$1,037,525,184	\$1,051,740,593	\$1,010,067,616	\$1,207,035,665	\$1,155,572,599	\$1,120,328,535
ACTIVO	\$1,221,940,843	\$1,252,942,328	\$1,366,030,995	\$1,385,987,805	\$1,387,225,244	\$1,601,976,512	\$1,541,680,377	\$1,713,028,686
CUENTAS COMERCIALES POR PAGAR	\$36,528,527	\$52,843,911	\$57,383,125	\$53,689,032	\$74,227,101	\$87,476,107	\$55,333,408	\$144,198,277
PASIVO CORRIENTES	\$198,422,125	\$254,435,416	\$266,432,387	\$231,144,958	\$282,978,986	\$334,987,136	\$270,772,450	\$433,309,451
PASIVO NO CORRIENTES	\$160,428,023	\$155,224,929	\$127,940,593	\$132,530,851	\$119,468,134	\$95,049,666	\$104,328,114	\$115,649,689
PASIVO	\$358,850,148	\$409,660,345	\$394,372,980	\$363,675,809	\$402,447,120	\$430,036,802	\$375,100,564	\$548,959,140
PATRIMONIO	\$863,090,695	\$843,281,983	\$971,658,015	\$1,022,311,996	\$984,778,124	\$1,171,939,710	\$1,166,579,813	\$1,164,069,546
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	\$1,221,940,843	\$1,252,942,328	\$1,366,030,995	\$1,385,987,805	\$1,387,225,244	\$1,601,976,512	\$1,541,680,377	\$1,713,028,686
ESTADO DE RESULTADOS								
VENTAS	615,926,027	729,267,824	805,477,260	821,506,209	872,649,001	939,653,271	\$1,073,398,286	\$1,213,600,298
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$5,586,991	\$6,318,171	\$8,089,755	\$7,119,263	\$19,521,797	\$11,651,121	\$4,071,799	\$7,683,456
UTILIDAD OPERATIVA	32,689,616	37,422,559	44,145,426	61,728,814	61,051,910	\$60,425,399	\$64,171,055	\$62,371,969
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO	\$12,273,094	\$24,207,617	\$27,678,504	\$42,293,964	\$44,376,800	\$39,382,846	\$59,255,484	\$65,616,986
KPI								
EBITDA	\$38,276,607	\$43,740,730	\$52,235,181	\$68,848,077	\$80,573,707	\$72,076,520	\$68,242,854	\$70,055,425
MARGEN EBITDA	6%	6%	6%	8%	9%	8%	6%	6%
KTNO	\$197,177,828	\$252,831,306	\$208,464,920	\$209,786,400	\$217,720,515	\$207,849,795	\$224,569,388	\$278,118,794
PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL DE TRABAJO PKT	32%	35%	26%	26%	25%	22%	21%	23%
PALANCA DE CRECIMIENTO	0.19	0.17	0.25	0.33	0.37	0.35	0.30	0.25
BRECHA OPERATIVA O REMANENTE	-26%	-29%	-19%	-17%	-16%	-14%	-15%	-17%
PRODUCTIVIDAD DEL ACTIVO FIJO	65%	81%	78%	78%	86%	78%	93%	108%
IMPUESTO DE RENTA	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
EBITDA-DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$ 32,689,616	\$ 37,422,559	\$ 44,145,426	\$ 61,728,814	\$ 61,051,910	\$ 60,425,399	\$ 64,171,055	\$ 62,371,969
NOPAT	\$ 21,902,043	\$ 25,073,115	\$ 29,577,435	\$ 41,358,305	\$ 40,904,780	\$ 40,485,017	\$ 42,994,607	\$ 41,789,219
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$ 5,586,991	\$ 6,318,171	\$ 8,089,755	\$ 7,119,263	\$ 19,521,797	\$ 11,651,121	\$ 4,071,799	\$ 7,683,456
FLUJO DE CAJA BRUTO	\$ 27,489,034	\$ 31,391,286	\$ 37,667,190	\$ 48,477,568	\$ 60,426,577	\$ 52,136,138	\$ 47,066,406	\$ 49,472,675
CAPITAL DE TRABAJO NETO(KTNO)	\$ 197,177,828	\$ 252,831,306	\$ 208,464,920	\$ 209,786,400	\$ 217,720,515	\$ 207,849,795	\$ 224,569,388	\$ 278,118,794
FLUJO DE CAJA GENERADO POR OPERACIONES	-\$ 169,688,794	-\$ 221,440,020	-\$ 170,797,730	-\$ 161,308,832	-\$ 157,293,938	-\$ 155,713,657	-\$ 177,502,982	-\$ 228,646,119
CAPEX	\$ 70,357,021	\$ 28,884,703	\$ 37,168,300	\$ 41,028,830	\$ 8,923,612	\$ 34,224,931	\$ 55,381,617	\$ 44,055,372
FLUJO DE CAJA LIBRE (FCL)	-\$ 240,045,815	-\$ 250,324,723	-\$ 133,629,430	-\$ 202,337,662	-\$ 148,370,326	-\$ 121,488,726	-\$ 232,884,599	-\$ 272,701,491

Fuente: elaboración propia.

PROCAFECOL S.A.

Tabla 2 Flujo de caja libre PROCAFECOL S.A.

