



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS,  
ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



TESIS:

---

**La regulación ambiental y su incidencia en la dinámica de producción  
minera: Caso de la región Cusco, 2009-2019**

---

Presentado por:

Bach. Fuentes Chavez Fedra

Bach. García Zapata Maryori Dennise

Tesis para optar por el título profesional de  
Economista.

Asesor:

Dr. Aurelio Vargas Jibaja

CUSCO - PERÚ

2021



### **Presentación**

Señor decano de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables; y señores miembros del jurado de la Escuela Profesional de Economía, en lo que respecta al cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos, se pone a vuestra consideración la presente investigación intitulada “La regulación ambiental y su incidencia en la dinámica de producción minera: Caso de la región Cusco, 2009-2019” con la finalidad de optar por el título profesional de Economista.



## Resumen

La minería tiene un rol especialmente importante en la región del Cusco donde se estima que la minería contribuye al 16% del PBI. Sin embargo, el fin del superciclo de commodities ha forzado al gobierno a tomar medidas pro-crecimiento económico. Una de ellas fue la promulgación de la Ley 30230 que le quitó al Organismo de Fiscalización y Evaluación Ambiental (OEFA) la facultad de sancionar con multas a minas infractoras de las regulaciones ambientales. El presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de una menor regulación ambiental en la dinámica de producción minera para el período 2009-2019. La investigación tiene un alcance explicativo, con un diseño correlacional y un enfoque cuantitativo. Se emplea información del reporte de producción minera del Ministerio de Energía y Minas, indicadores de desarrollo del Banco Mundial y el reporte de mercados de Commodities del Banco Mundial, con una muestra de 160 observaciones por minera-año. El análisis utiliza un modelo de series de tiempo interrumpido para identificar el efecto de la promulgación de la Ley 30230 en la dinámica de producción de Plata, Cobre y Oro en Julio del 2014. Los resultados sugieren que una menor fiscalización por parte de OEFA y una menor regulación ambiental tuvo efectos positivos en la producción. Los resultados son estadísticamente significativos con un p-valor entre 0.10 y 0.01. Se encuentra que la producción de plata y cobre se incrementa en 2,332 kilogramos finos y 135,124 toneladas finas respectivamente después de la promulgación de la Ley 30230, a costa de una mayor contaminación ambiental en la región del Cusco.

*Palabras clave:* Paquetazo ambiental, dinámica de producción minera, regresión, OEFA



### Abstract

Mining plays an especially important role in the Cusco region where it is estimated that mining contributes to 16% of GDP. However, the end of the commodities supercycle has forced the government to take pro-economic growth measures. One of them was the enactment of Law 30230, which removed the Environmental Inspection and Evaluation Agency (OEFA) from the power to sanction mines that violate environmental regulations with fines. The objective of this study is to determine the effect of less environmental regulation on the dynamics of mining production for the period 2009-2019. The research has an explanatory scope, with a correlational design and a quantitative approach. Information is used from the mining production report from the Ministry of Energy and Mines, development indicators from the World Bank and the Commodities markets report from the World Bank, with a sample of 160 observations per mining company-year. The analysis uses an interrupted time series model to identify the effect of the enactment of Law 30230 on the dynamics of Silver, Copper and Gold production in July 2014. The results suggest that less oversight by OEFA and a less environmental regulation had positive effects on production. The results are statistically significant with a p-value between 0.10 and 0.01. It is found that the production of silver and copper increased by 2,332 fine kilograms and 135,124 fine tons respectively after the enactment of Law 30230, at the cost of greater environmental pollution in the Cusco region.

*Keywords:* Paquetazo ambiental, mining production dynamics, regression, OEFA



### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios y la Virgen del Carmen quienes han sido mis guías y me acompañan siempre.

Gracias a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental en mi formación y me han acompañado dándome las mejores enseñanzas.

A nuestro asesor Dr. Aurelio Vargas Jibaja, por su apoyo en la realización de la investigación, quien nos ha guiado en este proceso.

A nuestra casa de estudios Universidad Andina del Cusco, la Escuela Profesional de Economía y docentes, por la formación basada en la ética profesional con principios y valores.

*Fedra Fuentes Chavez*

Agradecemos a Dios, por ser mi guía y brindarme sabiduría y paciencia en el transcurso de mi vida.

Gracias a mis padres, por su gran trabajo, amor y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes logré llegar hasta aquí y convertirme hoy en lo que soy.

Asimismo, agradezco a nuestro asesor de tesis Dr. Aurelio Vargas Jibaja por brindarnos su apoyo, tiempo, recomendaciones y sus conocimientos ofrecidos para la elaboración de la presente investigación.

Finalmente, a la Universidad Andina del Cusco, a nuestra Escuela Profesional de Economía, por haberme brindado conocimiento y valores éticos a lo largo de estos años maravillosos.

*Maryori Dennise Garcia Zapata*



### **Dedicatoria**

***A nuestro Señor y la Virgen del Carmen***

*Quien con su bendición forjaron mi camino y me acompañan siempre.*

***A mis Padres Elizabeth y Edgar.***

*Por vuestro trabajo y confianza, hoy celebro esta tesis, gracias, los amo.*

***A mis Hermanos.***

*Quienes me motivaron a ser constante para alcanzar mis anhelos.*

***A mis tíos, Jovita y Juan.***

*Que siempre me dieron el aliento y motivación para seguir.*

*Fedra Fuentes Chavez*

***A nuestro Señor.***

*Quien con su bendición llena siempre mi vida y la de toda mi familia.*

***A mis Padres Maria y Raúl.***

*Con gran agradecimiento, respeto y amor quienes me enseñaron que el mejor conocimiento que uno puede tener es el que se aprende por sí mismo.*

***A mis Hermanos Anghy y Steikar.***

*Por su preocupación, consejos y cariño.*

***A ti***

*Que siempre estuviste preocupado por este trabajo y por exigirme e impulsarme a seguir adelante.*

***A mis Amigos y Familiares.***

*Quienes me brindaron su motivación y apoyo.*

*Maryori Dennise Garcia Zapata*



## Índice General

Presentación.....	ii
Resumen .....	iii
Abstract.....	iv
Agradecimientos .....	v
Dedicatoria.....	vi
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	ix

### Capítulo I Introducción

1.1 Planteamiento del Problema .....	2
1.2 Formulación del Problema.....	5
1.2.1 Problema General .....	5
1.2.2 Problemas Específicos .....	6
1.3 Justificación .....	6
1.3.1 Conveniencia .....	6
1.3.2 Relevancia social .....	6
1.3.3 Implicancias prácticas.....	6
1.3.4 Valor teórico .....	7
1.3.5 Utilidad metodológica .....	7
1.4 Objetivos de la investigación.....	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos Específicos .....	7
1.5 Delimitación de la investigación .....	8
1.5.1 Delimitación Espacial .....	8
1.5.2 Delimitación Temporal.....	8

### Capítulo II Marco Teórico

2.1 Antecedentes .....	9
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	9
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	12
2.1.3 Antecedentes Locales .....	15
2.2 Bases legales .....	16
2.3 Bases Teóricas .....	17
2.3.1 Programas de control de polución (Montgomery, 1972).....	17
2.3.2 Impuestos a la contaminación y estructura de mercado (Lee, 1975).....	18
2.3.3 Contaminación Transfronteriza y convenios ambientales (Barrett, 1994) .....	19
2.3.4 El costo del cambio climático – Modelo DICE (Nordhaus, 1994).....	20
2.3.5 Teoría de la competencia imperfecta (Baumol, 1977).....	21
2.3.6 Teoría de la regulación ambiental (Gray, 2012).....	24
2.3.7 La formulación de externalidad de Buchanan (Buchanan & Stubblebine, 1962).....	24
2.3.8 Las externalidades bajo el monopolio (Barnett, 1980) .....	25
2.4 Marco Conceptual.....	26
2.5 Formulación de Hipótesis .....	27
2.5.1 Hipótesis General.....	27
2.5.2 Hipótesis Específicas .....	27
2.6 Variables .....	28
2.6.1 Variables de investigación .....	28
2.6.2 Operacionalización de variables .....	29

### Capítulo III Método de Investigación

3.1 Alcance de Investigación .....	30
3.2 Diseño de la Investigación.....	30



3.3	Población .....	30
3.4	Muestra .....	31
3.5	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	31
3.5.1	Técnicas .....	31
3.5.2	Instrumentos .....	31
3.6	Validez y confiabilidad de instrumentos .....	32
3.7	Plan de análisis de datos .....	32
Capítulo IV: Diagnóstico internacional y de la región Cusco .....		33
4.1	Producción de metales en la región Cusco .....	33
4.2	Precios internacionales .....	35
4.3	Indicadores de minería.....	36
4.4	Recursos naturales .....	39
Capítulo V: Resultados de la investigación .....		41
5.1	Data y estadísticos descriptivos .....	41
5.2	Especificación del modelo .....	43
5.3	Análisis de regresión.....	44
5.4	Verificación de supuestos .....	47
Capítulo VI: Discusión de los resultados .....		51
6.1	Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos .....	51
6.2	Limitaciones del estudio .....	52
6.3	Comparación crítica con la literatura existente .....	53
6.4	Implicancias del estudio .....	55
Conclusiones.....		56
Recomendaciones .....		58
Referencias Bibliográficas.....		60
Anexos.....		62
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....		62
Anexo 2. Extracto de datos de producción minera.....		63
Anexo 3. Regresión de series de tiempo interrumpida.....		65
Anexo 4. Matriz de resultados de la investigación.....		68





### Índice de tablas

TABLA 1 — Operacionalización de variables.....	29
TABLA 2 — Empresas mineras de la muestra.....	31
TABLA 3 — Estadísticos descriptivos.....	42
TABLA 4 — Regresión de series de tiempo interrumpida .....	44

