



Vigilada Mineducación

Impacto de los cambios en el precio del cobre y la tasa de cambio en la rentabilidad de las empresas de instalaciones eléctricas de Colombia.

Impact of the changes in the price of copper and exchange rate on the profitability of electrical engineering companies in Colombia

Manuela Restrepo Aristizábal

Tesis de Maestría

Asesores:

Felipe Isaza Cuervo

Alejandro Corrales Espinosa

Universidad EAFIT

Escuela de Economía y Finanzas

Maestría en Economía Aplicada

Medellín

2022

Abstract

This work aims to understand the impact of copper price and exchange rate variations during 2018-2021 period on the profitability of electrical engineering companies (CIIU 4321 in Colombia). For this analysis we used panel data estimation, choosing as measures of profitability the financial indicators of operating margin, gross margin, ROE and ROA as the dependent variable, including the Markup of costs as an independent variable and choosing the size classification according to their incomes level for the unobserved heterogeneity. We conclude that the impact over the cost is controlled for the companies through their expected profit margins, being that an indirect impact on the gross and operating profit and a direct impact on ROE and ROA returns

Key Words

Profitability, Cooper Price, Exchange Rate COP/USD, Panel Data

JEL Code

L25, C23

Resumen

Con este trabajo se buscar entender el impacto que tienen las variaciones en el precio del cobre y la TRM durante el periodo de 2018-2021 sobre la rentabilidad de las empresas del sector de instalaciones eléctricas (CIIU 4321). Para el análisis se utilizó la metodología de datos de panel, tomando como medidas de rentabilidad los indicadores financieros de Margen Operacional, Margen Bruto, ROE y ROA, el Markup de los costos como una variable independiente y la clasificación del tamaño de acuerdo con los ingresos de las empresas como variable de representación para la heterogeneidad no observada. Obteniendo que el impacto de las variaciones de estas variables macroeconómicas sobre los márgenes de rentabilidad es controlado por las empresas mediante sus márgenes de ganancia esperados, siendo entonces este un impacto indirecto sobre rentabilidades de las empresas.

Palabras Claves

Rentabilidad, Cobre, Tasa de Cambio COP/USD, Panel de Datos

Código JEL

L25, C23

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3. HECHOS ESTILIZADOS	9
4. DATOS Y METODOLOGÍA.....	14
4.1 DATOS	14
4.2 METODOLOGÍA.....	17
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	17
6. CONSIDERACIONES FINALES.....	21
7. REFERENCIAS.....	24

1. Introducción

Para el 2021 en Colombia se contaba con cerca de 470 empresas registradas con el código de clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) 4321 que identifica la actividad de las instalaciones eléctricas. De acuerdo con United Nations Environment Programme. Sustainable Consumption and Reduction Branch (2007) esta actividad está comprendida dentro del sector construcción, el cual representa para la economía de los países entre el 5% - 15% del Producto interno Bruto (PIB), siendo relevante para el desarrollo económico del mismo, y adicionalmente genera entre el 5% - 10% de los empleos nacionales. La actividad de instalaciones eléctricas está regida por normativas y lineamientos que los acompañan desde el diseño hasta la instalación y puesta en marcha de los proyectos y que son de obligatorio cumplimiento para todos los participantes del sector (Orduz Moreno José David, 2018), lo que genera que no sea tan fácil encontrar bienes sustitutos en el mismo, siendo esto uno de los factores principales que genera competencia en un mercado de acuerdo con Porter (2008).

Las empresas del sector han venido identificando la importancia de mantener un control riguroso y discriminado de sus costos para identificar fácilmente cualquier variación que pueda afectarlos y así tomar decisiones gerenciales adecuadas, además, de ayudarles a cotizar sus servicios correctamente y ser competitivos (Bravo, 2001). Estos costos, y por ende las rentabilidades, se ven afectados por factores tanto externos como internos, de acuerdo con Riveros et al. (2015), estos factores que impactan la rentabilidad de las empresas se pueden agrupar en tres categorías: factores macroeconómicos, factores sectoriales y factores empresariales y resaltan la importancia de los factores macroeconómicos ya que estos impactan de diferentes maneras el desempeño de la industria.

En este caso, se busca analizar concretamente el impacto de las variaciones en el precio del cobre y la Tasa de Cambio peso colombiano. (COP) a dólar de Estados Unidos (USD), en adelante TRM sobre las rentabilidades de las empresas de este sector. Los incrementos evidenciados en los costos durante la emergencia sanitaria (2020-2021), como el de las materias primas que tuvieron un aumento cercano a un 50% en sus precios (Material Eléctrico, 2021) y la TRM que alcanzó para 2021 un máximo de \$4.023,68 en diciembre 30,

después de haber comenzado el año en \$3.432,50, son una motivación relevante para analizar el impacto de estas variables sobre las ganancias de las empresas del sector.

Se escogieron estas variables debido a que dentro de los principales materiales utilizados en este proceso de instalación están el cable, electro barras, conductores, entre otros, que tienen el cobre como su materia prima principal, y equipos como subestaciones, transformadores y plantas que no son producidos en Colombia y deben ser importados, por lo cual, cualquier variación en su precio afecta el valor del bien final e indirectamente los costos de la empresa y por ende la rentabilidad de la misma.

Considerando la exposición que tienen las compañías de este sector a las variaciones del precio del cobre y de la TRM, debido a que tienen un grado de dependencia con los ciclos económicos, además de las dudas generadas por situaciones de incertidumbre como la emergencia sanitaria del COVID-19 surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el impacto que tienen las variaciones en la tasa de cambio y precio de cobre sobre la rentabilidad de las empresas dedicadas a las instalaciones eléctricas?

Este análisis se hará durante los años de 2018-2021 mediante la metodología de datos de panel pues la muestra comprende datos de sección cruzada o corte transversal dado que contiene las observaciones de n individuos (donde $n > 0$) en diferentes periodos de tiempo, lo que permite analizar así el cambio de los mismo en el tiempo y no únicamente en un momento específico.

Es importante aclarar que como la información disponible de las compañías es únicamente del corte de los resultados obtenidos al cierre del año se obtendrán los resultados de las variaciones entre los años y no durante el año.

2. Revisión de Literatura

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) define las instalaciones eléctricas como “la instalación y mantenimiento de sistemas eléctricos en todo tipo de edificios y estructuras de ingeniería civil”. Dentro de la clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas, en adelante CIU, es identificada con el código 4321 (DANE, 2021), de acuerdo con esta clasificación el servicio de instalaciones eléctricas

está catalogado dentro del sector construcción. Según Ortega (1937), la industria de la construcción es considerada como uno de los principales propulsores del desarrollo industrial de un país y de las de mayor complejidad tanto en términos económicos como técnicos, adicionalmente, afirma que sus costos están altamente relacionados a los ciclos económicos viéndose por ende impactados ante cualquier evento económico los márgenes de rentabilidad de las empresas dedicadas a esta actividad.