PROMOTORA DE CAFÉ COLOMBIA S.A. - PROCAI	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BALANCE GENERAL										
CUENTAS COMERCIALES POR COBRAR	\$11,620,694	\$7,172,171	\$13,947,493	\$15,128,577	\$16,536,399	\$28,016,517	\$24,905,400	\$21,219,049	\$15,832,989	\$30,782,460
INVENTARIOS	\$8,239,166	\$9,056,057	\$11,521,857	\$17,441,443	\$20,472,249	\$20,352,092	\$21,374,002	\$22,034,006	\$20,455,392	\$34,953,332
ACTIVOS CORRIENTES	\$25,228,590	\$29,233,926	\$40,422,887	\$46,326,582	\$57,286,693	\$69,206,688	\$63,239,751	\$63,733,482	\$71,170,910	\$84,539,779
ACTIVOS NO CORRIENTES	\$74,764,981	\$75,489,873	\$72,020,794	\$73,000,166	\$82,833,878	\$95,625,756	\$94,419,370	\$162,663,591	\$1,476,683,978	\$140,021,272
ACTIVO	\$99,993,570	\$104,723,799	\$112,443,681	\$122,261,594	\$142,238,053	\$164,822,013	\$157,659,121	\$226,397,073	\$218,839,288	\$224,561,051
CUENTAS COMERCIALES POR PAGAR	\$4,960,358	\$5,593,813	\$7,359,826	\$26,851,795	\$30,404,581	\$37,072,952	\$32,655,019	\$30,433,477	\$37,366,783	\$30,381,875
PASIVO CORRIENTES	\$23,576,844	\$29,587,244	\$39,699,622	\$51,623,212	\$66,069,838	\$89,114,419	\$71,339,306	\$94,898,308	\$99,211,863	\$113,865,605
PASIVO NO CORRIENTES	\$26,314,092	\$20,738,341	\$13,594,285	\$8,459,169	\$9,926,086	\$8,234,555	\$39,039,285	\$77,713,642	\$92,263,532	\$84,265,564
PASIVO	\$49,890,936	\$50,325,585	\$53,293,907	\$60,083,049	\$75,995,924	\$97,388,974	\$100,378,591	\$172,611,950	\$191,475,395	\$198,131,169
PATRIMONIO	\$50,102,634	\$54,398,214	\$59,149,774	\$62,178,545	\$66,242,129	\$57,433,039	\$47,280,530	\$53,785,123	\$27,363,893	\$26,429,882
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	\$99,993,570	\$104,723,799	\$112,443,681	\$122,261,594	\$142,238,053	\$164,822,013	\$157,659,121	\$226,397,073	\$218,839,288	\$224,561,051
ESTADO DE RESULTADOS										
VENTAS	117,639,389	142,376,520	167,463,470	207,020,190	245,690,599	278,079,207	\$287,785,063	\$318,376,985	\$215,980,401	\$365,587,475
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$5,171,924	\$5,044,329	\$5,573,401	\$7,407,881	\$5,540,219	\$8,727,161	\$11,498,815	\$34,594,394	\$32,363,115	\$29,868,993
UTILIDAD OPERATIVA	7,394,498	8,875,554	8,836,881	15,382,068	17,718,647	\$11,243,958	\$1,944,298	\$13,939,219	\$24,138,205	\$22,148,659
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO	\$1,372,004	\$4,509,490	\$6,030,699	\$8,908,106	\$4,063,586	\$2,900,775	-\$12,821,108	\$4,050,532	-\$26,421,230	-\$908,692
	KPI									
EBITDA	\$12,566,422	\$13,919,883	\$14,410,282	\$22,789,949	\$23,258,866	\$19,971,119	\$13,443,113	\$48,533,613	\$56,501,320	\$52,017,652
MARGEN EBITDA	11%	10%	9%	11%	9%	7%	5%	15%	26%	14%
KTNO	\$14,899,502	\$10,634,415	\$18,109,524	\$5,718,225	\$6,604,067	\$11,295,657	\$13,624,383	\$12,819,578	-\$1,078,402	\$35,353,917
PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL DE TRABAJO PKT	13%	7%	11%	3%	3%	4%	5%	4%	0%	10%
PALANCA DE CRECIMIENTO	0.84	1.31	0.80	3.99	3.52	1.77	0.99	3.79	-52.39	1.47
BRECHA OPERATIVA O REMANENTE	-2%	2%	-2%	8%	7%	3%	0%	11%	27%	5%
PRODUCTIVIDAD DEL ACTIVO FIJO	157%	189%	233%	284%	297%	291%	305%	196%	15%	261%
IMPUESTO DE RENTA	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
EBITDA-DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$ 7,394,498	\$ 8,875,554	\$ 8,836,881	\$ 15,382,068	\$ 17,718,647	\$ 11,243,958	\$ 1,944,298	\$ 13,939,219	\$ 24,138,205	\$ 22,148,659
NOPAT	\$ 4,954,314	\$ 5,946,621	\$ 5,920,710	\$ 10,305,986	\$ 11,871,493	\$ 7,533,452	\$ 1,302,680	\$ 9,339,277	\$ 16,172,597	\$ 14,839,602
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$ 5,171,924	\$ 5,044,329	\$ 5,573,401	\$ 7,407,881	\$ 5,540,219	\$ 8,727,161	\$ 11,498,815	\$ 34,594,394	\$ 32,363,115	\$ 29,868,993
FLUJO DE CAJA BRUTO	\$ 10,126,238	\$ 10,990,950	\$ 11,494,111	\$ 17,713,867	\$ 17,411,712	\$ 16,260,613	\$ 12,801,495	\$ 43,933,671	\$ 48,535,712	\$ 44,708,595
CAPITAL DE TRABAJO NETO(KTNO)	\$ 14,899,502	\$ 10,634,415	\$ 18,109,524	\$ 5,718,225	\$ 6,604,067	\$ 11,295,657	\$ 13,624,383	\$ 12,819,578	\$ 1,078,402	\$ 35,353,917
FLUJO DE CAJA GENERADO POR OPERACIONES	-\$ 4,773,264	\$ 356,535	-\$ 6,615,413	\$ 11,995,642	\$ 10,807,645	\$ 4,964,956	-\$ 822,888	\$ 31,114,093	\$ 49,614,114	\$ 9,354,678
CAPEX	\$ 1,651,746	\$ 2,005,064	\$ 1,076,583	\$ 6,019,895	\$ 3,486,515	\$ 11,124,586	\$ 11,808,176	\$ 23,065,271	\$ 3,123,873	\$ 1,284,873
FLUJO DE CAJA LIBRE (FCL)	-\$ 6,425,010	\$ 2,361,599	-\$ 7,691,996	\$ 18,015,537	\$ 14,294,160	\$ 16,089,542	-\$ 12,631,064	\$ 54,179,364	\$ 46,490,241	\$ 10,639,551

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3 Flujo de caja libre EMGESA S.A. E.S.P.