### Índice de figuras

FIGURA 1. Región Cusco: Producción minera de cobre, oro y plata.....	3
FIGURA 2. Cusco: Pasivos Ambientales Mineros, 2003,2006,2010-2015 y 2018 .....	5
FIGURA 4. Monopolio Natural .....	23
FIGURA 5. Producción anual de cobre, 2011-2019 (TMF).....	33
FIGURA 6. Producción anual de oro, 2011-2019 (gr.f).....	34
FIGURA 7. Producción anual de plata, 2011-2019 (kg.f).....	34
FIGURA 8. Evolución del precio internacional del cobre (\$/mt). .....	35
FIGURA 9. Evolución del precio internacional del oro (\$/toy oz). .....	35
FIGURA 10. Evolución del precio internacional de la plata (\$/toy oz). .....	36
FIGURA 11. Facilidad de hacer negocios en el país, 2015-2019. ....	37
FIGURA 12. Renta de minerales (% del PBI). .....	37
FIGURA 13. Índice de volumen de exportación (100 = 2000). .....	38
FIGURA 14. Exportaciones de minerales y metales (% de las exportaciones de mercancías) .....	38
FIGURA 15. Ahorros ajustados: agotamiento de minerales (% del INB) .....	39
FIGURA 16. Ahorros ajustados: agotamiento de recursos naturales (% del INB) .....	39
FIGURA 17. Cusco: Pasivos Ambientales Mineros, 2003,2006,2010-2015 y 2018 .....	40
FIGURA 18. Regresión de series de tiempo interrumpida.....	47
FIGURA 19. Apalancamiento y residuo normalizado. ....	48
FIGURA 20. Normalidad de los residuos. ....	49
FIGURA 21. Homocedasticidad de los residuos.....	50



## Capítulo I Introducción

El sector minero tiene un rol preponderante en el crecimiento económico y en la contribución al PBI y a la exportaciones netas del Perú. En particular, la minería contribuye hasta el 16% del PBI para el año 2019 en la región del Cusco. El Gobierno Peruano, en aras de impulsar la exportación de materias primas, inició con una serie de medidas para flexibilizar la fiscalización ambiental nacional y promover la inversión privada en la minería. Destaca el conocido “Paquetazo Ambiental”, promulgada con la Ley 30230<sup>1</sup>, que tenía el objetivo de facilitar las inversiones mineras disminuyendo la fiscalización ambiental, es de este modo, que las empresas mineras habían dejado de pagar hasta más de 55 millones por infracciones ambientales reiteradas. Sin embargo, la ley le quitó al Organismo de Fiscalización y Evaluación Ambiental (OEFA) la facultad de sancionar con multas a minas infractoras de las regulaciones ambientales, eliminando el impedimento a generar contaminación excesiva por las mineras del Cusco. En este contexto, la investigación busca determinar el efecto de una menor regulación ambiental en la dinámica de producción minera para el período 2009-2019. Siguiendo la Resolución N° 153-CU-2021-UAC, la investigación se estructura de la manera siguiente:

El capítulo 1 presenta el planteamiento del problema, describiendo la problemática del sector minero y su relación con la polución ambiental, continua con la formulación del problema, objetivos y realiza las justificaciones que incluyen la relevancia social, implicancias prácticas, valor teórico y viabilidad de la investigación. Se finaliza con la delimitación temporal, espacial y conceptual.

El capítulo 2 presenta los antecedentes internacionales, nacionales y locales de la investigación que identifican las variables de importancia y delimitar conceptualmente el

---

<sup>1</sup> La Ley N° 30230 promulgada el 11 de julio del 2014, establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país.



problema de investigación. También se incluyen las teorías relevantes al problema de investigación, y se concluye con la formulación de la hipótesis de investigación y la operacionalización de variables.

El capítulo 3 incluye la metodología de la investigación, donde se describe “el tipo, enfoque, diseño y alcance de la investigación. También se incluyen las características de la población de estudio, la muestra con la que se trabaja y las técnicas e instrumentos de recolección de datos”.

El capítulo 4 presenta el análisis del modelo de regresión de series de tiempo interrumpida, incluyendo la agregación de las variables relevantes y estadísticas descriptivas. Se detalla el modelo de regresión, y se lleva a cabo diagnósticos de los supuestos de regresión y se finaliza con los resultados de la investigación.

Por último, el capítulo 5 detalla los principales hallazgos de la investigación, explicando la relación entre la regulación ambiental y la producción minera. También se discuten las limitaciones del estudio, la comparación crítica con la literatura existente y se concluye con las implicancias del estudio.

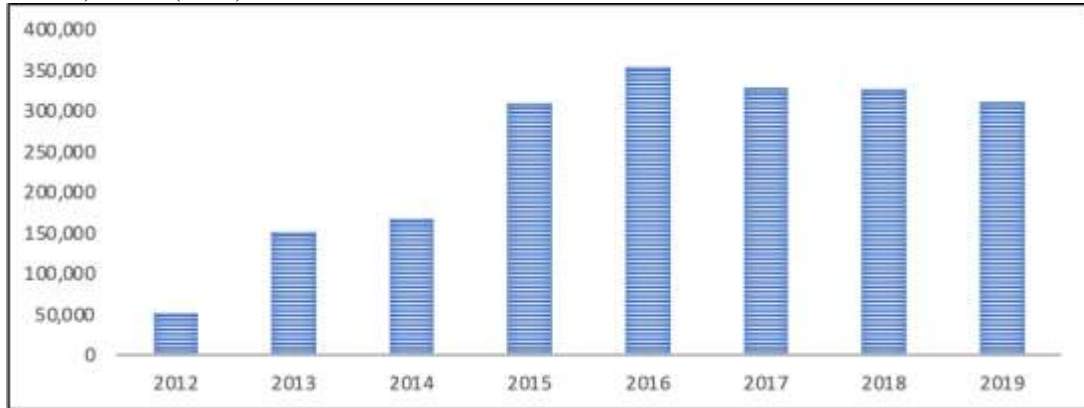
### **1.1 Planteamiento del Problema**

La industria minera juega un papel esencial en el sistema económico peruano debido a su contribución al Producto Bruto Interno y a la Balanza de Pagos peruana. Según (INEI, 2019) las actividades mineras representaron el 12.18% del PBI el año 2019, con un monto aproximado de 69,778,971 miles de soles. Por tanto, el desarrollo del sector minero tiene una enorme influencia en la economía nacional. En este sentido, se define a la industria minera como la exploración, extracción y procesamiento primario de minerales, incluido el procesamiento hasta el primer vertido de los metales refinados (Fan, Yan, & Sha, 2017). La minería tiene un rol especialmente importante en la región del Cusco, (INEI, 2019) estima que la minería contribuye al 16% del PBI al año 2019. Esta contribución al PBI está asociada a los tres minerales más producidos en la región: El cobre, el oro y la plata (MINEM, 2020).

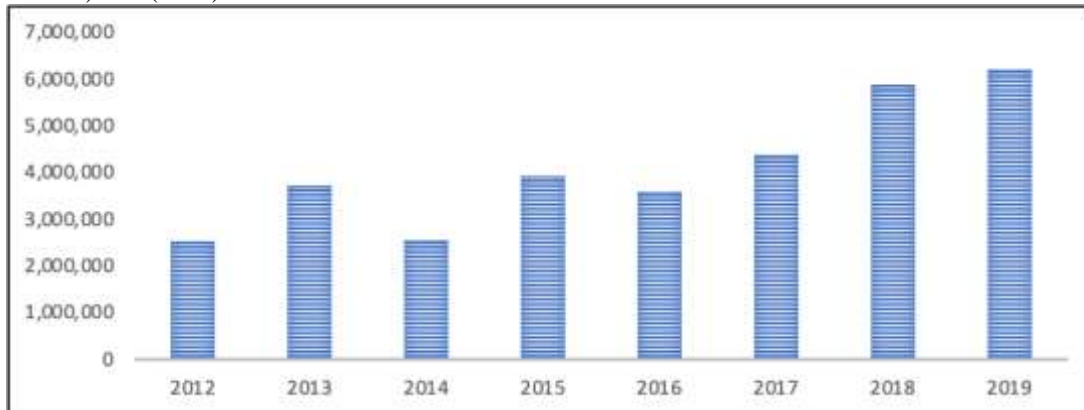


Tal como muestra la figura 1, la producción de cobre, oro y plata ha sido considerable en la Región Cusco. En particular, para el cobre, el oro y la plata, con una producción de 300,000 TMF 6 millones Grs.f y 130,750 Kg.f respectivamente.

Panel a) Cobre (TMF)



Panel b) Oro (Grs.f)



Panel c) Plata (Kg.f)

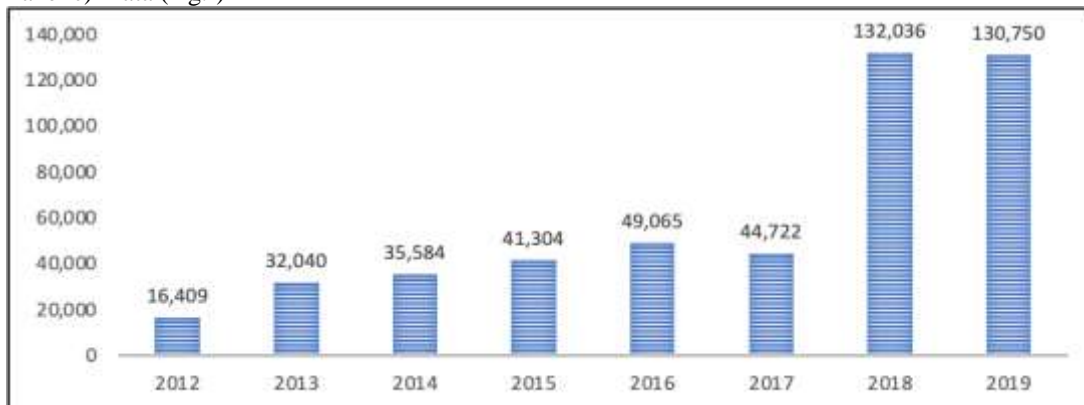


FIGURA 1. Región Cusco: Producción minera de cobre, oro y plata

*Nota.* TMF: Toneladas Métricas Finas, Grs.f: Gramos Finos, Kg.f: Kilogramos Finos. Obtenido de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

Este incremento en la producción de oro y plata se asocia al llamado superciclo de commodities, un período de altísimos precios de materias primas impulsadas por la demanda



China entre el 2004 y el 2014. Este superciclo de commodities benefició de sobremanera a todas las regiones del Perú y en particular a las provincias mineras del Cusco. Asimismo, la construcción de nuevas minas tales como Las Bambas, incrementó la producción entre el 2015 y el 2019. En este contexto, una vez que se terminó el superciclo de commodities y se construyeron las nuevas minas, y en aras de impulsar la exportación de materias primas, el Gobierno Peruano inició con una serie de medidas para flexibilizar la fiscalización ambiental nacional y promover la inversión privada en la minería. Destaca el conocido “Paquetazo Ambiental”, promulgada con la Ley 30230<sup>2</sup>, que tenía el objetivo de facilitar las inversiones mineras disminuyendo la fiscalización ambiental, es de este modo, que las empresas mineras habían dejado de pagar hasta más de 55 millones por infracciones ambientales reiteradas. En particular, los Artículos 19 y 23 de la Ley 30230 limitan la facultad de la OEFA de sancionar con multas a empresas infractoras de las regulaciones ambientales y reducen su presupuesto al establecer que todas las multas recaudadas pasen al tesoro público, eliminando competencias de fiscalización ambiental importantes para la OEFA.