Como es mencionado por Grinyer (1991), este sector es regido por regulaciones como RETIE y NTC 2050 que buscan garantizar estándares mínimos de seguridad y establecer lineamientos a seguir en el proceso de instalación para garantizar la vida humana, llevando a que la calidad tenga un rol importante como aspecto diferenciador entre estas compañías dado que la diversificación de costos tiene ciertas restricciones (Orduz, 2018) y que los participantes están expuestos a costos similares y las mismas variaciones del mercado, provocando que por estas condiciones el sector en general sea más sensible a cualquier evento económico o social que no pueda ser predecible o controlado, tal y como fue mencionado anteriormente.

Algunos de los principales factores que influyen en estos costos del sector son el precio del cobre y la TRM. El cobre dado su alto grado de conductividad es una de las principales materias primas utilizadas para materiales y equipos requeridos en las instalaciones eléctricas, ejemplo de estos materiales son el cable, las electro barras, conductores de equipos eléctricos, entre otros, siendo el cable uno de los más representativos en este tipo de proyectos según Vasilevsky et al (2012). Además, el cobre cuenta con otras características como su alta resistencia y manejabilidad, tanto en frío como en caliente, que lo hacen aún más atractivo para la fabricación de este tipo de productos (Sremac et al., 2013) sumándose su bajo costo de extracción y la posibilidad de ser reciclado (Cooper et al., 2017). El precio de esta materia prima se determina principalmente por factores como oferta y demanda, pero en tiempo de crisis económicas las fluctuaciones del dólar y las expectativas de los precios futuros también tienden a tener un impacto relevante en las variaciones de los precios de este *commodities* (Lopez & Palomeque, 2011).

Por otra parte, Enríquez (2004) y Valentiny (1983) menciona que elementos muy representativos en este proceso de instalación como los son: cables, conductores, cajas de

conexión, dispositivos de protección (entre esto fusibles e interruptores), por nombrar algunos, y equipos de gran especialidad dentro de los cuales se encuentran subestaciones, blindo barras, transformadores, etc, son producidos en el exterior y requieren ser importados, estos justamente por sus especificaciones tecnológicas son producidos por grandes compañías y conforman la mayor parte de las inversiones del sector analizado. Según, Felipe & González (2018) los componentes eléctricos son unos de los principales bienes importados en Colombia, y al tener el país una tasa de cambio flotante donde su precio se basa en la relación de oferta y demanda, cualquier evento macroeconómico puede afectar su precio y como consecuencia los costos de las compañías, de ahí lo mencionado previamente de la relación que estos tienen con los ciclos económicos, asimismo al ser un país productor y exportador de *commodities* alguna variación en el precio de estas materias primas puede afectar la tasa de cambio.

Con base en lo mencionado anteriormente, se identificó que ambas variables tienen entonces impacto sobre los costos del sector. Stefko et al (2019) afirma que, parte de la competitividad del mismo se ve en el rendimiento empresarial y a la hora de tomar decisiones gerenciales en las compañías el análisis financiero y económico es muy relevante, de ahí la importancia de identificar el impacto de estas variables en la rentabilidad del sector y más aun teniendo en cuenta que no se encuentran estudios previos que relacionen propiamente el efecto de ambas variables, tanto el precio del cobre como la tasa de cambio, sobre las rentabilidades de estas empresas en Colombia, Sin embargo, se ha identificado el hecho de que el aumento significativo de estos precios provoque que algunas compañías decidan incluir ciertas cláusulas en sus contratos que permitan manejar de cierta manera esta variación en los precios de los materiales (Carr, H., & Grogan, T., 2004).

Para poder entender realmente el impacto que tienen ambas variables, precio del cobre y TRM, sobre la rentabilidad de las compañías, es importante analizar el comportamiento del sector y que tipo de competencia hay, ya que de esto dependen las decisiones que tomen los participantes ante cualquier evento macroeconómico y por ende los resultados que obtengan. Para el 2021 se identificaron alrededor de 470 empresas registradas con esta actividad en Colombia lo que nos podría indicar que no estamos ante la presencia de un monopolio ni de un oligopolio. Sin embargo, tampoco es viable decir que se tiene competencia perfecta pues

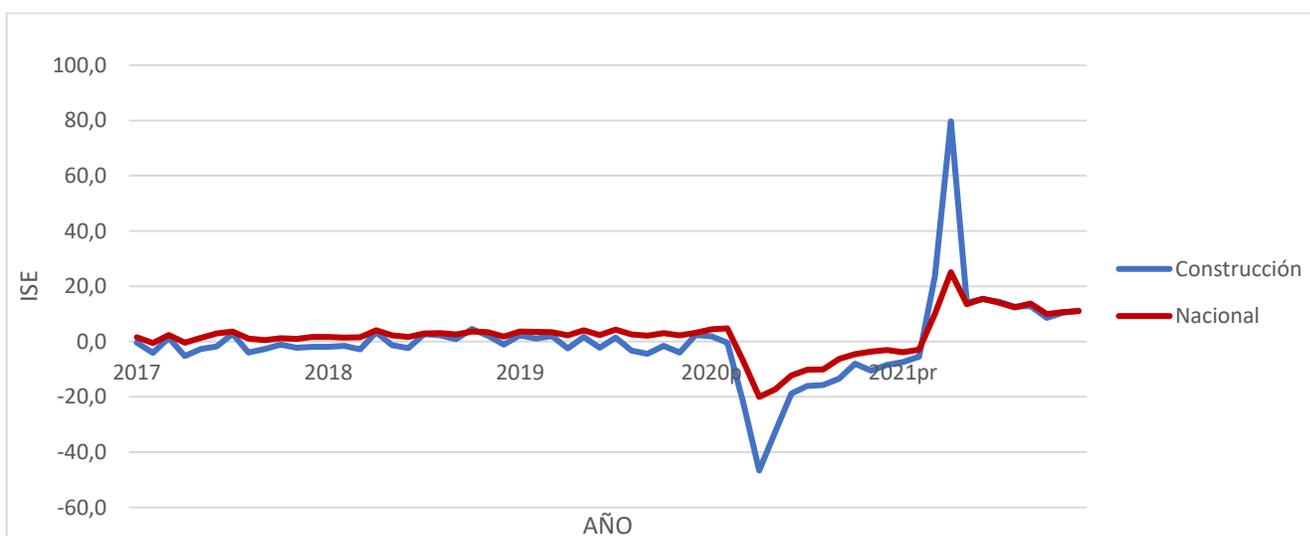
este caso se da cuando se tiene una asignación eficiente de recursos, es decir, los bienes se producen al menor costo posible y su precio es igual al costo marginal, garantizando el bienestar social, este óptimo se conoce como *óptimo de pareto*, pero, Dammert et al (2010) mencionan que en la realidad existen factores conocidos como fallas de mercado que impiden que se dé efectivamente la competencia perfecta, Dixit & Stiglitz (1977) afirman que son tres las fallas que se pueden presentar: Justicia distributiva, factores externos y economías de escala y habla de lo que se conoce como competencia monopolística que lleva a obtener un equilibrio subóptimo llamado el equilibrio Chamberliano.