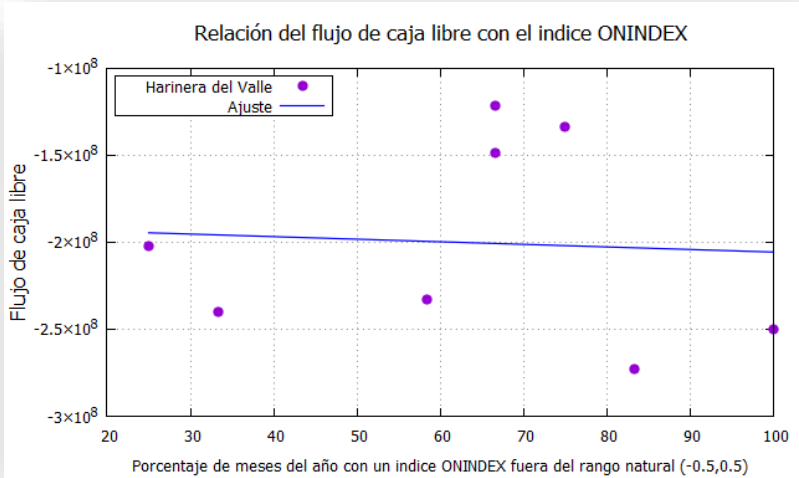
EMGESA S.A. E.S.P.	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BALANCE GENERAL								
CUENTAS COMERCIALES POR COBRAR	\$209,594,713	\$327,639,405	\$169,514,583	\$274,644,719	\$153,055,126	\$239,035,049	\$227,849,855	\$278,597,476
INVENTARIOS	\$48,417,669	\$34,562,875	\$43,992,321	\$50,761,757	\$65,551,826	\$82,219,623	\$102,199,837	\$94,157,639
ACTIVOS CORRIENTES	\$1,293,325,308	\$773,540,080	\$872,022,140	\$976,771,555	\$1,101,029,430	\$829,340,633	\$1,212,618,098	\$667,858,311
ACTIVOS NO CORRIENTES	\$6,992,162,520	\$8,066,469,726	\$8,165,439,298	\$8,051,762,585	\$8,149,800,991	\$8,290,892,409	\$8,282,472,472	\$8,368,820,627
ACTIVO	\$8,285,487,828	\$8,840,009,806	\$9,037,461,438	\$9,028,534,140	\$9,250,830,421	\$9,120,233,042	\$9,495,090,570	\$9,036,678,938
CUENTAS COMERCIALES POR PAGAR	\$216,769,672	\$283,723,040	\$337,661,837	\$217,065,049	\$391,391,284	\$320,183,181	\$315,037,310	\$300,189,124
PASIVO CORRIENTES	\$1,969,106,262	\$1,574,111,287	\$1,281,929,211	\$1,202,164,250	\$1,669,144,261	\$1,284,210,933	\$1,959,938,585	\$1,519,710,397
PASIVO NO CORRIENTES	\$3,454,522,347	\$3,707,541,959	\$4,259,544,196	\$3,978,053,347	\$3,342,395,320	\$3,092,760,876	\$2,378,927,641	\$2,415,069,971
PASIVO	\$5,423,628,609	\$5,281,653,246	\$5,541,473,407	\$5,180,217,597	\$5,011,539,582	\$4,376,971,809	\$4,338,866,226	\$3,934,780,368
PATRIMONIO	\$2,861,859,219	\$3,558,356,560	\$3,495,988,031	\$3,848,316,543	\$4,239,290,839	\$4,743,261,233	\$5,156,224,344	\$5,101,898,570
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	\$8,285,487,828	\$8,840,009,806	\$9,037,461,438	\$9,028,534,140	\$9,250,830,420	\$9,120,233,042	\$9,495,090,570	\$9,036,678,938
ESTADO DE RESULTADOS								
VENTAS	2,607,574,794	3,229,679,875	3,485,206,750	3,400,005,643	3,667,452,751	4,069,676,348	\$4,247,728,253	\$4,722,685,057
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$152,756,722	\$164,215,881	\$191,943,036	\$210,447,724	\$216,460,755	\$242,230,877	\$245,505,363	\$247,319,743
UTILIDAD OPERATIVA	1,867,388,109	1,918,210,428	2,191,113,832	2,255,423,496	2,307,136,717	\$2,563,813,774	\$2,758,958,857	\$3,196,617,546
UTILIDAD NETA DEL EJERCICIO	\$1,015,972,364	\$885,496,984	\$753,505,276	\$887,055,685	\$1,020,338,047	\$1,232,152,218	\$1,283,908,535	\$1,712,321,388
	KPI							
EBITDA	\$2,020,144,831	\$2,082,426,309	\$2,383,056,868	\$2,465,871,220	\$2,523,597,472	\$2,806,044,651	\$3,004,464,220	\$3,443,937,289
MARGEN EBITDA	77%	64%	68%	73%	69%	69%	71%	73%
KTNO	\$41,242,710	\$78,479,240	-\$124,154,933	\$108,341,427	-\$172,784,332	\$1,071,491	\$15,012,382	\$72,565,991
PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL DE TRABAJO PKT	2%	2%	-4%	3%	-5%	0%	0%	2%
PALANCA DE CRECIMIENTO	48.98	26.53	-19.19	22.76	-14.61	2618.82	200.13	47.46
BRECHA OPERATIVA O REMANENTE	76%	62%	72%	69%	74%	69%	70%	71%
PRODUCTIVIDAD DEL ACTIVO FIJO	37%	40%	43%	42%	45%	49%	51%	56%
IMPUESTO DE RENTA	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
EBITDA-DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$ 1,867,388,109	\$ 1,918,210,428	\$ 2,191,113,832	\$ 2,255,423,496	\$ 2,307,136,717	\$ 2,563,813,774	\$ 2,758,958,857	\$ 3,196,617,546
NOPAT	\$ 1,251,150,033	\$ 1,285,200,987	\$ 1,468,046,267	\$ 1,511,133,742	\$ 1,545,781,600	\$ 1,717,755,229	\$ 1,848,502,434	\$ 2,141,733,756
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	\$ 152,756,722	\$ 164,215,881	\$ 191,943,036	\$ 210,447,724	\$ 216,460,755	\$ 242,230,877	\$ 245,505,363	\$ 247,319,743
FLUJO DE CAJA BRUTO	\$ 1,403,906,755	\$ 1,449,416,868	\$ 1,659,989,303	\$ 1,721,581,466	\$ 1,762,242,355	\$ 1,959,986,106	\$ 2,094,007,797	\$ 2,389,053,499
CAPITAL DE TRABAJO NETO (KTNO)	\$ 41,242,710	\$ 78,479,240	-\$ 124,154,933	\$ 108,341,427	-\$ 172,784,332	\$ 1,071,491	\$ 15,012,382	\$ 72,565,991
FUJO DE CAJA GENERADO POR OPERACIONES	\$ 1,362,664,045	\$ 1,370,937,628	\$ 1,784,144,236	\$ 1,613,240,039	\$ 1,935,026,687	\$ 1,958,914,615	\$ 2,078,995,415	\$ 2,316,487,508
CAPEX	-\$ 675,780,954	-\$ 124,790,253	\$ 390,664,136	\$ 184,514,376	-\$ 342,722,136	\$ 113,244,531	-\$ 292,450,187	-\$ 104,531,599
FLUJO DE CAJA LIBRE (FCL)	\$ 2,038,444,999	\$ 1,495,727,881	\$ 1,393,480,100	\$ 1,428,725,663	\$ 2,277,748,823	\$ 1,845,670,084	\$ 2,371,445,602	\$ 2,421,019,107

Fuente: elaboración propia.

CORRELACIÓN ENTRE ONI Y FLUJO DE CAJA LIBRE

Como modelo para la relación entre estas variables (flujo de caja libre y porcentaje de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno fuera del rango natural) se eligió una función lineal obteniendo los comportamientos mostrados en las siguientes gráficas:

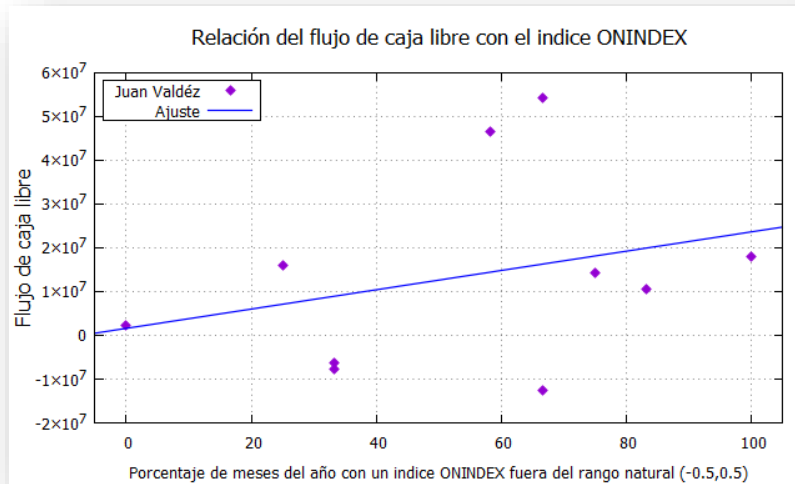
Gráfico 1. Correlación FCL (HARINERA DEL VALLE S.A.) vs. ONI



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica realizada con Gnuplot.

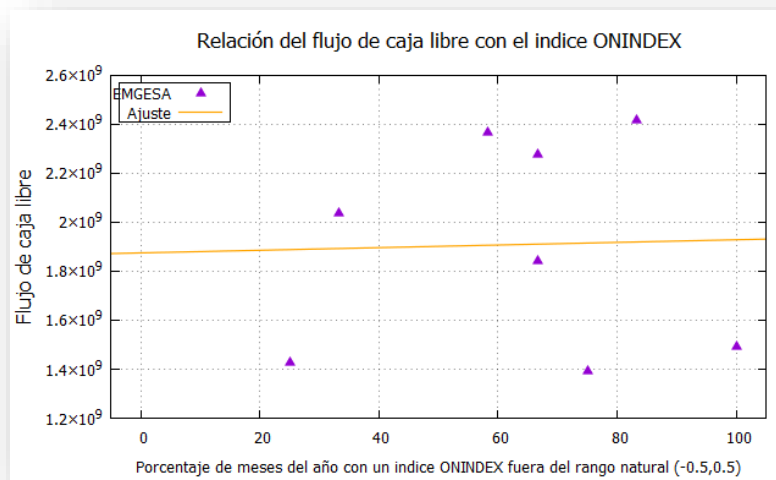
Gráfico 2. Correlación FCL (PROCAFECOL S.A.) vs. ONI



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica realizada con Gnuplot.