La desregulación ambiental definida como “el proceso de eliminar o reducir las regulaciones gubernamentales ambientales. La reforma regulatoria es un desarrollo paralelo a la desregulación. La reforma regulatoria se refiere a programas organizados y continuos para revisar las regulaciones con miras a minimizarlas, simplificarlas y hacerlas más rentables” (Draiman, 1999). tuvo efectos visibles en la contaminación ambiental, tal como muestra la figura 2. Los pasivos ambientales mineros se han ido incrementando de forma desproporcional al pasar de los años. El 2006 no llegaban a 100 en la región; sin embargo, para el año 2018, hay más de 500 pasivos ambientales.

---

<sup>2</sup> La Ley N° 30230 promulgada el 11 de julio del 2014, establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país.

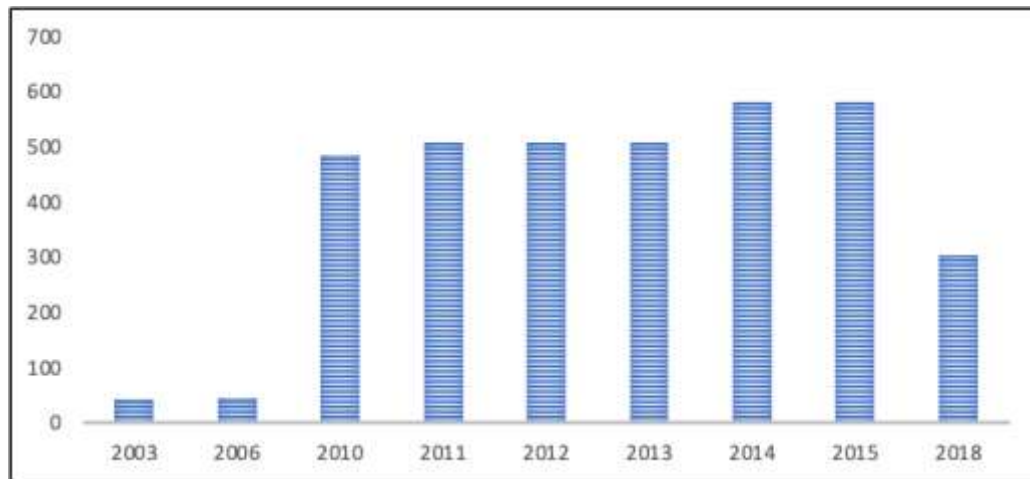


FIGURA 2. Cusco: Pasivos Ambientales Mineros, 2003,2006,2010-2015 y 2018

*Nota:* Obtenido de Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales: 2019 – Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020)

En resumen, las limitaciones impuestas a la regulación ambiental en los últimos años, han tenido un efecto negativo en el medio ambiente; sin embargo, no se sabe con certeza si las medidas de desregulación ambiental han afectado positivamente a la producción minera. En particular, no se tiene evidencia rigurosa que encuentre una relación positiva entre una menor regulación ambiental y una mayor producción minera (Aron & Molina, 2019).

A fin de llenar este vacío en la literatura, la presente investigación busca determinar el impacto de una menor regulación ambiental en la dinámica de producción minera en la Región Cusco en tres de los minerales más importantes: el oro, la plata y el cobre. Se espera que los resultados contribuyan a comprender de mejor manera el efecto de políticas como el paquetazo ambiental, y así, ayudar a diseñar leyes u otros instrumentos normativos que permitan facilitar las inversiones mineras sin tener un impacto adverso en la fiscalización ambiental.

## 1.2 Formulación del Problema

### 1.2.1 Problema General

¿Cómo incide la regulación ambiental en la dinámica de producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019?



### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el impacto de la regulación ambiental en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019?
- ¿Cómo incide la regulación ambiental en la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019?
- ¿De qué manera la regulación ambiental determina la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019?

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Conveniencia**

La investigación fue conveniente, ya que se cuenta con información detallada de la producción minera para el período 2009-2019, dicha información proviene del Ministerio de Energía y Minas, que recolecta información de la producción por cada unidad Minera. Asimismo, se cuenta con las fechas exactas de la publicación de normas en el diario El Peruano, permitiéndonos identificar el momento exacto de desregulación ambiental.

### **1.3.2 Relevancia social**

La relevancia social del presente estudio radicó en la posibilidad de estudiar directamente la influencia que ha tenido la regulación ambiental en la dinámica de producción minera, y de este modo, se identificó el efecto indirecto que han tenido las políticas de desregulación, tales como el paquetazo ambiental, en indicadores sociales de las comunidades aledañas a los principales proyectos mineros de la Región Cusco.

### **1.3.3 Implicancias prácticas**

La investigación proporciona a los hacedores de política nacionales, regionales y locales con resultados rigurosos acerca del efecto de la regulación ambiental en la minería. Ellos a su vez, pueden utilizar información científica de la literatura especializada y de la



presente investigación para plantear medidas que permitan facilitar las inversiones mineras sin tener un impacto adverso en la fiscalización ambiental.

#### **1.3.4 Valor teórico**

La investigación empleó las teorías de regulación económica para explicar la regulación ambiental y la actividad minera. En particular, se aplica la teoría de la competencia imperfecta de Baumol y la teoría de la regulación ambiental de Gray para identificar las relaciones que explican el efecto de la variable regulación ambiental en la dinámica de producción minera.

#### **1.3.5 Utilidad metodológica**

La investigación utilizó métodos estadísticos de regresión lineal que se han popularizado recientemente en la literatura de la economía ambiental. De este modo, su utilidad metodológica radica en poder avanzar el uso de estos métodos estadísticos y aplicarlos a problemas ambientales.

### **1.4 Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar como incide la regulación ambiental en la dinámica de producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el impacto de la regulación ambiental en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019.
- Medir la influencia de la regulación ambiental en la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019.
- Determinar la incidencia de la regulación ambiental en la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019.





## **1.5 Delimitación de la investigación**

### **1.5.1 Delimitación Espacial**

La investigación se delimita a la Región Cusco, se decide elegir a la región Cusco, se consideran todas las provincias con producción minera

### **1.5.2 Delimitación Temporal**

La investigación se delimita al período 2009-2019, se decide elegir este período para tener información de cinco años antes y después de la promulgación de normas de desregulación ambiental en el sector minero.



## Capítulo II Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

- **Antecedente:** (Arango-Aramburo, 2017). Simulando políticas mineras en países en desarrollo: El caso de Colombia. Estudio publicado en revista de investigación Socio-economic Planning Sciences

La investigación tiene como objetivo identificar una herramienta para el análisis de políticas para comprender y probar los efectos de las políticas nuevas y existentes y evitar efectos secundarios no anticipados, y tiene como objetivo desarrollar un modelo genérico para analizar el sector minero de un país y cómo se puede calibrar para probar un conjunto de escenarios alternativos para el futuro de la minería en Colombia a nivel de impacto Ambiental. Se utiliza una metodología de ecuaciones diferenciales para estimar el modelo minero. El modelo se desarrolla como un modelo general de un mineral, cuyos módulos se pueden combinar y parametrizar para capturar la estructura de la producción de los principales minerales. Este modelo proporciona información cuantitativa que no se puede obtener en el proceso de escenarios, lo que permite un análisis de costo-beneficio más detallado de diferentes cambios potenciales en la política minera.

En general, se observa que además del efecto de los precios, los legisladores y las empresas mineras deben considerar el papel del progreso tecnológico y la adopción de tecnologías para aumentar la productividad y reducir los costos operativos. Los gobiernos y los reguladores podrían necesitar establecer incentivos que alienten a las empresas mineras a actualizar y mejorar sus prácticas. Además, las políticas públicas para mejorar la infraestructura disponible en el país y las mejoras en la seguridad y estabilidad jurídica también son necesarias para el desarrollo de la industria minera en Colombia. El estudio compara dos escenarios de regulación ambiental. En los dos escenarios, los cambios con



respecto al índice de referencia son relativamente pequeños (en el rango del 20%) para el carbón, pero en el tercer escenario, la inversión es un 75% menor que en el índice de referencia. Esto confirma que la inversión es muy sensible a los cambios de precios después de cierto punto.

- **Antecedente:** (Luckeneder, Krisztin, & Giljum, 2019) El impacto de las actividades mineras en el desarrollo regional: evidencia de América Latina en un marco econométrico espacial. Working paper publicado por el Institute for Ecological Economics.