Finalmente, si bien no es caso de estudio de este trabajo es importante mencionar que sin duda el auge de las energías renovables puede presentar retos y oportunidades importantes para este sector, mismas que han venido mostrando un desarrollo tecnológico bastante rápido que no puede ser ignorado por los participantes de sectores que intervienen en alguna parte del proceso de su generación o distribución (Zhang et al., 2022). De acuerdo con Andrea et al (2020) el hecho de que el sistema eléctrico colombiano sea vulnerable ante los cambios climáticos ha generado que las energías renovables no convencionales cobren mayor relevancia, siendo la energía fotovoltaica la más utilizada en el país dado su potencial de acuerdo con la radiación solar (Melendez et al., 2017), ellos también mencionan que para la implementación de este tipo de energía es importante considerar diferentes aspectos como el consumo que tienen los agentes finales en el área, las radiaciones de la zona, entre otras, dado que de acuerdo con este consumo se establece el tiempo en cual se puede obtener retorno de la inversión inicial. Por otro lado, materiales utilizados en el proceso como células fotovoltaicas y dispositivos semiconductores fotosensibles deben ser importados y su demanda viene aumentando significativamente durante la última década (Garzón Peña, 2015), por todo lo anterior, la generación fotovoltaica es la de mayor relevancia, dentro de las renovables, en la matriz energética del país (Escobar Galindo, 2019). Llevando esto a concluir que la implementación de este tipo de energías puede significar una fuente importante de diversificación y de competitividad en el área de instalaciones eléctricas en el país, pero implica cambios importantes a considerar por las empresas del sector, desde el diseño y estudios previos a la instalación, hasta la implementación de los avances tecnológicos que se vienen presentando y la creación de estrategias de importación de los materiales requeridos.

3. Hechos Estilizados

Uno de los principales indicadores económicos que permiten medir el desempeño económico de un país es el índice de seguimiento de la economía ISE, pues es el encargado de reflejar la evolución de las diferentes actividades económicas del país (DANE, 2022) y al comparar el comportamiento del sector construcción con el del total nacional, **Gráfica 1**, se puede observar que ambos tienen la misma tendencia, siendo más pronunciado el comportamiento de la construcción ratificando la importancia de esta actividad sobre el producto interno bruto del país y la información que puede dar acerca del comportamiento de la economía misma.

Gráfica 1. Índice de seguimiento de la Economía para Colombia, 2017-2021

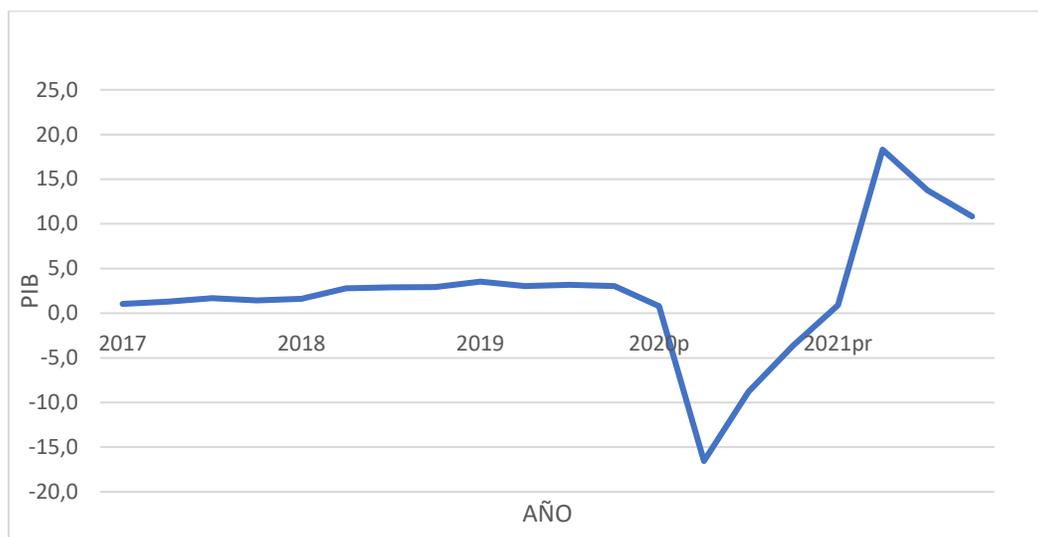


Fuente DANE 2022. Elaboración Propia

Con base en lo anterior, al evaluar el comportamiento durante el mismo periodo, 2017-2022, del crecimiento económico del país, **Gráfica 2**, podemos observar que efectivamente hay una relación en las tendencias de ambas variables, ISE y PIB, evidenciándose la importancia del dinamismo que genera el sector construcción en la economía. Según Barış GÜL (2002) el gran impacto de este sector en la economía se da por el hecho de la demanda que genera hacia otros sectores económicos representando gran parte del crecimiento del país y siendo por ende de relevancia las perspectivas de crecimiento que se tengan de este, ya que, si este tiene buenas alternativas de crecimiento puede significar buenas perspectivas para el país pues a su buen desempeño se sumaría el de los demás sectores que impulsa, destacando la

importante demanda que tiene de mano de obra no calificada impactando también en la tasa de desempleo del país, resalta además que este jalonamiento de otros sectores se ve más marcado en economías en desarrollo.

Gráfica 2: Producto Interno Bruto (PIB), Colombia, 2017-2022



Fuente DANE 2022. Elaboración Propia

Para esta investigación se analizarán principalmente tres variables: Precio del cobre, TRM y rentabilidad.

En cuanto al precio del cobre, al ver su evolución durante los últimos 4 años, tenemos que si bien es un *commodity* de alta volatilidad viene presentando tendencia general al alza y al ser una materia prima tan utilizada en la fabricación de diferentes productos dadas sus propiedades como conductividad y manejabilidad hace que sea importante entender el impacto de su comportamiento.

La segunda variable es la TRM, variable macroeconómica que destaca también por su variabilidad y en particular por su tendencia al alza, su relevancia en los costos de las instalaciones eléctricas se da en la gran diversidad de productos que deben ser importados como tubería PVC, EMT, cables, etc., además, de equipos como subestaciones eléctricas, blindo barras, transformadores, entre otros, los cuales por su alta especificidad representan una parte considerable de los costos de los proyectos del sector (Valentiny,1983).

En la **Gráfica 3** se puede observar el comportamiento mencionado previamente de la TRM y el precio del cobre, sin embargo, presentan variaciones inversas, ya que, ante una depreciación del dólar, moneda en la que se negocia el cobre, se espera que el precio de este *commodity* aumente dado los términos de intercambio (de Gregorio et al., 2005)



Fuente Bloomberg y Banrep. Elaboración Propia

Por otro lado, en la **Tabla 1** se puede observar el promedio anual de la TRM y del precio del cobre, expresado en USD/lb, junto con el crecimiento económico mundial medido desde el crecimiento del PIB anual para los años 2017 a 2021. En este periodo se observa que el precio promedio del cobre se mantiene entre 270 y 292 USD/lb para el periodo 2017-2020, con un crecimiento significativo para 2021. En cuanto a la TRM, se observa un comportamiento creciente sostenido, mientras que el crecimiento de la economía para los tres primeros años se mantiene alrededor del 3%, con una caída explicada por el efecto pandemia y el crecimiento mayor de 2021 explicado por la rápida recuperación de la economía, la cual está asociada en parte con una mayor demanda de materias primas impulsando al alza el cobre.