Gráfico 3. Correlación FCL (EMGESA S.A. E.S.P.) vs. ONI



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica realizada con Gnuplot.

Estos ajustes lineales se llevaron a cabo con el programa Rstudio con la función *LM (Flujo de caja libre ~ proporción, data = Datos)*, la cual aplica el método de mínimos cuadrados y nos ofrece el p-valor de la hipótesis que se desea poner a prueba, es decir, si el modelo es adecuado para la explicación de los datos y, además, el p-valor para cada uno de los parámetros.

En cuanto a la hipótesis de si la variable independiente ONI tiene algún impacto significativo en la variable dependiente flujo de caja libre, no se acepta puesto que este no es de tal magnitud. Como se puede apreciar en las imágenes, para la empresa Harinera del Valle S.A. se tuvo que en los años de mayor porcentaje de meses con valores de ONI relacionados a los fenómenos de El Niño y La Niña el flujo de caja libre tuvo tendencia a la disminución. Por su parte, se evidenció lo contrario para las empresas de PROCAFECOL S.A. y EMGESA S.A. E.S.P., puesto que hubo un ligero aumento durante los años de mayor anomalía en el ONI, lo cual puede estar relacionado a más variables influyentes en este indicador económico, como las estrategias que hayan sido aplicadas tanto a la producción e inventarios, así como la comercialización de los bienes y servicios.

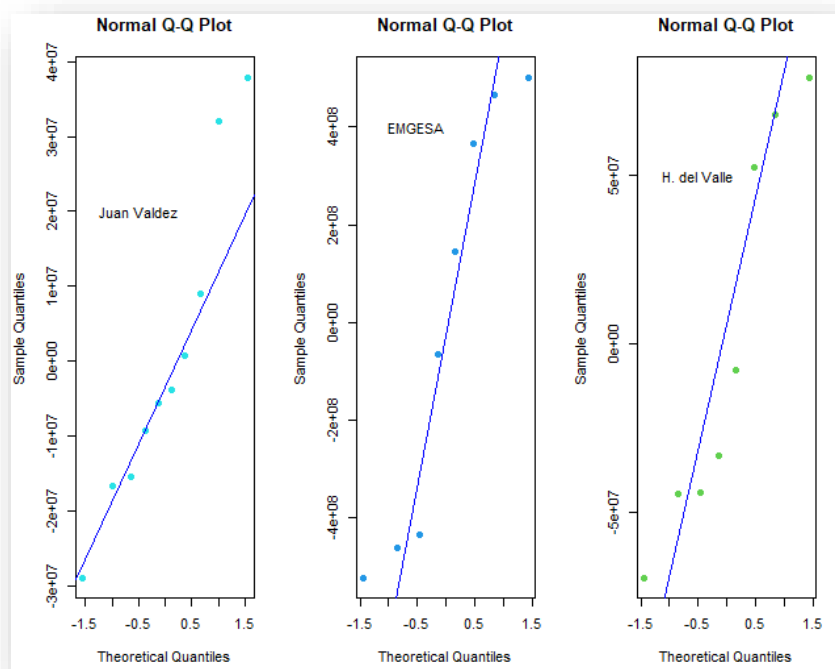
Tabla 4. Valores para R, primera prueba

Compañía	Modelo	R²	Rango Inter cuartil de los errores
PROCAFECOL	FCL = 220338p + 1597244	0.09166	20783901
EMGESA	FCL = 536580p + 1.875 * 10 ⁹	0.0009517	831138699
HDV	FCL = -147867p - 190827161	0.003957	100702938

Fuente: elaboración propia.

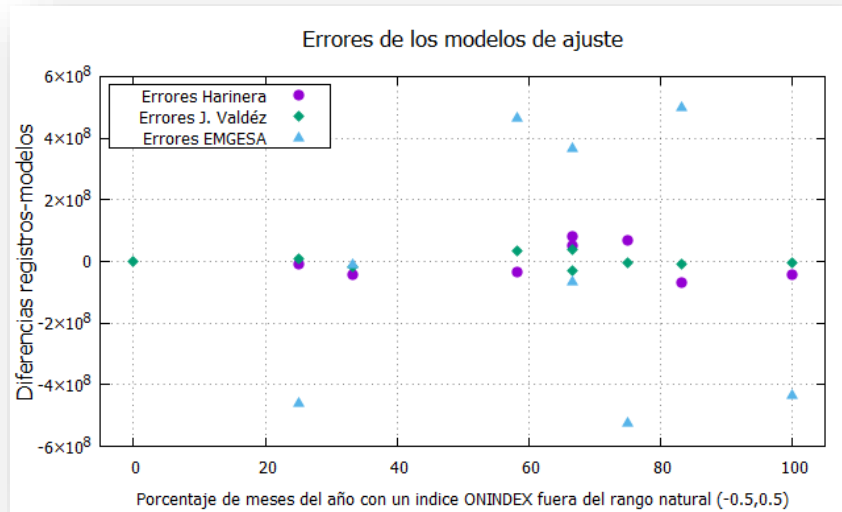
A pesar de los valores pequeños del coeficiente de determinación R^2 , en estos modelos tenemos que los errores que comete cada uno cumplen relativamente con la condición de normalidad y homeostasidad, como se muestra a continuación.

Gráfico 4. Normalidad – homeostasidad primera prueba (Gráfica realizada con Rstudio)



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 5. Errores de los modelos de ajuste, primera prueba



Fuente: elaboración propia.

La primera imagen muestra un comportamiento cercano a la normalidad de los errores, mientras que en la segunda se aprecian valores de dichos errores aleatoriamente por encima y por debajo del cero.

Al respecto de las pruebas de hipótesis que representa cada modelo, se encontraron los siguientes p-valor para cada parámetro.

Tabla 5. Errores de los modelos de ajuste

<i>Parámetro</i>	<i>PROCAFECOL</i>	<i>EMGESA</i>	<i>HDV</i>
<i>Pendiente</i>	0.395	0.94219	0.8824
<i>Intercepto</i>	0.918	0.00793	0.0258

Fuente: elaboración propia.

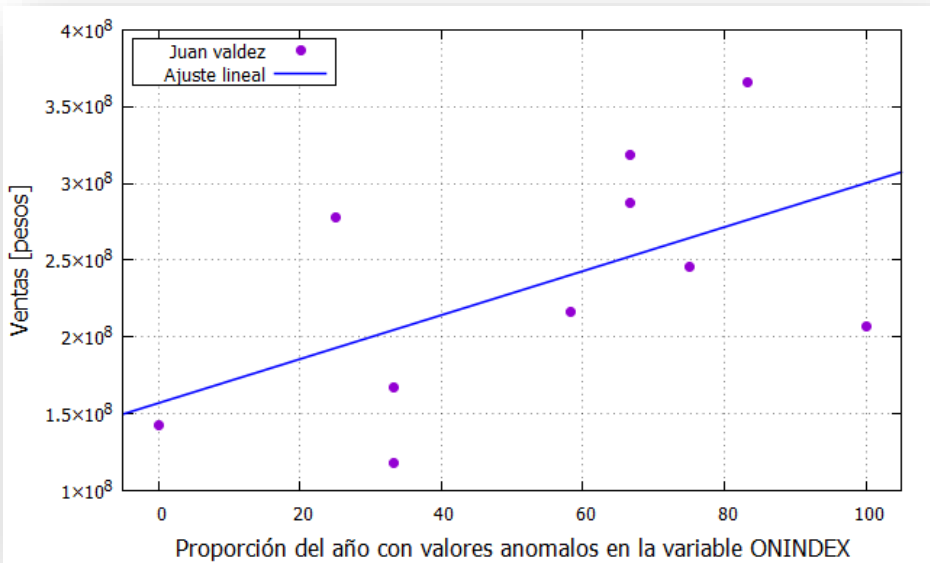
Lo anterior significa que, con los datos registrados y con un $\alpha = 5\%$, no se puede afirmar que la proporción de meses del año con un índice ONI mayor de 0.5 o menor que -0.5 sea una variable explicativa del flujo de caja libre para estas compañías de acuerdo con la prueba t de student.