Este artículo tiene como objetivo investigar las implicaciones de estrategias de desarrollo extractivistas utilizando el ejemplo de las actividades mineras y plantea la cuestión de hasta qué punto las actividades mineras se relacionan con el desempeño económico de las regiones mineras y sus alrededores. Si bien las evaluaciones de impacto de las actividades mineras generalmente se realizan en forma de estudios de caso cualitativos en el campo y se enfocan en una muestra más pequeña de propiedades y regiones mineras, se sigue un enfoque econométrico. Reconociendo las tasas de crecimiento espacialmente dependientes, así como la dependencia espacial en las características regionales explicativas, se emplea un modelo espacial de Durbin de estructura de panel (SDM). Se hace uso de la estimación Bayesian Markov Chain Monte Carlo (MCMC). Las especificaciones estándar de la literatura se utilizan como distribuciones previas para todas las cantidades relevantes:

El documento encuentra evidencia de que, por un lado, la extracción de mineral está relacionada negativamente con las tasas de crecimiento económico dentro de las regiones, mientras que, por otro lado, se registran efectos secundarios positivos a las regiones vecinas. Las variaciones en los horizontes de crecimiento indican además que este patrón se aplica de manera distintiva a las tasas de crecimiento anual promedio de 3 y 4 años, mientras que no se pueden encontrar efectos directos negativos en el corto plazo. Los argumentos



populares de la industria minera de que el sector extractivo generaría un impulso positivo para el desarrollo económico regional, por lo tanto, no se pueden verificar completamente. Más bien, parece como si la extracción física de metales y minerales y la realización de rentas en un sentido económico estuvieran desacopladas regionalmente. El estudio menciona que la regulación ambiental depende de las condiciones económicas. Por ejemplo, el 50% de todo el mineral extraído en 2017 se extrajo en solo el 12, el 80% en solo 30 de las 156 instalaciones mineras. Esto indica que la mayor parte de la extracción de minerales metálicos se lleva a cabo mediante un pequeño número de proyectos a gran escala, mientras que muchos proyectos pequeños extraen cantidades insignificantes de mineral.

- **Antecedente:** (Dery, Gruber, Idemudia, & Kayira, 2019) Retos y oportunidades de la implementación de políticas ambientales: evidencia empírica del sector de la minería de oro de Ghana. Estudio publicado en revista de investigación Resources Policy

La investigación busca: (a) Examinar críticamente los desafíos y oportunidades que enfrenta la implementación de las políticas ambientales actuales dentro del sector de la minería de oro en Ghana desde la perspectiva de las partes interesadas críticas. (b) Considerar las implicaciones teóricas y políticas para fortalecer las regulaciones ambientales dentro del sector minero en el contexto de Ghana. Según los autores, varios estudios han examinado la naturaleza y el impacto de la minería de oro en Ghana, y a menudo han identificado la degradación ambiental como una consecuencia importante de la extracción de recursos. Sin embargo, hasta ahora se han dirigido esfuerzos limitados a explorar los desafíos y oportunidades que enfrenta la implementación de políticas ambientales en el país y en el Sector minero de oro de Ghana.

Se utilizaron entrevistas semiestructuradas y discusiones de grupos focales como herramientas para recopilar datos primarios entre junio de 2017 y marzo de 2018 con la aprobación de la Junta de Revisión Institucional de la Universidad de Antioch. Además, en



el estudio se utilizó la Discusión de Grupo Focal. Se llevaron a cabo dos DGF en Tarkwa y Bogoso en los que participaron un grupo de jóvenes y un grupo de mujeres de entre 18 y 45 años. El estudio se realizó en dos comunidades donde operan algunas de las compañías mineras de oro a gran escala en Ghana. Estos son; Tarkwa en el municipio de Tarkwa-Nsuaem y Bogoso en el distrito del valle de Prestea-Huni, ambos en la región occidental de Ghana

Este estudio revela que la falta de participación comunitaria, la coordinación insuficiente entre las instituciones gubernamentales, el personal y la logística inadecuados y la falta de voluntad política son factores que contribuyen a la implementación ineficaz de las políticas ambientales en el sector de la minería de oro de Ghana. El documento concluye considerando las implicaciones teóricas y políticas de sus hallazgos para la implementación efectiva de políticas ambientales en Ghana. El resto son; reguladores mineros y ambientales como la EPA, la Comisión de Minerales y la Comisión de Recursos Hídricos. Si bien estos grupos de interés son importantes y, sin su apoyo, las empresas del sector minero pueden dejar de existir, no desempeñan ningún papel contradictorio, excepto los que ocupan puestos gerenciales. Como explica Freeman, cada uno de estos grupos de interés es importante para la rentabilidad del negocio.

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales

- **Antecedente:** (Tanaka, 2015). Contabilidad ambiental en el Perú: una propuesta basada en la elaboración de informes de sostenibilidad en las industrias de minería, petróleo y gas. Estudio publicado en revista de investigación Contabilidad y Negocios.

La investigación busca proponer un sistema de contabilidad ambiental en el Perú que puede mejorar los informes de sostenibilidad de las empresas peruanas. La principal hipótesis de este trabajo es que el sistema contable actual en Perú es inadecuado para asegurar que las empresas informen sobre cuestiones ambientales. Este documento propone



un nuevo sistema contable en Perú complementado con un nuevo marco de reporte de sustentabilidad que mide y reporta los problemas ambientales de manera adecuada. Se realiza un análisis sistemático de datos de sostenibilidad primarios y secundarios de 2007 a 2013. Los datos primarios se obtuvieron a través de encuestas realizadas en marzo de 2013 entre profesores y estudiantes de las mejores escuelas de negocios de Perú, y mediante entrevistas con otras partes interesadas, incluidos empresarios, representantes de una institución reguladora y representantes de las cuatro principales empresas de auditoría y consultoría. Los datos secundarios analizados en la investigación incluyen datos de sostenibilidad, ambientales y otros datos relevantes disponibles en los sitios web de las empresas y otras fuentes públicas. La investigación analizó los indicadores de medición del desempeño presentados en los datos. Para evitar grandes discrepancias derivadas de diferencias entre sectores, el estudio se centra en los sectores de petróleo, minería y gas.

Los resultados indican que existe la necesidad y demanda de un sistema de regulación ambiental en el Perú. Además, el estudio revela que la industria minera, siendo la columna vertebral económica del Perú, es sumamente influyente y no tiene más remedio que comenzar a implementar seriamente tecnologías de producción más limpia y adoptar un sistema integral de contabilidad ambiental para fortalecer el impulso hacia el desarrollo sostenible. Asimismo Se propone un enfoque de doble vía (twin-track) para mejorar los informes de sostenibilidad en Perú. En este enfoque, las empresas aplicarían las regulaciones ambientales exigidas por el gobierno en relación con los temas de sustentabilidad.

- **Antecedente:** (Orihuela & Paredes, 2017). Capas fragmentadas: construyendo un estado verde para la minería en Perú. Estudio publicado en libro Resource Booms and Institutional Pathways: The Case of the Extractive Industry in Peru.

La investigación busca explicar la composición del estado verde de la minería en Perú. Menciona que, en países con altos niveles de desarrollo institucional formal, las nuevas



reglas gozan de la ventaja de contar con capacidades organizativas estatales preexistentes, que hicieron de la “institucionalización” un proceso establecido y esperado. Como observamos en el caso del estado verde peruano, esto no es así en países con bajos niveles de institucionalización, donde las nuevas normas y regulaciones legales necesitan ser complementadas con la creación de nuevas capacidades organizativas dentro del estado para que las reglas se conviertan en instituciones. Se utiliza una revisión bibliográfica analizando las consecuencias del cambio institucional del Estado verde en Perú. Los resultados no son tan transformadores porque las normas legales y la capacidad organizativa estatal para regular el comportamiento ambiental de los extractivos —o cualquier otra industria— esperaron hasta principios de la década de 1990 para emerger y emerger sin dientes — el proceso global comenzó a fines de la década de 1960.

Se encuentra que el desarrollo de la autonomía burocrática ha ocurrido, pero las mejoras significativas solo se llevaron a cabo después de importantes crisis políticas y / o presión internacional. Veinticinco años después del establecimiento formal de las instituciones ambientales para la minería, por lo tanto, el conflicto socioambiental está en su punto más alto, según estadísticas de la Defensoría del Pueblo. Además, los conflictos de Conga, Tintaya, Pichanaki y Tía María produjeron importantes crisis políticas nacionales durante el gobierno de Ollanta Humala (2011-2016). La incredulidad en la equidad del sistema regulatorio se puede observar al comparar las percepciones de contaminación del agua en áreas mineras de los Censos Agrarios de 1994 y 2012. Contrariamente a la narrativa del desarrollo institucional incremental, existe una historia de alta y creciente desconfianza en las industrias extractivas y las instituciones estatales verdes en los Andes rurales del Perú.



### 2.1.3 Antecedentes Locales

- **Antecedente:** (Achanccaray, 2015). El Impacto Ambiental de la gestión de Concesiones Mineras en el Distrito de Camanti – Quispicanchi – Cusco. Tesis de Pregrado de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

La investigación busca identificar y realizar un análisis de los impactos ambientales producidos por la actividad minera en la gestión de concesiones mineras del distrito de camanti, donde se desarrollan actividades de extracción de oro por mineros informales. La investigación es de tipo normativa ambiental y se ha analizado diversas cuencas hidrográficas, donde se utiliza maquinaria pesada. En particular, se utiliza el método de listas de chequeo, el método de criterios relevantes integrados (CRI) y la identificación rápida de los impactos ambientales (RIAM). Encuentran 14 componentes ambientales susceptibles de ser impactados y 10 actividades mineras que pueden generar impactos, por lo que se concluye que los impactos ambientales en las concesiones mineras del distrito de Camanti es 78.57% de impactos negativos y 21.43% de impactos positivos.

- **Antecedente:** (Laguna & Paredes, 2014) Responsabilidad Social de la minería formal e impactos ambientales en el ecosistema y la salud de la población. Tesis de pregrado de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Los investigadores buscan identificar el efecto de la responsabilidad social de la minería formal en el medio ambiente y la salud de la población. Mencionan que las actividades extractivas en el Perú han enfrentado conflictos de diversa magnitud con las comunidades locales en los últimos años. Lo que ha causado una oposición radical de comunidades en el Cusco para el desarrollo de actividades mineras, finalmente terminando en pérdidas de vidas humanas o destrucción de la propiedad

La investigación realiza una encuesta en comunidades para identificar si las empresas mineras cumplen con las regulaciones en relación a la responsabilidad social empresarial,





enfocándose en la empresa minera formal Xstrata. Encuentran que esta empresa no cumple con la responsabilidad social ya que no toma en cuenta los estándares de calidad ambiental. Asimismo, encuentra que la explotación de minerales por la empresa ha generado alteraciones al aire, incrementado la cantidad de Arsenico, Cadmio, Plomo y Mercurio. Asimismo, los pobladores enfrentan enfermedades respiratorias, estomacales, cancerígenas, entre otras a causa de la contaminación del aire causada por la empresa.