Tabla 1: Relación Promedio precio del cobre, Promedio TRM y PIB % Mundial

Año	Promedio Precio del Cobre USD/lb	Promedio TRM	PIB% Mundial
2017	280,86	\$2.952,12	3,38%
2018	292,75	\$2.955,21	3,28%
2019	272,01	\$3.282,47	2,61%
2020	279,99	\$3.697,30	-3,27%
2021	424,32	\$3.745,85	5,80%

Fuente Bloomberg; Banrep; Banco Mundial. Elaboración Propia

Como es mencionado por Stefko et al (2019), el hecho de que en esta industria se tengan unos estándares mínimos de calidad y seguridad hace que no sea tan fácil que exista una real

diferenciación entre los servicios ofrecidos por las diferentes compañías y que la eficiencia en el manejo de su estructura de costos e innovaciones cobren mayor relevancia para su competitividad, llevándonos lo anterior entonces a hablar de la tercera variable, la rentabilidad. Esta puede ser analizada desde los márgenes de operación de la empresa **Margen Bruto** (*Utilidad Bruta / Ingresos*) y **Margen Operacional** (*Utilidad Operativa / Ingresos*) y desde los retornos, de los activos **ROA** (*Utilidad Operativa / Activos*) y del patrimonio **ROE** (*Utilidad Neta / Patrimonio*). El hecho de que una empresa conozca su estructura de costos la hacen más competitiva, pues le permite diseñar estrategias como: negociaciones especiales con proveedores y clientes, coberturas, aumento de stock de inventarios, entre otras.

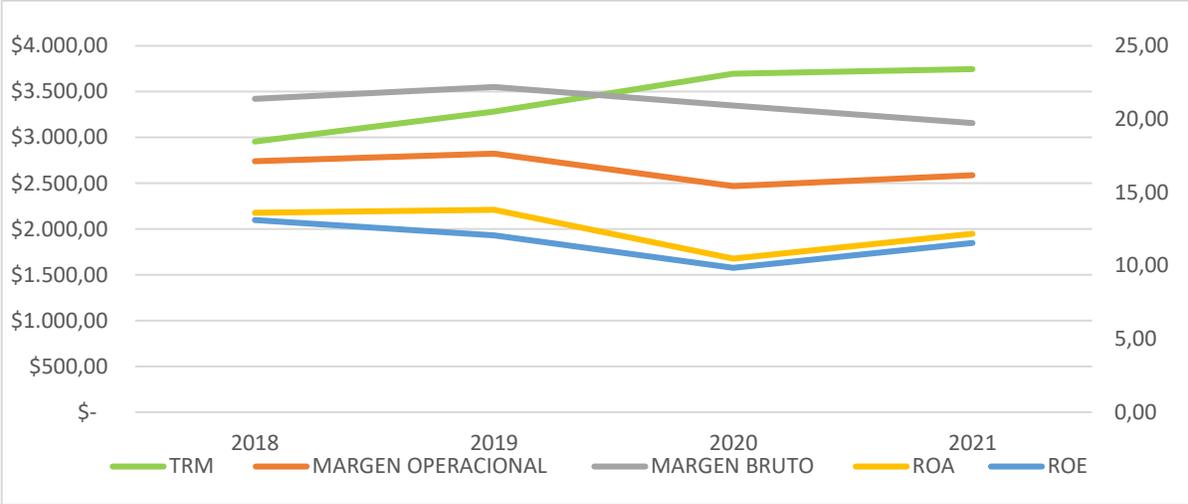
Al analizar el comportamiento de la TRM y el precio del cobre promedio con los indicadores de rentabilidad promedio del sector para los años de análisis, **Tabla 2, Gráfica 4 y Gráfica 5**, se puede observar que en términos generales la rentabilidad de las compañías es más sensible ante las variaciones en la TRM. En el 2020, año donde la TRM promedio tuvo su mayor incremento (\$414,83, equivalente a un 13% con relación al promedio del año anterior) y el precio promedio del cobre también aumentó, todos los indicadores presentaron la mayor disminución con respecto a las variaciones de los demás años, siendo los indicadores de margen operacional y ROA los que tuvieron un mayor impacto, pudiéndonos indicar esto que la utilidad operacional es más sensible ante estos cambios en esta variable. Sin embargo, el margen bruto y el ROE también tuvieron un impacto negativo, evidenciando que de igual manera la utilidad bruta se ve afectada, aunque en menor proporción.

Si bien en el 2019 la TRM también presentó un aumento significativo en su promedio frente al 2018, el precio promedio del cobre tuvo la mayor disminución durante este periodo compensando un poco este aumento en la TRM lo que llevo a que en términos generales los indicadores presentaran un leve incremento frente al año anterior.

Por otra parte, para el año 2021 el precio promedio del cobre tuvo el mayor aumento en el periodo seleccionado y durante este periodo el margen bruto tuvo una disminución de 1,20 puntos porcentuales, indicando esto que este indicador tiene una mayor sensibilidad al precio del cobre en comparación con la TRM, ratificando lo mencionado anteriormente el hecho de que en el año 2020 con el aumento en la tasa de cambio fue el indicador que menor

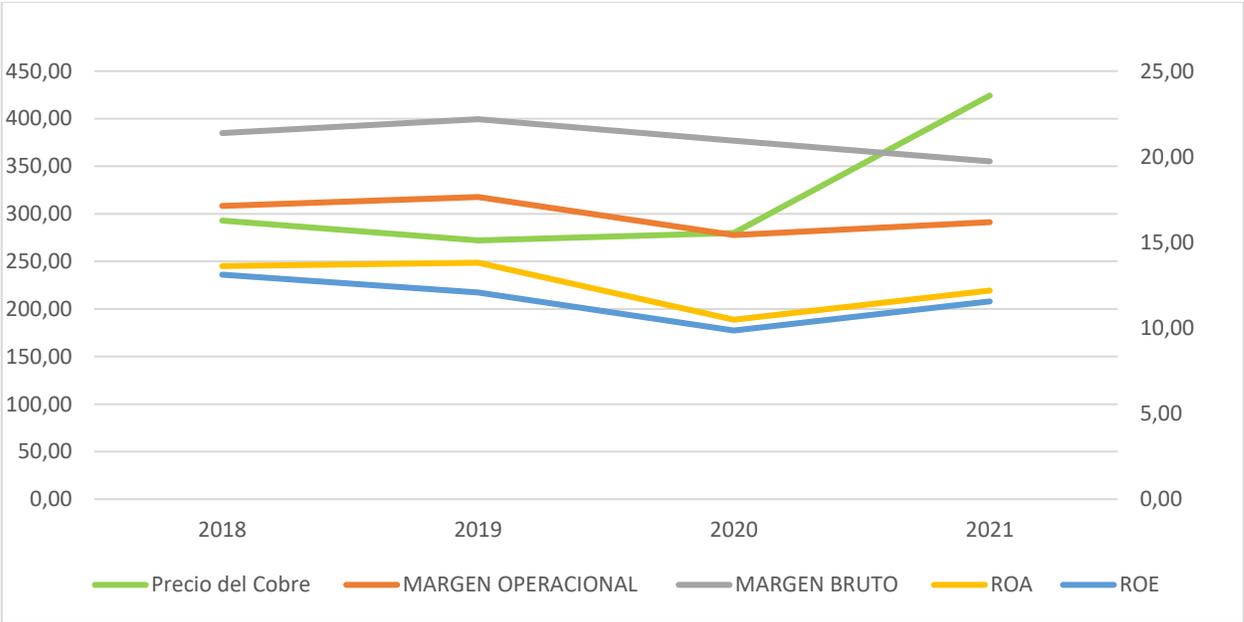
disminución presento y para el 2019 con la disminución en el precio promedio del cobre fue la tasa que mayor incremento presentó frente al 2018. Estas variaciones se pueden ver más claramente en la **Tabla 2**.