Este resultado se explica dado que el indicador de flujo de caja libre, además de estar compuesto por la utilidad operativa, tiene componentes de inventarios, depreciación, amortización, activos corrientes, pasivos corrientes e impuestos que al realizar este experimento causaron ruido en el análisis y produjeron un resultado no concluyente. Entonces, es necesario tomar una variable más pura para realizar el análisis, como las ventas que no es una variable multifactorial.

CORRELACIÓN ENTRE EL INDICADOR ONI Y VENTAS

A continuación, se analizan los comportamientos para cada una de las empresas en cuanto a las ventas anuales de los últimos 8 años, con respecto a la ocurrencia del fenómeno de El Niño representando en el índice ONI.

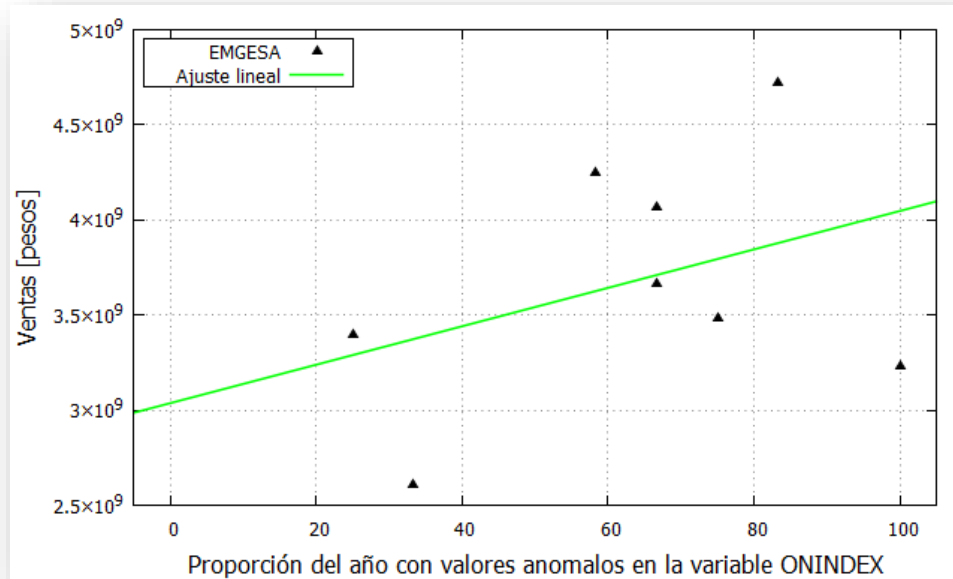
Gráfico 6. Correlación ventas (PROCAFECOL S.A.) vs. ONI



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica realizada con Gnuplot.

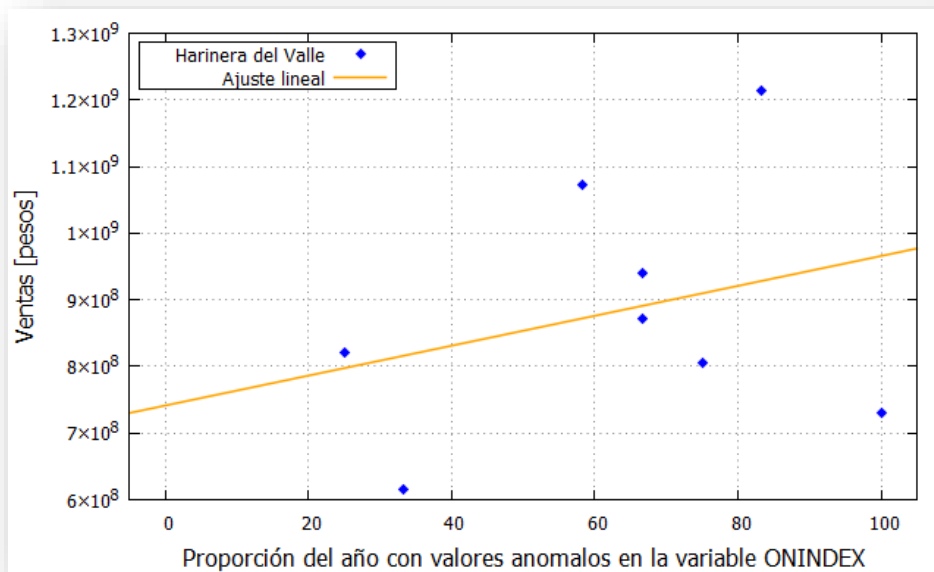
Gráfico 7. Correlación ventas (EMGESA S.A. E.S.P.) vs. ONI



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica realizada con Gnuplot.

Gráfico 8. Correlación ventas (HARINERA DEL VALLE S.A.) vs. ONI



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica realizada con Gnuplot.

En esta ocasión, encontramos que las tres empresas muestran tendencia a un aumento en sus ventas conforme se registró una mayor proporción de meses con tendencia a dicho fenómeno. Dado que este hecho es contraintuitivo, en tanto las empresas dependen de las condiciones climáticas para la producción de sus bienes y servicios, es posible suponer que el motivo de se encuentra en las condiciones del mercado donde estas compañías se desenvuelven permitiendo de alguna manera un mejor desempeño. Por ejemplo, el manejo de inventarios, subir los precios, importar la materia prima, como es el caso de Harinera del Valle S.A., u otra causa posible es la manipulación de los estados financieros que son nuestra principal fuente de información, con el fin de mitigar la tributación.

A pesar de los resultados obtenidos, es necesario recalcar que, como en varias investigaciones se ha probado, la materia prima utilizada por estas compañías sí se ve afectada de manera negativa y esto conlleva riesgos para las empresas colombianas (Cruz & Llinas, 2010).

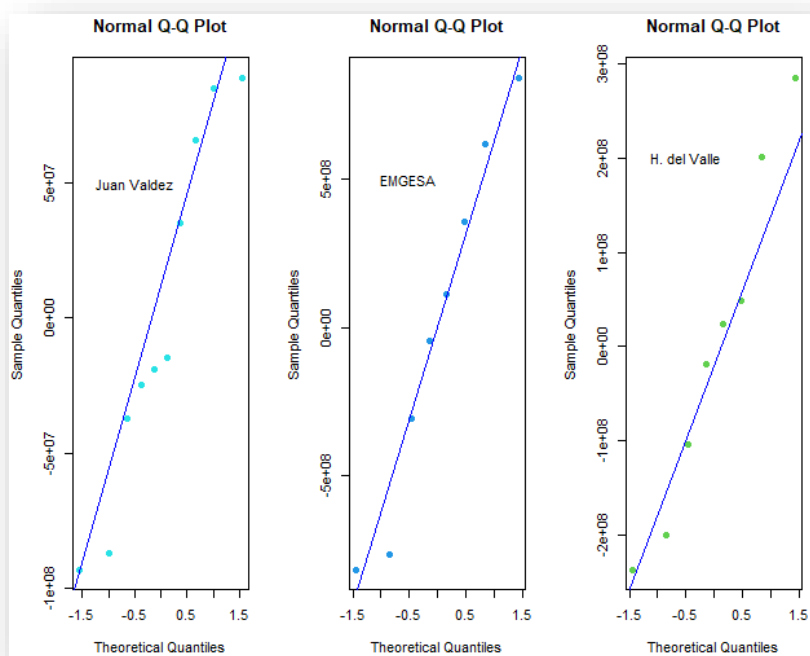
Tabla 6. Valores para R, segunda prueba

Compañía	Modelo lineal	R²	P-valor
<i>PROCAFECOL</i>	$V = 1432178 * p + 157023631$	0.3021	0.0105
<i>EMGESA</i>	$V = 10994000 * p + 3037020000$	0,1446	0.0998
<i>HDV</i>	$V = 2243720 * p + 741365000$	0.08529	0.0042
			0.3527
			0.0107
			0.4827