## 2.2 Bases legales

- Decreto Ley N° 25962, se aprueba la Ley Orgánica del Sector Energía y Minas, determinándose que corresponde al Ministerio de Energía y Minas formular las políticas de alcance nacional en materia de minería, supervisando y evaluando su cumplimiento.
- Decreto Supremo N° 020-2008-EM se aprobó el Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera, que estableció las disposiciones y procedimientos específicos de protección ambiental para el desarrollo de actividades de exploración minera.
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, se creó un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.
- Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, se aprobó el Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de



políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental – SEIA.

- Decreto Supremo N° 040-2014-EM, se aprobó el Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, que tiene por finalidad asegurar que las actividades mineras en el territorio nacional se realicen salvaguardando el derecho constitucional a disfrutar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida, en el marco de la libre iniciativa privada y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Ley N° 30230 promulgada el 11 de julio de 2014. Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país. la Ley 30230 estableció un régimen especial para que el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) privilegiara acciones orientadas a la corrección de la conducta infractora y limitara su capacidad de imponer sanciones por los incumplimientos detectados.

## **2.3 Bases Teóricas**

A continuación se presentan las bases teóricas de la investigación, de las cuales las más relevantes para identificar el efecto de la desregulación ambiental es la teoría de la regulación ambiental de (Gray, 2012) y las externalidades bajo el monopolio de (Barnett, 1980).

### **2.3.1 Programas de control de polución (Montgomery, 1972)**

Montgomery estudia programas de control de polución (licencias) que se pueden establecer sobre entidades que generan contaminación ambiental. Menciona que muchas formas de contaminación son perfectos sustitutos entre sí. Las emisiones de óxido de azufre se compensan en las preferencias de cualquier paciente con las emisiones de óxido de azufre



de alguna otra central eléctrica a un ritmo constante. Este hecho conduce a la posibilidad de establecer mercados de derechos (o “licencias”) que congregarán a muchos compradores y vendedores..

Se discuten dos tipos de licencia: una "licencia de contaminación" y una "licencia de emisión". La licencia de emisión confiere directamente el derecho a emitir contaminantes hasta una determinada tasa. La licencia de contaminación confiere el derecho a emitir contaminantes a una tasa que no causará más que un aumento específico en el nivel de contaminación en un punto determinado. Dado que un contaminador en general afectará la calidad del aire o del agua en varios puntos como resultado de sus emisiones, se le pedirá que posea una cartera de licencias que cubra todos los puntos de monitoreo relevantes. Todas estas licencias son transferibles de forma gratuita. Una tesis principal es que el mercado de licencias de contaminación será más aplicable que el mercado de licencias de emisión.

Montgomery (1972) demuestra que una asignación eficiente de unidades de contaminación en estas circunstancias podría teóricamente ser proporcionada por una estrategia de política única basada en “permisos ambientales negociables”, que considera no solo las emisiones sino también el daño producido por cada unidad de polución. Estos sistemas de permisos requieren que los responsables de la formulación de políticas especifiquen un vector de coeficientes de transferencia para cada emisor, vinculando las emisiones de cada fuente con las concentraciones en cada uno de los puntos receptores predefinidos. Un emisor debe adquirir permisos de contaminación separados para cada receptor afectado por sus emisiones.

### **2.3.2 Impuestos a la contaminación y estructura de mercado (Lee, 1975)**

Lee analiza el desempeño de un impuesto uniforme a la contaminación para lograr un nivel dado de reducción de la contaminación al menor costo. La teoría menciona que se acepta comúnmente los impuestos como superiores a la regulación directa para lograr la



eficiencia económica en el control de la contaminación. Sugiere incluir un impuesto a la contaminación, sobre el contenido de carbono de los combustibles fósiles, medido en dólares por tonelada de carbono contenida en el combustible o por tonelada de dióxido de carbono emitido.

Se menciona que existen problemas teóricos y prácticos asociados con una política de impuestos a la contaminación; Hay muchos. En su mayor parte, estos problemas se han identificado y discutido a fondo. Se ha demostrado que imponer un impuesto a una parte contaminante conducirá a una solución subóptima cuando tenga lugar la negociación entre las partes contaminantes y dañadas. También se ha discutido la imposibilidad de determinar qué impuesto conduciría a una solución eficiente cuando los daños son recíprocos. Si bien es fácil determinar conceptualmente el patrón de impuestos que minimiza el costo social de una determinada cantidad de reducción de la contaminación, las dificultades prácticas involucradas para tomar esta determinación son enormes. La información detallada sobre la curva de demanda de cada empresa y su tecnología productiva sería esencial para la determinación. Pero no debe pasarse por alto que diseñar la estructura óptima del impuesto a la contaminación en un entorno competitivo también es una tarea formidable. En comparación, la información adicional requerida cuando se trata de una estructura de competencia imperfecta es pequeña. Se muestra que la estructura del mercado es una consideración importante en este desempeño y que, en general, la reducción del costo mínimo no resultará de un impuesto a la contaminación aplicado uniformemente. Se desarrolla y discute el patrón de impuestos a la contaminación que logrará la reducción del menor costo cuando existan diferentes grados de poder de mercado entre los contaminadores.

### **2.3.3 Contaminación Transfronteriza y convenios ambientales (Barrett, 1994)**

La teoría de Barrett sobre la reducción de la contaminación transfronteriza muestra que si los signatarios de un acuerdo ambiental internacional actúan de la manera de



Stackelberg, entonces, dependiendo de los valores de los parámetros, una IEA (Convenio Ambiental) autoaplicable puede tener cualquier número de signatarios entre dos y el gran número de signatarios. Barrett obtiene este resultado mediante simulaciones numéricas y también ignorando el hecho de que las emisiones deben ser no negativas. Los intentos recientes de utilizar enfoques analíticos y de reconocer explícitamente las limitaciones de no negatividad han sugerido que el número de signatarios de una IEA estable puede ser muy pequeño. La forma en que dichos artículos se han ocupado de las restricciones de no negatividad es restringir los valores de los parámetros para garantizar soluciones interiores para las emisiones. Argumentamos que un enfoque más apropiado es utilizar las condiciones de Kuhn-Tucker para derivar el equilibrio del juego de emisiones. Una vez hecho esto, mostramos, analíticamente, que se cumplen los resultados clave del artículo de Barrett. Finalmente, explicamos por qué su principal conclusión es correcta aunque su análisis puede implicar implícitamente emisiones negativas.

#### **2.3.4 El costo del cambio climático – Modelo DICE (Nordhaus, 1994)**

El modelo Dynamic Integrated Climate-Economy, denominado modelo DICE o modelo Dice, es un modelo de evaluación integrado neoclásico desarrollado por William Nordhaus que se integra en la economía neoclásica, el ciclo del carbono, la ciencia climática y los impactos estimados que permiten la ponderación de los costos estimados subjetivamente y los beneficios estimados subjetivamente de tomar medidas para frenar el cambio climático. De acuerdo con la formulación original de DICE, mantenerse por debajo de los 2 ° C según lo acordado en el acuerdo de París costaría más en inversiones de mitigación de lo que se ahorraría en daños por el cambio climático. Una función de daños actualizada revisó esta conclusión, mostrando que un calentamiento de alrededor de 2 ° C sería "óptimo", dependiendo de la sensibilidad climática a los gases de efecto invernadero.



El modelo DICE es un ejemplo de modelo neoclásico de energía, economía y medio ambiente. El supuesto central de este tipo de modelo es que las externalidades del mercado crean costos que no se capturan en el sistema de precios y que el gobierno debe intervenir para asegurar que estos costos se incluyan en el precio de oferta del bien que crea la externalidad. Se supone que la innovación es exógena; como tal, el modelo es un modelo anterior a la ITC (todavía no incluye el cambio tecnológico inducido). Una extensión del modelo (DICE-PACE) que incluye el cambio tecnológico inducido, tiene resultados muy diferentes: el camino óptimo sería invertir fuertemente desde el principio en tecnología de mitigación. A diferencia de los modelos de no equilibrio, se supone que la inversión en tecnología con bajas emisiones de carbono desplaza las inversiones en otras partes de la economía, lo que da lugar a una pérdida del PIB.

### **2.3.5 Teoría de la competencia imperfecta (Baumol, 1977)**

En primer lugar, un mecanismo de mercado eficiente implica ciertas reglas y regulaciones y asume que los derechos de propiedad individuales están establecidos, asignados y protegidos y que la libertad de contratar existe y se hace cumplir. No solo se reduce el costo de las transacciones de mercado por la ley de propiedad y de contratos, sino que también la protección de los derechos de propiedad y el cumplimiento del contrato se organizan de manera más eficiente de manera colectiva que individual.

Sin embargo, la libertad de contratar también puede utilizarse para lograr la cooperación entre partes que se oponen a un funcionamiento eficiente del mercado. Los acuerdos entre productores para mantener los precios altos y las cantidades suministradas artificialmente bajas darán lugar a que los precios se desvíen de los costos marginales. Una posición dominante de una o pocas empresas también da lugar a precios que se apartan de los costos marginales.



La legislación antimonopolio tiene por objeto mantener el funcionamiento eficiente del mercado mediante el control de las fusiones y la prohibición de acuerdos o comportamientos anticompetitivos. Más importante para esta revisión, son las características especiales de ciertos productos y procesos de producción en sectores como el sector energético, telecomunicaciones, transporte, servicios postales y agua. Gran parte de la denominada regulación económica se relaciona con estos sectores. Para explicar algunas de las fallas del mercado en estos campos, haré uso del diagrama a continuación donde se representa una situación de mercado simplificada de una empresa típica de un solo producto en dicho sector.

El diagrama 6 muestra la curva de costo promedio decreciente AC de una empresa típica y la curva de demanda del mercado D. Se supone que los costos marginales son constantes e iguales a  $P_{mc}$ . La curva de demanda del mercado D o ingreso promedio (AR) se cruza con la parte decreciente de la curva de costo promedio de la empresa, lo que implica que el costo promedio se minimiza si la producción se concentra en una empresa. Si varias empresas con la misma tecnología de producción producen la misma cantidad total, los costos unitarios de producción aumentan. Por esta razón, esta situación se denomina monopolio natural.