Gráfica 4. TRM VS Indicadores de rentabilidad



Fuente Bloomberg, Banrep, y EMIS. Elaboración Propia

Gráfica 5. Precio del Cobre VS Indicadores de rentabilidad



Fuente Bloomberg, Banrep, y EMIS. Elaboración Propia

Tabla 2. Análisis de variaciones

Año	Promedio Precio del Cobre USD/lb	Promedio TRM	Variación Margen Bruto (%)	Variación Margen Operacional (%)	Variación ROA (%)	Variación ROE (%)
2018	292,75	\$2.955,21				
2019	272,01	\$3.282,47	0,81	0,52	0,19	-1,05
2020	279,99	\$3.697,30	-1,26	-2,22	-3,33	-2,21
2021	424,32	\$3.745,85	-1,20	0,75	1,71	1,69

Fuente Bloomberg, Banrep, y EMIS. Elaboración Propia

4. Datos y Metodología

4.1 Datos

Este trabajo se realizó con base en la información financiera de las empresas del sector de Instalaciones eléctricas (CIU 4321) tomada de EMIS (2022). Para este análisis de consideraran las variables presentadas en la **Tabla 3**

Tabla 3: Variables de análisis.

Variable	Fuente	Periodo de Análisis
Rentabilidad de las empresas del sector de instalaciones eléctricas	Será la variable dependiente y los datos se calcularán a partir de los Estados Financieros presentados en la base de datos EMIS	2018-2021
Tasa de Cambio peso colombiano. (COP) a dólar de Estados Unidos (USD)	Banco de la República de Colombia	2018-2021
Precio del cobre	Bloomberg. Ticket HG1.	2018-2021

Fuente: Elaboración propia.

La rentabilidad se medirá mediante los indicadores mencionados en la **Tabla 4**. (Berk et al., 2013).

Tabla 4. Descripción de los indicadores de rentabilidad

Indicador de Rentabilidad	Fórmula	Explicación e interpretación del Indicador

Margen Bruto	$\frac{(Utilidad Bruta)}{(Ingresos Totales)}$	Muestra la rentabilidad en el uso de los n costos directos de producción con relación a las ventas. Muestra la capacidad para vender sus productos por encima de sus costos de producción
Margen Operacional	$\frac{(Utilidad Operacional)}{(Ingresos Totales)}$	Rentabilidad obtenida por las compañías a partir de su operación
Rentabilidad del Activo (ROA)	$\frac{(Utilidad Operacional)}{(Total de Activos)}$	Es la rentabilidad que están teniendo los activos invertidos en la compañía
Rentabilidad del Patrimonio (ROE)	$\frac{(Utilidad Neta)}{(Total Patrimonio)}$	Es la rentabilidad del patrimonio de los accionistas de las compañías

Fuente: Elaboración propia

Para la depuración de la muestra se realizaron los siguientes pasos:

1. Se partió de una muestra total de 663 compañías que tenían información registrada con esta actividad a nivel nacional durante los años 2018-2021. De estas se seleccionaron entonces las que para cada indicador de rentabilidad tuvieran la información del periodo completo, quedando para la variable de Margen bruto 207 empresas, Margen Operacional 288 empresas, ROE 259 empresas y ROA 291 empresas.
2. Posteriormente se analizó la lógica financiera de estos indicadores en cuanto a términos financieros. Utilizando los siguientes criterios y eliminando los valores extremos: Que el margen bruto sea superior al margen operacional, que el ROE y ROA no sean superiores al 34% y que los márgenes operacionales y bruto no sean superiores al 40%. Luego de esta revisión se obtuvo una muestra de 55 empresas para margen bruto, 169 para ROE, 155 para margen operacional y 115 para ROA.
3. Se seleccionaron otras variables explicativas que pudieran permitir una mejor caracterización del sector, incluyendo entonces en el modelo las siguientes variables explicativas
 - *Clasificación Tamaño*: discrimina el tamaño de las empresas entre pequeñas, micro, medianas y grandes de acuerdo con su nivel de ingresos, esta clasificación fue establecida en el decreto 957 de 2019 (Departamento

Administrativo de la Función Pública, 2019) y que se puede evidenciar en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Clasificación tamaño empresas

MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Inferiores o iguales a 32.988 UVT	Superiores a 32.988 UVT e inferior o igual a 131.951 UVT	Superiores a 131.951 UVT e inferior o igual a 483.034 UVT	Superiores a 483.034 UVT

Fuente Mincomercio 2019. Elaboración propia

- *Markup costos*: Puede definirse como el margen de ganancia esperado, que en este caso sería el ya obtenido durante cada periodo

$$\text{Markup costos} = \frac{\text{Ganancias Operativos}}{\text{Costo Operativos}}$$

Durante el proceso, y también como complemento de análisis, se utilizará el Índice de Herfindahl-Hirschman que nos permite saber la concentración del mercado, ya que, las características competitivas del mismo influyen en el comportamiento de sus participantes. Este índice fue propuesto por, (Hirschman,1945) y (Herfindahl, 1950) y se define como:

$$HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2$$

Donde: i son las empresas del sector y S es la participación de mercado. La participación de mercado para la empresa i se estima como:

$$S_i = \frac{\text{Ingresos Empresa}_i}{\text{Ingresos Mercado}}$$

Dado que lo que se busca estudiar es el impacto del comportamiento de la TRM y el precio del cobre en la rentabilidad de las empresas de instalaciones eléctricas, para el desarrollo del modelo se seleccionó un periodo de 4 años, 2018-2021, este periodo permite tener más información del impacto de estas variables sobre la rentabilidad del sector estudiado.

4.2 Metodología

De acuerdo con lo anterior, como tenemos información de N individuos durante un periodo determinado de tiempo, la metodología a utilizar será Datos de Panel (Sancho & Serrano, 2004; Wooldridge, 2012).

Para el análisis se propone un modelo definido de la siguiente manera:

$$Y_{it} = \alpha_i + TRM_t \beta_1 + COPPER_t \beta_2 + Markup Costos_{it} \beta_3 + U_t$$

Donde:

Y_{it} : Es la rentabilidad de las empresas i de la muestra de N empresas de acuerdo con los indicadores definidos previamente.

t : es el periodo de tiempo medido en años (comprendido para este caso entre 2018-2021)

α_i : Heterogeneidad no observada: Representada por las variables de *Clasificación de tamaños*

TRM_t : Tasa de Cambio COP/USD para el periodo t . Este valor se analizar de acuerdo el promedio del año para compararse contra los resultados anuales de las empresas

$COPPER_t$: Precio del Cobre para el periodo t . Este valor se analizar de acuerdo el promedio del año para compararse contra los resultados anuales de las empresas

$Markup Costos_{it}$: Markup de los costos para cada empresa en el periodo t

U_{it} : Error.