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se observa que el modelo no cuenta con suficiente soporte para un valor de $\alpha = 5\%$, aunque da una descripción aceptable para el caso de PROCAFECOL S.A. Adicionalmente, para la empresa EMGESA S.A. E.S.P., el modelo aporta algunas ideas, mientras que para la Harinera del Valle S.A. es deficiente. Finalmente, observamos que se cumple uno de los requerimientos para tomar en cuenta los ajustes llevados a cabo.

Gráfico 9. Normalidad – homeostasis segunda prueba



Fuente: elaboración propia.

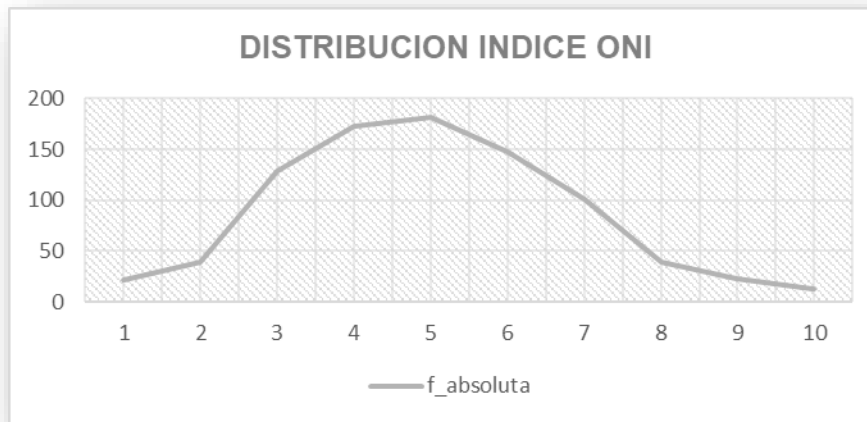
Nota: Gráfica realizada con Rstudio

CORRELACIÓN ENTRE LA OFERTA HÍDRICA Y EL ONI ÍNDICE

Dando un cambio de enfoque a la investigación, se estudió la correlación entre el ONI y la variable oferta hídrica superficial, que se refiere al volumen de agua continental almacenada en los cuerpos de agua superficiales en un periodo determinado. Se cuantificó a través de la escorrentía y rendimientos hídricos ($l/s - km^2$) en las unidades espaciales de análisis definidas en la zonificación hidrográfica de Colombia, clasificada en tres niveles: áreas, zonas y subzonas hidrográficas. Colombia se clasifica como uno de los países con mayor oferta hídrica natural del mundo, se estima un rendimiento hídrico a nivel nacional de $56 l/s-km^2$, lo cual supera el rendimiento promedio mundial ($10 l/s-km^2$) y el rendimiento de Latinoamérica ($21 l/s-km^2$) (IDEAM, 2014).

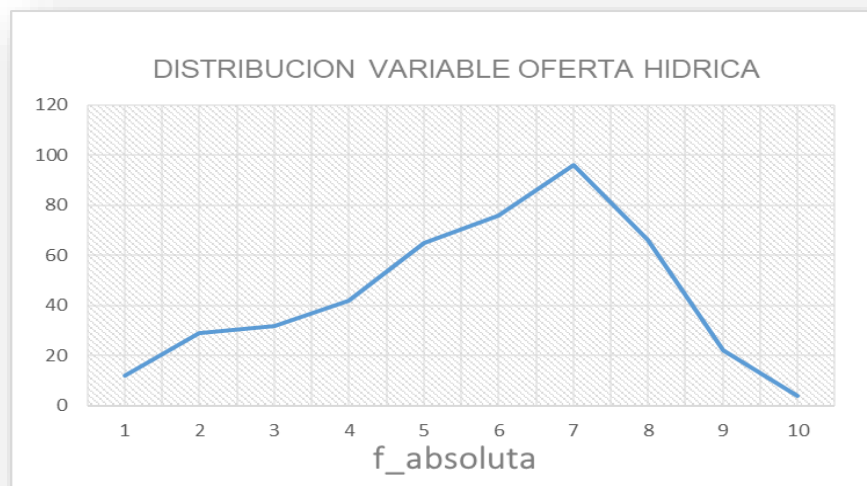
Las dos variables de estudio se distribuyeron de forma normal deducido por el método de observación facilitado por la cantidad de datos históricos de ambas variables.

Gráfico 10. Distribución ONI



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 11. Distribución de la oferta hídrica



Fuente: elaboración propia.

Nota: Gráfica realizada con Rstudio

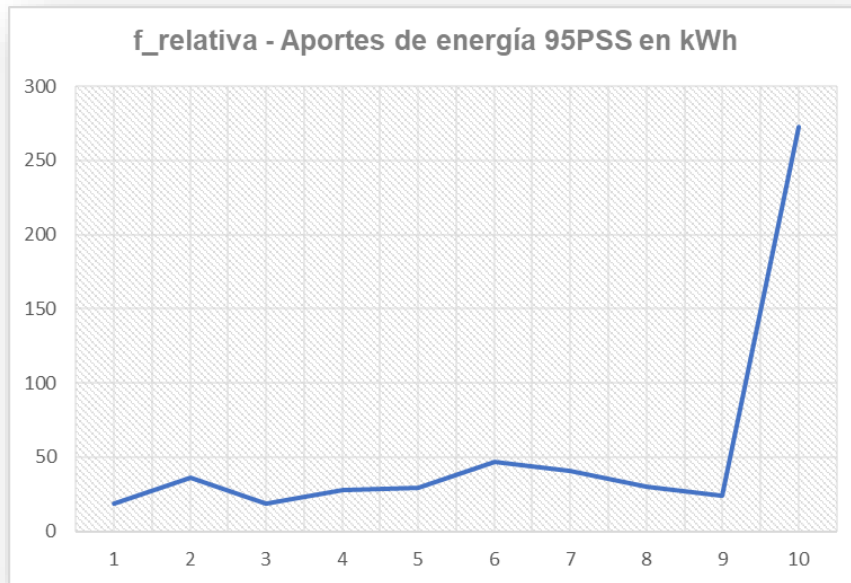
Dado que las dos variables tienen un comportamiento aproximado al de una distribución normal, se utilizó el coeficiente de correlación de Karl Pearson para hacer una comparación directa (Hernández Lalinde et al., 2018). El coeficiente obtenido fue de -0.3; el signo negativo indica que la relación es inversa, es decir, cuando la variable ONI incrementa, la variable oferta hídrica desciende. Pero el coeficiente 0.3 nos muestra una correlación cercana a 0, por tanto, no se acepta la hipótesis de una correlación existente entre las variables.