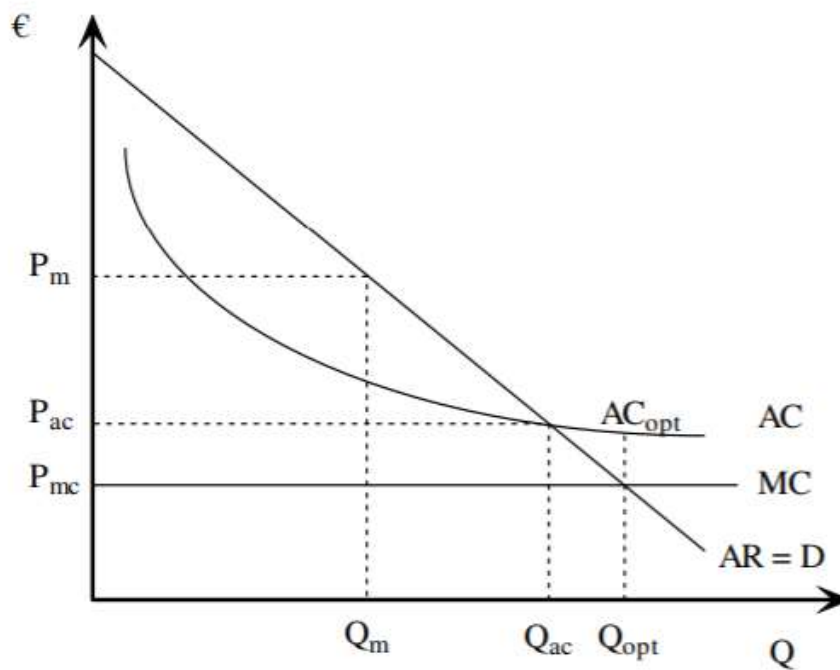


FIGURA 3. Monopolio Natural

Notas: Tomado de (den Hertog, 2010)

Un ejemplo de cómo surge tal situación es cuando el proceso de producción requiere una gran cantidad de capital hundido para la instalación de una red de distribución. Puede pensar en una red de tuberías, alambres, cables o vías férreas para suministrar gas, electricidad, telecomunicaciones, señales de televisión o servicios de transporte, respectivamente. En esos casos, el costo por servicio (costos promedio) continúa disminuyendo a medida que aumenta la producción de bienes y servicios. En un mercado sin restricciones aparecerán varias fallas. En primer lugar, una empresa que esté contemplando ingresar al mercado se dará cuenta de que la entrada provocará una competencia de precios por parte de la empresa predominante, lo que llevará los precios a costos marginales. Si ese es el caso, los costos irreversibles necesarios para establecer la producción no se pueden recuperar y la empresa decidirá no participar. Si la empresa piensa que es más eficiente que la empresa establecida, surgirán las llamadas "guerras de desgaste", que llevarán a la quiebra y al desperdicio de recursos escasos. En segundo lugar, si la





empresa establecida es de hecho un monopolista natural, maximizará las ganancias al igualar los costos marginales y los ingresos marginales ( $P_m$  en el diagrama).

### **2.3.6 Teoría de la regulación ambiental (Gray, 2012)**

Las regulaciones ambientales elevan los costos de producción en las empresas reguladas, aunque en la mayoría de los casos los costos son solo una pequeña fracción de los costos totales de una empresa. La productividad tiende a caer y las empresas pueden trasladar nuevas inversiones y producción a lugares con una regulación menos estricta. Sin embargo, las regulaciones ambientales han tenido enormes beneficios en términos de vidas salvadas y enfermedades evitadas, especialmente a través de la reducción de partículas en el aire. Los beneficios potenciales para la salud pueden ser aún mayores en los países en desarrollo, donde los niveles de contaminación son altos. Por lo tanto, los beneficios para la sociedad de la regulación ambiental parecen ser mucho mayores que los costos de cumplimiento.

Las regulaciones ambientales imponen costos a las plantas de fabricación. Estos costos pueden observarse en una menor productividad, y el tamaño de las reducciones de productividad ayuda a medir los costos de regulación para las plantas, incluso sin información de encuestas sobre costos específicos de reducción. Los costos de la regulación también se pueden observar en la forma en que las empresas responden a esos costos: tener más probabilidades de abrir nuevas plantas en jurisdicciones con regulaciones menos estrictas, invertir menos en plantas donde las regulaciones son más estrictas y elegir tecnologías de producción basadas en la rigurosidad regulatoria local.

### **2.3.7 La formulación de externalidad de Buchanan (Buchanan & Stubblebine, 1962)**

Buchanan y Stubblebine desarrollan la primera definición matemáticamente rigurosa y operativa del término externalidad. Su desarrollo conceptual del término resaltó varios matices a la definición estándar y les permitió distinguir entre externalidades marginales e inframarginales, externalidades potencialmente relevantes e irrelevantes y, finalmente,



externalidades Pareto-relevantes y Pareto-irrelevantes. Los autores señalan que, dado que las externalidades pecuniarias se consideran neutrales al bienestar, su análisis solo se aplica a las externalidades tecnológicas, o aquellas que poseen efectos distorsionadores del bienestar. El trabajo de Buchanan y Stubblebine ayudó a operacionalizar mejor los desarrollos teóricos a principios del siglo XX, allanando el camino para el desarrollo de la economía ambiental, entre otras disciplinas económicas.

Finalmente, los autores señalan que su trabajo para distinguir entre tipos de externalidades tiene implicaciones políticas significativas, ya que algunas (des) economías externas marginales pueden ser óptimas de Pareto. Es decir, no siempre hay un caso de intervención cuando existe una externalidad. Los autores también hacen la conexión con la comprensión tradicional de Pigoviana de las externalidades, en el sentido de que existe una divergencia entre los costos marginales privados y sociales, lo que sugiere que existe una externalidad marginal. Una vez más, el hecho de que exista esta externalidad marginal no significa necesariamente que sea necesario tomar medidas para cerrar esta brecha, ya que esa divergencia puede resultar óptima en el sentido de Pareto.

### **2.3.8 Las externalidades bajo el monopolio (Barnett, 1980)**

La teoría de Barnett, contrariamente a la posición de Ronald Coase, James Buchanan y W. Craig Stubblebine, entre otros, indica que los impuestos unilaterales son apropiados para el control de las externalidades públicas. Sin embargo, estos esfuerzos no logran abordar adecuadamente una complicación analítica que surge con el enfoque pigouviano. En particular, no abordan adecuadamente el problema de las externalidades impositivas cuando las que pagan impuestos son empresas imperfectamente competitivas. El propósito de su teoría es ampliar aún más el trabajo de Buchanan y corregir un error cometido por Baumol y Oates.



En la búsqueda de controles eficientes para las externalidades, los economistas, en general, han apoyado los impuestos sobre las regulaciones administrativas. Las razones de esta elección son bien conocidas y están sólidamente basadas en la teoría económica. Sin embargo, en nuestro entusiasmo por las soluciones similares al mercado, hemos sido negligentes al no resolver las complejidades de una fiscalidad óptima. La teoría considera que los factores que complican la derivación de impuestos óptimos para el control de las externalidades son las siguientes: (i) cuando los contaminadores son imperfectamente competitivos, las tasas impositivas óptimas de segundo nivel pueden ser menores que el daño marginal de los efluentes; y (ii) la cantidad por la cual las tasas impositivas óptimas no alcanzan los daños marginales puede aumentar a medida que disminuye la elasticidad precio de la demanda de los productos que contamina.

#### **2.4 Marco Conceptual**

- **Producción minera:** Es la extracción y transporte de mineral desde los pozos hasta la trituradora primaria o las existencias después de la fecha de inicio de la explotación minera de producción, la alimentación de mineral a la trituradora primaria, la eliminación de la sobrecarga y la eliminación de residuos de los pozos según sea necesario. -manipulación y mantenimiento de Arsenales, y todas las demás actividades que realizará el Contratista en relación con las operaciones de producción minera en la Mina, y "Fase de Producción Minera" significa el período de tiempo durante el cual el Contratista llevará a cabo la Producción Minera. (Law Insider, 2020)
- **Regulación ambiental:** Las regulaciones ambientales intentan proteger la salud pública y el medio ambiente de la contaminación de la industria. Regulaciones ambientales significa cualquier ley, estatuto, código, ordenanza, regulación, requisito o regla federal, estatal o local relacionado con contaminantes peligrosos,



tóxicos o peligrosos, sustancias peligrosas o desechos químicos, materiales o sustancias. (Law Insider, 2020)

- Teoría de la regulación: teoría de la regulación económica son para explicar quién recibirá el beneficios o cargas de la regulación, qué forma tomará la regulación, y los efectos de la regulación sobre la asignación de recursos. La regulación puede ser buscada activamente por una industria, o puede ser impuesta. (Qian, Wang, Wang, & Chen, 2019)
- Maldición de recursos: La maldición de los recursos, también conocida como la paradoja de la abundancia, se refiere a la paradoja de que países y regiones con una abundancia de recursos naturales, especialmente de fuentes puntuales de recursos no renovables, como minerales y combustibles, tienden a tener un menor crecimiento económico (Qian, Wang, Wang, & Chen, 2019)
- Economía del ambiente: La economía ambiental es un área de la economía que estudia el impacto financiero de las políticas ambientales. Este campo de la economía ayuda a los usuarios a diseñar políticas ambientales adecuadas y analizar los efectos y méritos de las políticas existentes o propuestas. (Dery, Gruber, Idemudia, & Kayira, 2019)

## **2.5 Formulación de Hipótesis**

### **2.5.1 Hipótesis General**

El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019.

### **2.5.2 Hipótesis Específicas**

- El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019.



- El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019.
- El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019.

## 2.6 Variables

### 2.6.1 Variables de investigación

Las variables de la presente investigación son las siguientes:

#### **Variable dependiente**

- Producción minera: Es la extracción y transporte de mineral desde los pozos hasta la trituradora primaria o las existencias después de la fecha de inicio de la explotación minera de producción, la alimentación de mineral a la trituradora primaria, la eliminación de la sobrecarga y la eliminación de residuos de los pozos según sea necesario.