β_1 : Mide el cambio en la rentabilidad de la compañía i dado un cambio en la TRM

β_2 : Mide el cambio en la rentabilidad de la compañía i dado un cambio en el precio del cobre

β_3 : Mide el cambio en la rentabilidad de la compañía i dado un cambio en el Markup de los costos

5. Análisis de resultados

De acuerdo con los datos y la metodología descritas en la sección anterior (**Sección 4**), se realizaron las estimaciones de datos de panel para cada una de las variables de rentabilidad, Margen Bruto, Margen Operacional, ROE y ROA. En un principio se identificó que se está

trabajando con un panel balanceado y con la prueba de Breusch & Pagan (Breusch & Pagan, 1979) se confirmó que la metodología de datos de panel era la indicada, pues se obtuvo un p-valor inferior a 0.005 para todos los casos, rechazando entonces la hipótesis nula de utilizar MCO pero antes de proceder con las estimaciones fue necesario hacer ciertas pruebas de consistencia que nos dieran más claridad del modelo a estimar y las fortalezas y debilidades del mismo.

La primera de estas pruebas de consistencia fue la correlación entre las diferentes variables a utilizar, en esta se evidenció que en términos generales existe una correlación negativa entre la TRM promedio y precio del cobre promedio con los indicadores de rentabilidad, a excepción del ROE que presenta una correlación positiva con los cambios en el precio del cobre. Por otro lado, en lo referente a las demás variables se concluyó que, el Markup de los costos tiene una relación positiva con el margen bruto y operacional y una correlación negativa con el ROE y el ROA; Teniendo en cuenta que un incremento en el Markup representa una mayor eficiencia en los costos y por ende una mayor utilidad, la disminución en el ROE y el ROA estaría explicada por un incremento en su denominador, es decir patrimonio y activos respectivamente, indicando esto que un aumento en el Markup les permite a las compañías tener un mayor nivel de reinversión, ofreciendo una alternativa de cubrimiento antes ciertos riesgos del negocio, dentro de los cuales pueden estar los asociados con la volatilidad del precio del cobre y la TRM. Posterior a esta prueba se analizó si había problemas de autocorrelación y de heterocedasticidad para poder corregirlos previo a la estimación, de los cuales se concluye que efectivamente se presentaban en este ejercicio, pero fueron correctamente atendidos mediante la estimación de modelos robustos.

Luego, mediante el test de Hausman (Hausman et al., 1981), se verificó si la mejor alternativa era utilizar un modelo de efectos fijos o efectos aleatorios, los resultados obtenidos para los 4 casos fueron menores a 0.005, rechazando la hipótesis nula de usar efectos aleatorios, concluyendo que era mejor alternativa la de efectos fijos, llegando así a los resultados presentados en la **Tabla 6** y **Tabla 7** mediante la estimación de modelos robustos de datos de panel que corrigen heterocedasticidad y correlación. Cabe anotar, que durante este proceso se concluyó que la variable Markup de los costos tenía mejor desempeño en el modelo si se incluía como variable independiente y no como una variable explicativa de efectos fijos,

tomando únicamente la clasificación del tamaño de las empresas como variable explicativa de los efectos fijos, esta variable de clasificación del tamaño de las empresas toman valores de 1 a 4, siendo 4 las empresas más grandes, 3 las empresas medianas, 2 las empresas pequeñas y 1 las empresas micro.

De acuerdo con la **Tabla 6**, que incluye el Markup de los costos, se puede evidenciar que esta variable es la que tiene mayor impacto sobre los márgenes de rentabilidad de las empresas, siendo este impacto positivo y estadísticamente significativo al 95% de confianza para el Margen Bruto y Margen Operacional, sin embargo, para ROE y ROA no tiene un efecto significativo, debido a que su desempeño se ve afectado también por otras variables y costos indirectos. Por otro lado, la TRM promedio tiene un impacto negativo en el caso del Margen Operacional, ROE y ROA, significativo al 90% de confianza para ROE Y ROA, pero un impacto positivo en el Margen Bruto que no es significativo estadísticamente, además, el precio promedio de cobre evidencia un efecto negativo sobre Margen Bruto y positivo sobre el Margen Operacional, ROE y ROA, sin embargo, este impacto únicamente es significativo estadísticamente a un 90% de confianza para el Margen Operacional, lo anterior nos podría indicar que el impacto de las variaciones de las variables macroeconómicas sobre los indicadores de rentabilidad es tratado de una manera relativamente eficiente por las empresas dada la magnitud y significancia del impacto.

Tabla 6. Resultados modelos con Markup costos

Variable Dependiente	Margen Bruto	Margen Operacional	ROE	ROA
Markup Costos	63.02549 (0.013)	48.07699 (0.005)	0.4261958 (0.681)	-0.4428645 (0.758)
TRM Promedio	0.0001204 (0.899)	-0.0023834 (0.098)	-0.004049 (0.063)	-0.0039732 (0.086)
Cobre Promedio	-0.0094723 (0.106)	0.0064818 (0.075)	0.0100374 (0.155)	0.0090477 (0.196)
Constante	17.43844 (0.007)	17.16384 (0.016)	22.24987 (0.008)	23.30624 (0.019)
R_Cuadrado	0.3980	0.3424	0.1169	0.0469

**Entre paréntesis p-value.*

Fuente datos Stata. Elaboración propia

Es importante anotar que se decidió incluir la variable del Markup de los costos dado que, por el mismo funcionamiento del sector, que utiliza la metodología de proyectos los cuales

son adjudicados luego de presentar las licitaciones o cotizaciones, las empresas desde el primer momento deciden el margen de ganancia con el cual trabajar y presentar sus propuestas, por tanto, las compañías se basan en este para llevar el control de los costos de cada obra o proyecto. El Markup está calculado con variables en común incluidas también en la definición del Margen Operacional y el Margen Bruto, haciendo que se pueda incurrir en problemas de endogeneidad para estos dos casos, lo que provoca que los estimadores puedan ser sesgados e inconsistentes.

Debido a lo anterior, se decidió analizar también los resultados sin incluir esta variable, tal y como se puede observar en la **Tabla 7**. Allí se evidencia que la TRM continúa teniendo un impacto negativo para ROE y ROA estadísticamente significativo al 90% de confianza y pasa de tener un impacto positivo en el Margen Bruto a un impacto negativo en el mismo, mientras que, el precio del cobre si bien tiene los mismos impactos en ambos modelos pasa de ser significativo (en un 90% de confianza) para el Margen Operacional a serlo en el mismo 90% de confianza para el margen bruto.