Intuimos que determinar la causa de este resultado requiere de estudios atmosféricos o meteorológicos que estarían relacionados con la posición geográfica de Colombia u otras investigaciones que están fuera del alcance de este trabajo.

CORRELACIÓN ENTRE LOS APORTES DE ENERGÍA Y EL ONI

Se estudió también la correlación entre los datos históricos de aportes mensuales promedio de las plantas eléctricas en Colombia dada en kilovatio-hora (kWh) en base 95 PSS, que corresponde a aquella generación capaz de entregar la planta en la condición del 95% PSS de la curva de distribución de probabilidades.

Gráfico 12. Distribución de Aportes de energía sobre 95% PSS



Fuente: elaboración propia.

Puesto que las dos variables tienen un comportamiento aproximado al de una distribución normal, se utilizó el coeficiente de correlación de Karl Pearson para hacer una comparación directa (Hernández Lalinde et al., 2018). El coeficiente obtenido fue de 0.1; el signo positivo indica una relación directa, pero su coeficiente es cercano a 0, por ende, no se acepta la hipótesis de una correlación existente entre las variables.

Este comportamiento podría explicarse por la ubicación geográfica de Colombia, ya que, al ser un país costero ubicado sobre la línea del Ecuador, presenta una variedad de climas que no dependen de las estaciones, entonces caen lluvias todo el año que abastecen los ríos y permiten la generación constante de energía. No en vano el país tiene las condiciones para ser potencia energética por la gran cantidad de afluentes y el alto nivel de precipitaciones (cerca de 3000 mm en promedio al año, más de tres veces la media mundial) (La República, 2020)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, donde no se encontró evidencia de una correlación matemática en ninguna de las compañías tomadas como muestra a partir de la información pública, resulta contradictorio con hallazgos de investigaciones anteriores que demuestran la correlación entre la variable climática y la volatilidad de los precios de la energía eléctrica (Pantoja Robayo, 2011) y demuestra que Colombia tiene una sensibilidad alta al clima, calculada en 32% sobre el PIB, afectando a la industria energética, agrícola y turística, entre otras (Cruz & Llinas, 2010).

Los resultados de esta investigación, a pesar de ser negativos, constituyen un descubrimiento: la información contable preparada por las compañías colombianas no está preparada para servir al propósito del análisis de riesgos. Teniendo en mente este tipo de estudios para futuras investigaciones sería útil que las compañías publiquen informes de producción detallados de sus cosechas y colectas, en cifras divididas en periodos uniformes, dependiendo del producto agrícola, puesto que cada producto tiene diferentes particularidades.

Adicionalmente, se sugiere al IDEAM especificar detalladamente en su informe *Boletín de seguimiento fenómeno El Niño* (IDEAM, s.f.) cifras de las temperaturas alcanzadas y fechas específicas de inicio y finalización de la temporada para la creación de un indicador propio, aunque el índice ONI hasta la fecha ha sido un indicador acertado. Con toda esta información se podría calcular el riesgo de pérdida que tendría cada compañía por causa del fenómeno de El niño, a través de un método similar que se utiliza para calcular el riesgo de crédito por la pérdida esperada, donde se sumarían los resultados obtenidos del producto de la producción en cada rango por la probabilidad de ocurrencia del fenómeno climático dada la ocurrencia del fenómeno (Frasica Aristizabal et al., 2018).

Una vez calculado este riesgo, sería el punto de partida para la valoración de instrumentos financieros y se convertiría en una oportunidad de negocio para las aseguradoras que consideramos por sus características la contraparte ideal de este derivado, que debería negociarse como un OTC, dada la variabilidad de cada producto agrícola.

REFERENCIAS

- AP INGENIERIA PROYECTOS AVANZADOS. (2019). *¿Cómo afectará la producción de electricidad en Colombia el fenómeno del Niño?* AP Ingeniería. <https://www.apingenieria.com/como-afectara-la-produccion-de-electricidad-en-colombia-el-fenomeno-del-nino/>
- Barnston, A. (1999). Habilidad predictiva de los modelos climáticos estadísticos y dinámicos en los pronósticos de TSM durante el episodio de El Niño de 1997-98 y el inicio de La Niña de 1998. *Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana*, 244.
- BBVA. (2020). *¿Qué son los derivados financieros y cuántos tipos hay?* BBVA. <https://www.bbva.com/es/tipos-de-derivados-financieros/>
- Cruz, J. S., & Llinas, A. (2010). Modelo analítico de derivados de clima para eventos específicos de riesgo en la agricultura en Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 7(64), 121-147. <https://www.redalyc.org/pdf/117/11716992006.pdf>
- El Espectador. (1 de enero de 2022). *¿Cómo será 2022 en generación y exploración energética?* El Espectador.
- ENEL COLOMBIA. (2022). *Estados financieros anuales*. Enel. <https://www.enel.com.co/es/inversionista/enel-emgesa/estados-financieros-anuales.html>
- Frasica Aristizabal, G. A., Gonzalez Cardona, M. A., & Rojas Medina, R. A. (2018). Procedimientos para calcular la pérdida esperada en entidades del sector de la economía solidaria bajo la nueva normativa de supervisión basada en riesgos. *NOVUM, Revista de Ciencias Sociales Aplicadas*, 2(8), 195-215. <https://www.redalyc.org/journal/5713/571360738010/html/#:~:text=La%20p%C3%A9rdida%20esperada%2C%20resulta%20de,la%20p%C3%A9rdida%20dado%20el%20incumplimiento.>
- Hernández Lalinde, J. D., Espinosa Castro, F., Rodríguez, J. E., & Chacón Rangel, J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos de*

IDEAM. (s.f.). Boletín de seguimiento fenómeno El Niño y La Niña. IDEAM.

<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/boletin-de-seguimiento-fenomeno-el-nino-y-la-nina>

La República. (19 de febrero de 2020). *Colombia, en el camino de ser potencia*

energética. La República. <https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/colombia-en-el-camino-de-ser-potencia-energetica-2966608>

Molina, A. M. (s.f.). *La distancia más corta. El método de los mínimos cuadrados*.

Anestesiari. <https://anestesiari.org/2020/la-distancia-mas-corta-el-metodo-de-los-minimos-cuadrados/>

Muñoz, A. M., Giraldo, N. D., & Jaimes, F. (2013). Ronda clínica y epidemiológica

Uso de variables instrumentales en investigación médica. *Iatreia*, 26(3), 371-379.

Pantoja Robayo, J. O. (2011). Three Essays on Risk Management in Electric Power Markets.

Pantoja-Robayo, J. (2012). Modelado del riesgo para los mercados de energía eléctrica. *Innovar*, 16.

Portafolio. (9 de mayo de 2017). *En el país, el cambio climático incrementaría en los*

negocios costos asociados entre 5% y 20%. El Portafolio. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/cambio-climatico-ya-afecta-empresas-colombianas-505693>.

Portafolio. (12 de noviembre de 2018). Más de \$50.000 millones costaría mitigar ‘El

Niño’. Obtenido de Más de \$50.000 millones costaría mitigar ‘El Niño’. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/mas-de-50-000-millones-costaria-mitigar-el-nino-523267>

PROCAFECOL S.A. (2022). *Gobierno corporativo*. Juan Valdez.