#### **Variable Independiente:**

- Regulación ambiental: Las regulaciones ambientales intentan proteger la salud pública y el medio ambiente de la contaminación de la industria.



## 2.6.2 Operacionalización de variables

TABLA 1 — Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Tipo de variable	Indicador	Fuente
<b>Variable Dependiente:</b>  Producción minera	Es la extracción y transporte de mineral desde los pozos hasta la trituradora primaria o las existencias después de la fecha de inicio de la explotación minera de producción, la alimentación de mineral a la trituradora primaria, la eliminación de la sobrecarga y la eliminación de residuos de los pozos según sea necesario. (Law Insider, 2020)	Económica	Cuantitativa continua	- Producción anual de Plata (kg.f) de la mina $i$ en el año $t$ - Producción anual de Cobre (TMF) de la mina $i$ en el año $t$ - Producción anual de Oro (Grs.f) de la mina $i$ en el año $t$	Reporte de producción minera del Ministerio de Energía y Minas
<b>Variable Independiente:</b>  Regulación ambiental	Las regulaciones ambientales intentan proteger la salud pública y el medio ambiente de la contaminación de la industria. (Law Insider, 2020)	Ambiental	Cuantitativa binaria (Períodos anteriores al 2014 son iguales a 0 y posteriores a 2014 son iguales a 1 t)	- Variable dummy que representa la promulgación de la Ley 30230  - Término de interacción entre la variable de tiempo y la promulgación de la Ley 30230	Ley N° 30230 - Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país.

Nota. Elaboración Propia



## Capítulo III Método de Investigación

### 3.1 Alcance de Investigación

La investigación tiene un alcance explicativo ya que busca explicar las causas que sustentan la relación entre la regulación ambiental y la producción minera utilizando un arco teórico que permita identificar factores clave en la determinación de la relación mencionada anteriormente. Asimismo, es de tipo descriptivo-correlacional. Se considera descriptivo porque se utilizan métodos cuantitativos para analizar el patrón y tendencias de las variables, análisis que se realizará en el diagnóstico de la región Cusco. Por otro lado, es correlacional porque realiza un análisis de la relación entre dos o más variables, en este caso, se busca analizar la relación entre la regulación ambiental y la producción minera en la región Cusco mediante un modelo de regresión lineal.

### 3.2 Diseño de la Investigación

La investigación sigue un diseño no experimental dado que no es posible manipular las dos variables de interés por los investigadores. La regulación ambiental es generalmente una política nacional que depende de factores políticos, asimismo, la producción minera depende netamente de la maximización de utilidades de las empresas mineras. Del mismo modo, tiene un enfoque cuantitativo dado que los análisis descriptivos y correlacionales que se pretenden realizar requieren de datos numéricos

### 3.3 Población

La población está compuesta por todas aquellas minas formales que operan en la región Cusco, que al año 2019, corresponden a 4 empresas mineras grandes-medianas y 12 empresas mineras pequeñas según la información proporcionada en la base de datos del (MINEM, 2020).



### 3.4 Muestra

El estudio emplea información censal del Ministerio de Economía y Finanzas, que corresponde a un total de 16 empresas mineras que extraen cobre, plata y oro, que se encuentran en el régimen general, o el régimen de pequeño productor minero, que tengan un proceso de Lixiviación, Gravimetría o Flotación y que se encuentren en la etapa de Concentración. La lista de empresas mineras se puede observar en la tabla 2.

TABLA 2 — Empresas mineras de la muestra

Mineral	Empresa	Provincia	Distrito
Cobre	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	Espinar	Espinar
Cobre	HUDBAY PERU S.A.C.	Chumbivilcas	Livitaca
Plata	ANABI S.A.C.	Chumbivilcas	Quiñota
Plata	BREXIA GOLDPLATA PERU S.A.C.	Espinar	Suyckutambo
Plata	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	Espinar	Espinar
Plata	HUDBAY PERU S.A.C.	Chumbivilcas	Livitaca
Plata	SOCIEDAD MINERA ANDERREAL S.A.C.	Canas	Layo
Oro	ANABI S.A.C.	Chumbivilcas	Quiñota
Oro	BACA CASAS VIOLETA	Quispicanchi	Camanti
Oro	BREXIA GOLDPLATA PERU S.A.C.	Espinar	Suyckutambo
Oro	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	Espinar	Espinar
Oro	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	Espinar	Espinar
Oro	GARMAY S.A.C.	Quispicanchi	Camanti
Oro	HUANCA HUANCA LUIS	Quispicanchi	Camanti
Oro	HUDBAY PERU S.A.C.	Chumbivilcas	Livitaca
Oro	PUYANI E.I.R.L.	Quispicanchi	Camanti
Oro	QUISPE CHOQUE DEMICIA	Quispicanchi	Camanti
Oro	SOCIEDAD MINERA ANDERREAL S.A.C.	Canas	Layo

*Nota.* Obtenido del Ministerio de Energía y Minas

### 3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1 Técnicas

La principal técnica de investigación corresponde a la revisión de bases de datos disponibles en la web para el recojo de la información del Ministerio de Energía y Minas.

#### 3.5.2 Instrumentos

El instrumento de investigación utilizado es la extracción de datos web. En particular, se extraen los datos de la producción minera para el período de estudio de la sección estadística de la página web del Ministerio de Energía y Minas.





### **3.6 Validez y confiabilidad de instrumentos**

El instrumento es confiable ya que la información extraída es de tipo administrativa, es decir, refleja datos gubernamentales y censales de la producción minera en la región Cusco.

### **3.7 Plan de análisis de datos**

Los datos se procesan utilizando el software estadístico Stata 16, que permite realizar el análisis de regresión lineal y elaborar tablas y gráficos para el diagnóstico de la región Cusco.



## Capítulo IV: Diagnóstico internacional y de la región Cusco

En este capítulo se realiza un diagnóstico de los precios internacionales de los metales, indicadores del desarrollo del Banco Mundial para el Perú y la Región Cusco, así como la regulación ambiental en sitios mineros.

### 4.1 Producción de metales en la región Cusco

La región del Cusco se caracteriza por su producción en cobre, oro y plata. Los tres metales representan más de dos tercios de la producción total. La figura 6 presenta la evolución de la producción anual de cobre. Se puede apreciar que la producción se ha incrementado de forma importante. En particular desde el 2014, donde pasó de 150,000 toneladas métricas a casi 300,000 toneladas métricas, sugiriendo una recuperación en la producción anual de la región Cusco.

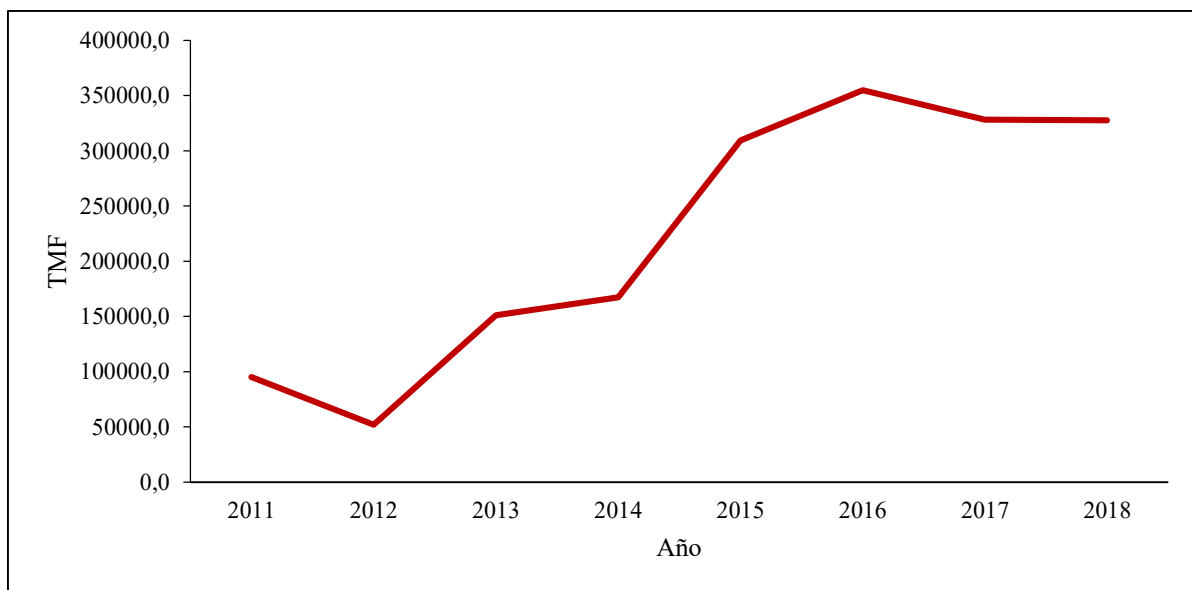


FIGURA 4. Producción anual de cobre, 2011-2019 (TMF).

*Nota.* TMF: Toneladas Métricas Finas, Grs.f: Gramos Finos, Kg.f: Kilogramos Finos. Obtenido de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

Por otro lado, se puede apreciar una tendencia constante para la producción anual de oro, que ha pasado de 3,000,000 de gramos finos a solo 3,250,000 gr.f entre el 2011 y el 2016: sin embargo, se puede apreciar un incremento significativo en el precio de la producción de oro.