Tabla 7. Resultados modelos sin incluir Markup Costos

Variable Dependiente	Margen Bruto	Margen Operacional	ROE	ROA
TRM Promedio	-0.0004487 (0.264)	-0.0023519 (0.115)	-0.0040601 (0.063)	-0.0039704 (0.085)
Cobre Promedio	-0.009782 (0.084)	0.005403 (0.345)	0.0102416 (0.157)	0.0088655 (0.210)
Constante	25.62282 (0.001)	22.92225 (0.008)	22.27929 (0.008)	23.29074 (0.019)
R_Cuadrado	0.1448	0.1859	0.1165	0.04655

**Entre paréntesis p-value.*

Fuente datos Stata. Elaboración propia

Como complemento del análisis se tiene el caso de la empresa Soluciones en Ingeniería SOLINGENIA S.A.S ubicada en la ciudad de Medellín. De acuerdo con la información mencionada por la compañía, luego de la emergencia sanitaria del COVID-19 comenzó a utilizar varias estrategias para controlar el aumento en los precios de los materiales debido al nivel de incertidumbre que generaba la situación por la que atravesaba el mercado, sin ningún referente particular en el mediano y corto plazo, que permitieran operar de manera segura con una base previa; Dentro de estas estrategias se encuentra, la fijación de precios con los

proveedores y la compra anticipada de material, no solo para garantizar que el precio corresponda a lo efectivamente cotizado al cliente final y mantener el margen inicialmente estimado, sino para asegurar la disponibilidad de materiales en el momento requerido, con el fin de evitar retrasos en obras y proyectos que generen sobrecostos adicionales e improductividad. Para poderlo lograr, se tienen diferentes alternativas, una de ellas la contratación de créditos financieros, siempre y cuando las tasas lo justificaran y la utilización de anticipos realizados por parte del cliente o una combinación de ambas. Al tomar el ejemplo concreto de uno de los proyectos se concluyó que, gracias a estas estrategias implementadas para la compra de materiales y equipos, tales como iluminación, tableros y cables (por mencionar algunos), se consiguieron ahorros de 19%, 17% y 12% respectivamente, dándole a la compañía más oportunidades de maniobra ante estos cambios, que en oportunidades no pueden predecirse. Es importante anotar que estas estrategias pueden variar dependiendo de las características de cada proyecto y del momento coyuntural que este atravesando el país, la empresa o el proyecto a la hora de la negociación y ejecución de cada uno de ellos. (Solingenia S.A.S, 2022)

Adicionalmente, de acuerdo con la información reportada de estas compañías, el índice de concentración de mercado Herfindahl-Hirschman paso de estar en 2018 en 3.326 a 1.867 en 2021, lo que indica que la competencia en el sector ha venido incrementando, ratificando el por qué justamente las pequeñas y medianas empresas tienen un mayor control de sus costos, explicado esto también, por la correlación negativa entre la clasificación del tamaño de las empresas con el Markup, dado que como fue mencionado anteriormente, existe una regulación que hace difícil la diferenciación entre el producto entregado por los diferentes participantes.

6. Consideraciones finales

Los resultados de este trabajo permiten concluir que la TRM y el precio del cobre efectivamente tienen un impacto sobre la rentabilidad de las empresas del sector de instalaciones eléctricas, sin embargo, dada la magnitud del impacto obtenido y la correlación positiva de estas con el Markup de los costos (0.0241 para la TRM y 0.0543 para el precio del cobre), que refleja una mayor eficiencia en el manejo de los mismos, se puede pensar

que en general las empresas del sector llevan un buen control de sus costos y los manejan de una manera eficiente.

De acuerdo con las correlaciones analizadas, el Markup de los costos tiene una relación positiva con las variaciones en el precio del cobre y la TRM lo que nos podría indicar que, ante los incrementos en los precios de estas variables, las empresas tienden a incrementar los controles en sus costos para mantener sus márgenes de rentabilidad y no llegar a generar pérdidas.

Por otra parte, de acuerdo con la correlación negativa entre el Markup y la clasificación de las empresas (-0,0892), son las empresas más pequeñas las que llevan un control más riguroso de sus costos, lo cual también estaría motivado por el aumento en la competitividad en el sector que refleja el índice de Herfindahl-Hirschman. Además, se podría concluir que la relación directa entre el tamaño de las empresas con el ROE significa dos cosas: las compañías de un mayor tamaño logran una mayor eficiencia en sus costos indirectos obteniendo una mayor utilidad neta o tienden a mantener patrimonios bajos, asociados con una alta tasa de reparto de utilidades.

Si bien durante este trabajo se identificó que estas variaciones en las variables macroeconómicas tiene un impacto en los márgenes de rentabilidad, no es tan clara la conclusión de cuál es el impacto en sí, pues hay diferencias en la dirección del mismo entre ambos modelos; ahora bien, de acuerdo con las correlaciones analizadas el impacto de estas variaciones es negativo para los márgenes de rentabilidad, es decir, un incremento en la TRM y el precio del cobre lleva a un deterioro en los mismos. Se optó por la alternativa de incluir el promedio de estas variables macroeconómicas por el hecho de que únicamente se contaba con la información financiera de las compañías del último periodo fiscal de cada año, es decir, diciembre, pero si se contara con la información trimestral de cada compañía se podría tomar un promedio trimestral de estas variables, pudiendo analizar así las variaciones durante un mismo año y no únicamente entre los años, dejando esto como una posibilidad de ampliación de esta investigación donde se pueda contar con la información financiera completa de las compañías¹. Adicionalmente, durante el proceso, varias empresas tuvieron

¹ Esto dado que en Colombia ninguna empresa del sector está listada en bolsa, haciendo que no sea posible acceder a información pública de los resultados trimestrales

que ser omitidas dado que su información reportada no era financieramente consistente; si se tuviera la posibilidad de obtener información de una muestra más representativa del sector, también se podrían obtener unos resultados muchos más consistentes con el comportamiento del sector en general; sumado esto, al hecho de que tampoco se encontró literatura de estudios similares a lo tratado en este caso, haciendo de este trabajo una motivación importante para investigaciones futuras, que con el acceso a información más representativa puedan arrojar resultados más concluyente acerca de la magnitud del impacto de estas variables.

7. Referencias

- Andrea, C., García, P., Jaime, C., & Cardona, F. (2020). *Recomendaciones para afrontar los impactos de las fuentes de energía renovables no convencionales sobre la transmisión de energía eléctrica en Colombia*.
- Banco de la República. (2022). Tasa Representativa del Mercado (TRM - Peso por dólar). Obtenido de <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- Bariş GÜL, Z. (2002). *CONSTRUCTION INDUSTRY IN TURKEY: AN INPUT-OUTPUT ANALYSIS USING THE WORLD INPUT-OUTPUT DATABASE (WIOD) FOR THE 2002-2011 PERIODS**.
<https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=120684455&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMNLr40SeprM4yOvqOLCmsEqepq9SsKm4S7GWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnrlC2p7FIuePfgeyx44Dt6fIA>
- Berk, J., Demarzo, P., Columbus, B., New, I., San, Y., Upper, F., River, S., Cape, A., Dubai, T., Madrid, L., Munich, M., Montreal, P., Delhi, T., Sao, M. C., Sydney, P., Kong, H., Singapore, S., & Tokyo, T. (2013). *CORPORATE FINANCE THIRD EDITION*. www.pearsoned.com/legal/permissions.htm.
- Bravo, O. S. (2001). *DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE COSTOS PARA EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN CASO: Oficalc – Systems, C.A.*
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). *A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation* (Vol. 47, Issue 5).
- Cooper, C., Carter, J., Christensen, J., & Siahpush, A. S. (2017). *Fundamental Look at the Properties of Copper*. <https://web-p-ebscohost-com.ezproxy.eafit.edu.co/ehost/results?vid=11&sid=fc0f207e-d0cb-4aa2-b562-68acf2a9b632%40redis&bquery=copper+and+electrical+materials&bdata=JmRiPWE5aCZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzZWZyY2hNb2RlPVN0YW5kYXJkInNpdGU9ZWZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d>
- Dammert Lira Alfredo, García Carpio Raúl, & Molinelli Aristondo Fiorella. (2010). *Regulación y supervisión del sector eléctrico*. www.pucp.edu.pe/publicaciones
- DANE. (2021). *CIU_Rev_4_AC2021*.
https://www.dane.gov.co/files/sen/nomenclatura/ciu/CIU_Rev_4_AC2021.pdf
- DANE. (2022) Producto Interno Bruto PIB Obtenido de
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/Anexos_gasto_const_antes_I_2022.xlsx
- DANE. (2022) Índice de seguimiento de la economía ISE Obtenido de
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/indicador-de-seguimiento-a-la-economia-ise>