<https://www.juanvaldezcafe.com/accionistas/gobierno-corporativo>

Rebecca, L. (2021). *Variabilidad climática: Índice Oceánico del Niño*. Climate.
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index>

Sistema Integrado de Información Societaria. (2022). *Dashboard*. SIIS.
<https://siis.ia.supersociedades.gov.co/#/dashboard>

WIKIPEDIA. (s.f.). *Regresión lineal*. Wikipedia.
https://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n_lineal

ANEXOS

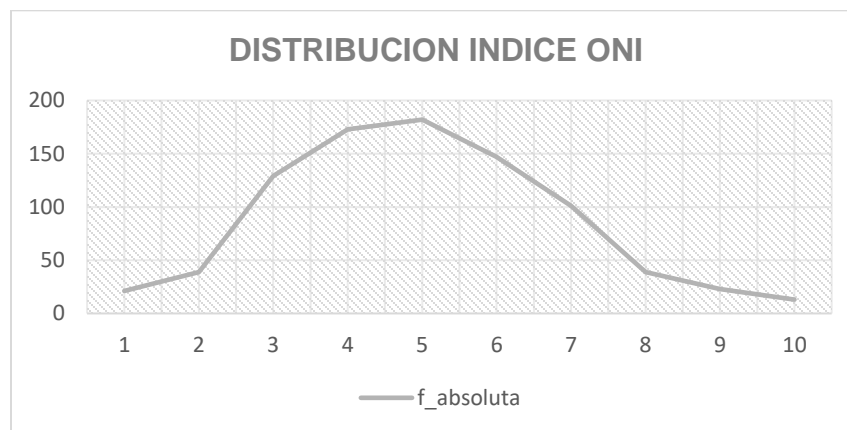
DISTRIBUCIÓN DE LA VARIABLE ONI

Tabla 7. Intervalo de clases del índice ONI

Intervalo de Clases				
r	li	ls	f_absoluta	f_relativa
1	-2,00	-1,56	21	2%
2	-1,55	-1,11	39	4%
3	-1,10	-0,66	129	15%
4	-0,65	-0,21	173	20%
5	-0,20	0,24	182	21%
6	0,25	0,69	147	17%
7	0,70	1,14	101	12%
8	1,15	1,59	39	4%
9	1,60	2,04	23	3%
10	2,05	2,49	13	1%
SUMATORIA $\Sigma=$			867	100%

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 13. Distribución índice ONI



Fuente: elaboración propia.

A través del método de observación de comportamiento de la variable se deduce que tiene un comportamiento cercano a una variable con distribución normal.

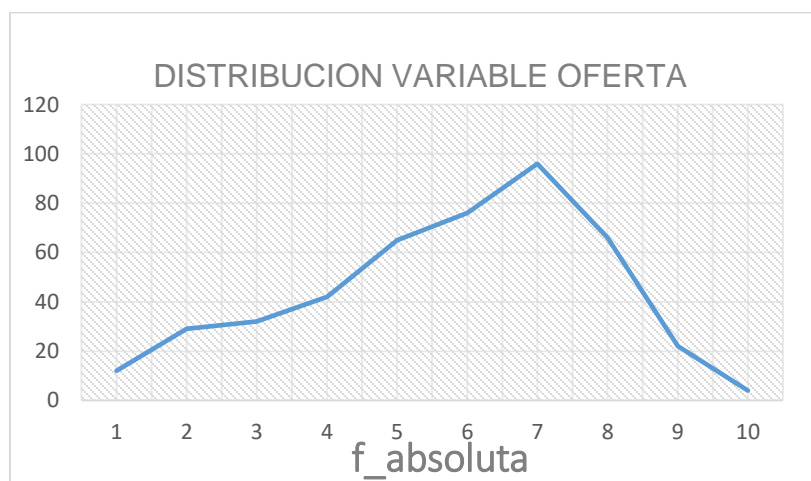
DISTRIBUCIÓN DE LA VARIABLE OFERTA HÍDRICA

Tabla 8. Intervalo de clases oferta hídrica

Intervalo de Clases				
r	li	ls	f_absoluta	f_relativa
1	22244,01	26538,81	12	3%
2	26538,82	30833,63	29	7%
3	30833,64	35128,44	32	7%
4	35128,45	39423,26	42	9%
5	39423,27	43718,08	65	15%
6	43718,09	48012,89	76	17%
7	48012,90	52307,71	96	22%
8	52307,72	56602,52	66	15%
9	56602,53	60897,34	22	5%
#	60897,35	65192,16	4	1%
SUMATORIA $\Sigma=$			444	100%

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 14. Distribución oferta hídrica.



Fuente: elaboración propia.

La oferta hídrica superficial se refiere al volumen de agua continental, almacenada en los cuerpos de agua superficiales en un periodo determinado de tiempo, se

cuantifica a través de la escorrentia y rendimientos hídricos (l/s – km²) en las unidades espaciales de análisis definidas en la zonificación hidrográfica de Colombia, clasificada en tres niveles: áreas, zonas y subzonas hidrográficas. Colombia es uno de los países con mayor oferta hídrica natural del mundo, se estima un rendimiento hídrico a nivel nacional de 56 l/s-km² que supera el rendimiento promedio mundial (10 l/s-km²) y el rendimiento de Latinoamérica (21 l/s-km²). (IDEAM, 2014).

A través del método de observación de comportamiento de la variable se deduce que tiene un comportamiento cercano a una variable con distribución normal.

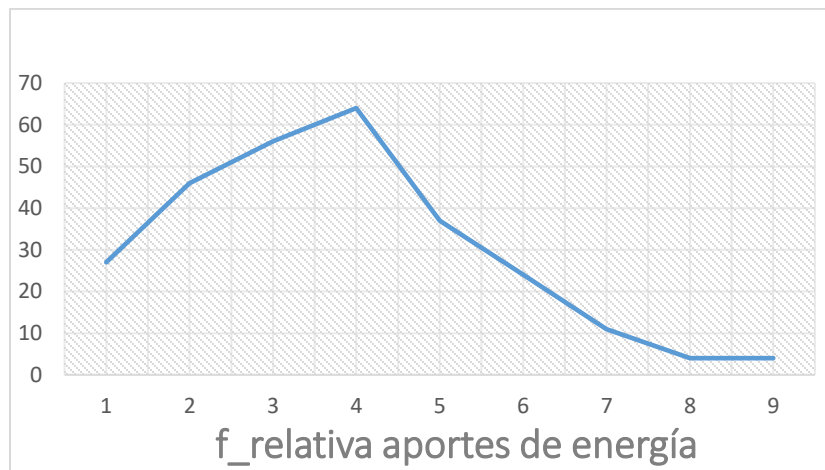
DISTRIBUCIÓN DE LA VARIABLE OFERTA HÍDRICA

Intervalo de clases				
r	li	ls	f relativa	f absoluta
1	.122.506.700,00	2.132.349.645,38	27	10%
2	.132.349.645,39	3.142.192.590,78	46	17%
3	.142.192.590,79	4.152.035.536,17	56	21%
4	.152.035.536,18	5.161.878.481,57	64	23%
5	.161.878.481,58	6.171.721.426,96	37	14%
6	.171.721.426,97	7.181.564.372,36	24	9%
7	.181.564.372,37	8.191.407.317,75	11	4%
8	.191.407.317,76	9.201.250.263,15	4	1%
9	.201.250.263,16	10.211.093.208,54	4	1%
SUMATORIA Σ=			273	100%

Tabla 9. Intervalo de clases aportes de energía

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 15. Distribución de los aportes de energía



Fuente: elaboración propia.

Corresponde a aquella generación de energía que es capaz de entregar las turbinas a nivel Colombia, cumpliendo unas condiciones de niveles adecuados de agua disponible para generar la presión suficiente (COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS, 2006)

A través del método de observación de comportamiento de la variable se deduce que tiene un comportamiento cercano a una variable con distribución normal.