- de Gregorio, J., Gonzalez, H., Bilbao, B., & Argentaria, V. (2005). *Fluctuaciones del Dólar, Precio del Cobre y Términos de Intercambio*.
<http://www.bcentral.cl/eng/stdpub/studies/workingpaper>.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2019). *Decreto_957_de_2019*.
- Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977). *Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity* (Vol. 67, Issue 3).
- EMIS University. (2022). Obtenido de https://www-emis-com.ezproxy.eafit.edu.co/php/home?&change_selected_countries=1
- Enríquez Harper Gilberto. (2004). *Manual Práctico de Instalaciones Eléctricas*.
 file:///C:/Users/Usuario/Downloads/toaz.info-manual-practico-de-instalaciones-electricas-enriquez-harper-pr_bf4fd4ec24038d2c14ab3b9e419c9f22.pdf
- Escobar Galindo Jonathan Javier. (2019). *EVALUACIÓN DE LA FAVORABILIDAD ECONÓMICA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN COLOMBIA, A PARTIR DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA INVERSIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE DEMANDA Y LA IRRADIACIÓN SOLAR CON BASE EN EL MODELO ECONÓMICO DE D. YOGI GOSWAMI*.
- Felipe, I., & González, L. (2018). *Relación entre el precio del petróleo y el tipo de cambio en Colombia*.
<https://repositorio.unibague.edu.co/bitstream/20.500.12313/586/4/Trabajo%20de%20grado.pdf>
- Garzón Peña, E. (2015). *Plan de negocios para la importación y comercialización de elementos de energía solar para Electropilas y Cía. Ltda. en la ciudad de Bogotá*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/>
- Hausman, J. A., Taylor, W. E., & Taylor2, W. E. (1981). *Panel Data and Unobservable Individual Effects PANEL DATA AND UNOBSERVABLE INDIVIDUAL EFFECTS*' (Vol. 49, Issue 6).
- Herfindahl, O. (1950). *Concentration in the Steel Industry*.
- Hirschman. (1945). National Power and the Structure of Foreign Trade. *University of California Press*.
- Lopez Eduardo. & Palomeque S.Lorena. (2011). *DESALINEAMIENTO DEL PRECIO DEL COBRE: 2002-2009*.
<https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=63176444&S=R&D=fua&EbscoContent=dGJyMNHr7ESeprE4yOvqOLCmsEqep7VSSqa4Sa6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnrIC2p7FluePfgex44Dt6fIA>
- Material Eléctrico. (22 de Abril de 2021). El incremento del coste de las materias primas pone en jaque la competitividad del sector. Obtenido de <https://material->

electrico.cdcomunicacion.es/noticias/sectoriales/44477/coste-materias-primas-competitividad-sector-electrico

- Melendez, J. I., Cruz, O. M., Bastidas, J. D., & Quiroga, O. A. (2017). *Aspectos técnicos y regulatorios para la implementación de generación eléctrica fotovoltaica a nivel residencial en Colombia Regulatory and technical aspects for the implementation of residential photovoltaic power generation in Colombia*.
- Orduz Moreno José David. (2018). *INSTRUCTIVO PARA CUMPLIMIENTO RETIE EN OBRAS ELÉCTRICAS*.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/16334/OrduzMorenoJoseDavid2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega Mata Rodolfo. (1937). *El Aspecto Economico de la Industria Electrica*.
<https://about.jstor.org/terms>
- Peter H. Grinyer, P. M. (1991). *The Determinants of Corporate Profitability in the UK Electrical Engineering Industry*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.1991.tb00012.x>
- Porter Michael E. (2008). *Las cinco fuerzas competitivas que le dan forma a la estrategia*.
- Riveros, P. C. H., Martínez, P. A., Rejas, L. M. P., López, J. E. N., & Espinoza, S. E. C. (2015). Factores que impactan los resultados empresariales: un estudio comparativo entre empresas chilenas y españolas. *Innovar*, 25(56), 21–42.
<https://doi.org/10.15446/innovar.v25n56.48987>
- Sancho, A., & Serrano, G. (2004). *Econometría de Económicas*.
- Solingenia S.A.S (2022) Informe de Gestión 2021. No publicado
- Sremac, S., Tepić, J., Tanackov, I., Stojić, G., Mladenović, S., & Matić, B. (2013). PROCUREMENT MODEL FOR COPPER AND POLYMER ELECTRICAL PRODUCTS. In *501 METALURGIJA* (Vol. 52).
<https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=97648608&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMNHr7ESeprE4yOvqOLCmsEqeprBSsKq4TbKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnrlC2p7FluePfgeyx44Dt6fIA>
- Stefko, R., Jencova, S., Vasanicova, P., & Litavcova, E. (2019). An evaluation of financial health in the electrical engineering industry. *Journal of Competitiveness*, 11(4), 144–160. <https://doi.org/10.7441/joc.2019.04.10>
- United Nations Environment Programme. Sustainable Consumption and Reduction Branch. (2007). *Buildings and climate change: status, challenges, and opportunities*. United Nations Environment Programme, Sustainable Consumption and Production Branch.

- Valentiny, P. (1983). The Role of the State in Influencing the Market for Heavy Electrical Equipment. In *Hungarian Enterprise Behavior. Part II* (Vol. 22, Issue 1). Autumn.
- Vasilevsky, P. A., Zheleznyak, L. M., Ivanov, P. I., & Emelyanova, S. M. (2012). *Work for improving the quality of copper billets for manufacture of domestic IMPROVEMENT OF COPPER SEMI-FINISHED BILLET MANUFACTURE FOR ELECTRICAL ENGINEERING PURPOSES* (Vol. 56, Issue 4).
- Wooldridge Jeffrey M. (2012). *Introductory Econometrics*.
- Zhang, H., Chen, H. H., Lao, K., & Ren, Z. (2022). The Impacts of Resource Endowment, and Environmental Regulations on Sustainability—Empirical Evidence Based on Data from Renewable Energy Enterprises. *Energies*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/en15134678>