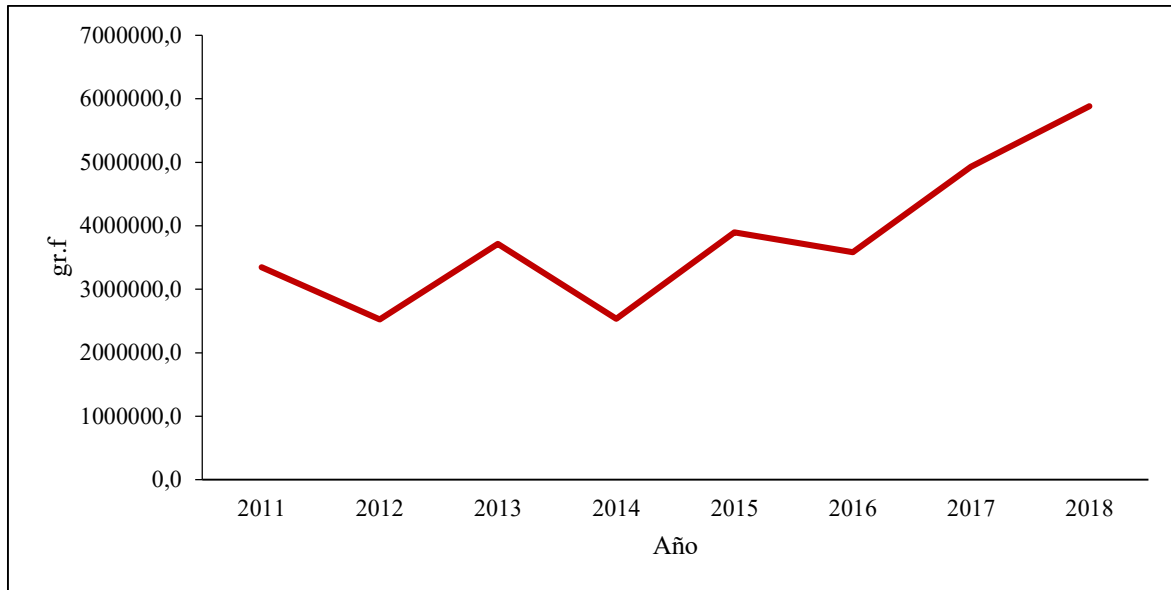


FIGURA 5. Producción anual de oro, 2011-2019 (gr.f).

*Nota.* TMF: Toneladas Métricas Finas, Grs.f: Gramos Finos, Kg.f: Kilogramos Finos. Obtenido de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

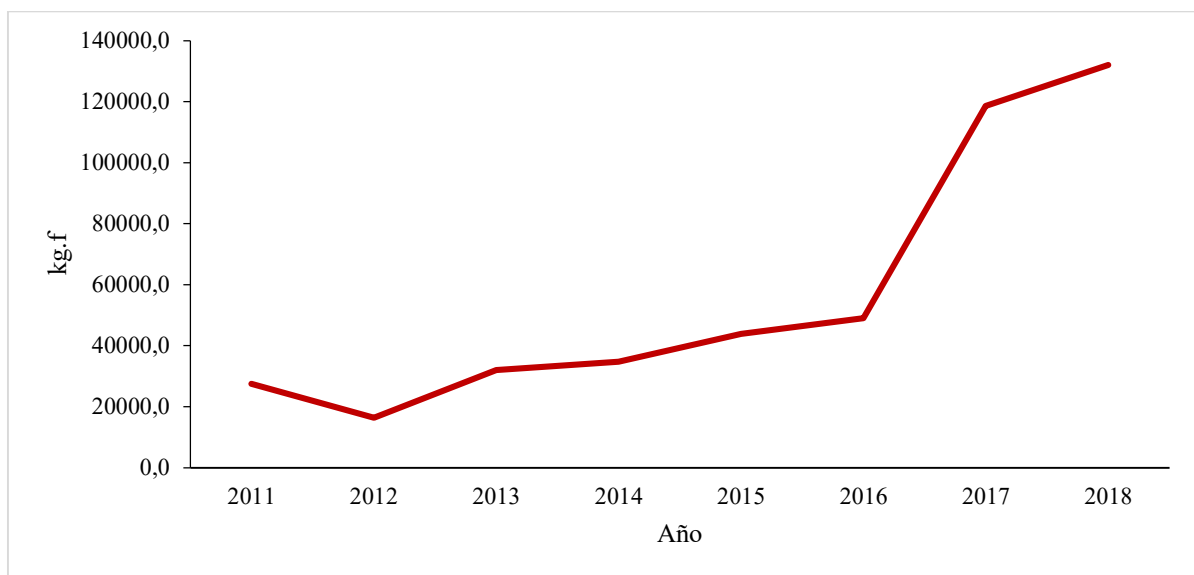


FIGURA 6. Producción anual de plata, 2011-2019 (kg.f).

*Nota.* TMF: Toneladas Métricas Finas, Grs.f: Gramos Finos, Kg.f: Kilogramos Finos. Obtenido de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

La figura 8 muestra que la producción anual de plata ha seguido una tendencia similar a la producción del Oro, sin embargo, se aprecia que hay un incremento importante en la producción desde el año 2016, año en el que se incrementa la producción de 40,000 kg.f a casi 120,000kg.f representando un incremento de 200%.



#### 4.2 Precios internacionales

Los datos de precios internacionales se obtienen del reporte de mercados de commodities del Banco Mundial, cabe indicar que los precios internacionales están expresados en términos reales para asegurar un adecuado seguimiento de su evolución a lo largo del período de estudio.

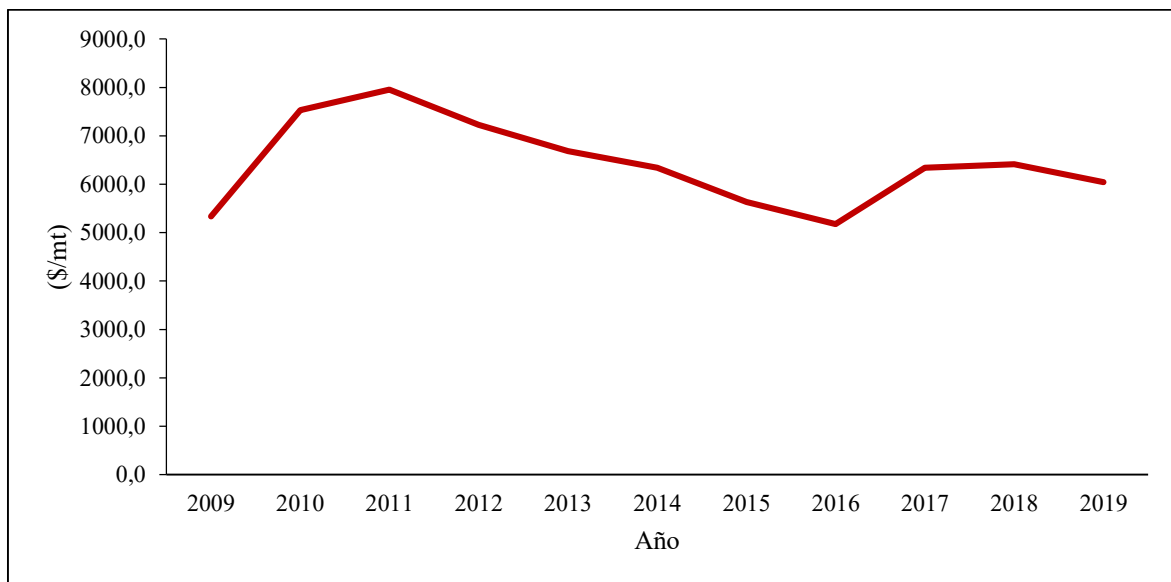


FIGURA 7. Evolución del precio internacional del cobre (\$/mt).

*Nota.* \$/mt representa Dolar por tonelada métrica. Elaborado con información del reporte de mercados de commodities del Banco Mundial

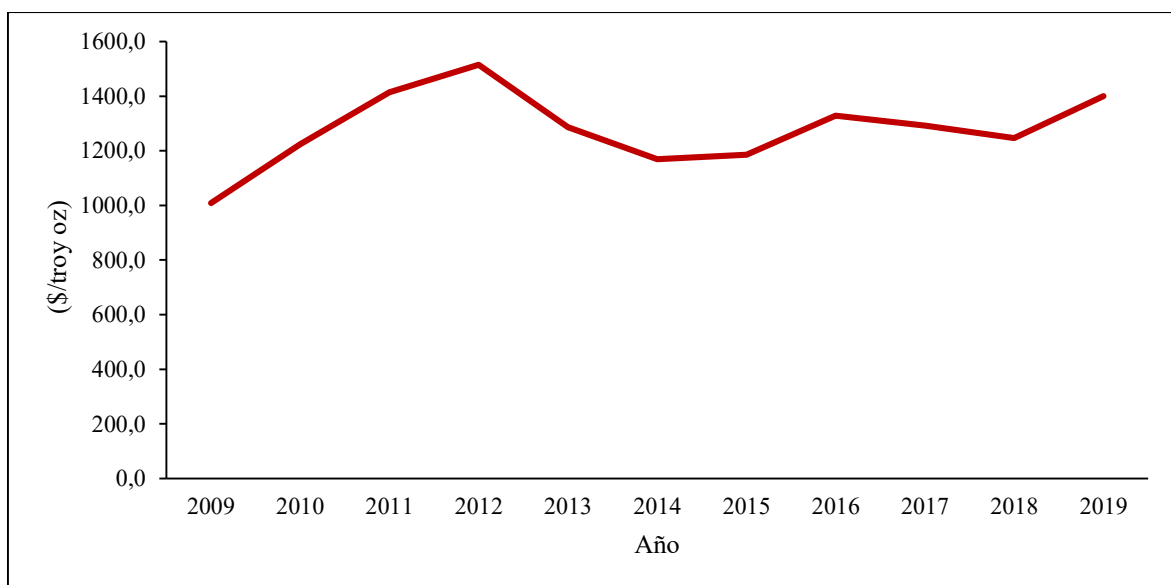


FIGURA 8. Evolución del precio internacional del oro (\$/troy oz).

*Nota.* \$/troy oz representa Dolar por onza troy. Elaborado con información del reporte de mercados de commodities del Banco Mundial



Se puede apreciar en las figura 9 y 10 que la evolución de los precios internacionales de cobre y oro son relativamente similares. En particular, se aprecia que hubo un surgimiento en el precio internacional en los años 2011 y 2012 (en comparación con el 2009); sin embargo, desde el período 2013 en adelante, los precios se han mantenido estables: sin ningún cambio importante en los precios de onza troy o de tonelada métrica respectivamente. También se puede apreciar una evolución similar en el precio internacional de la plata, sin embargo, su precio ha disminuido considerablemente desde el año 2012 en adelante, encontrándose en 15 dólares por onza troy al año 2019.

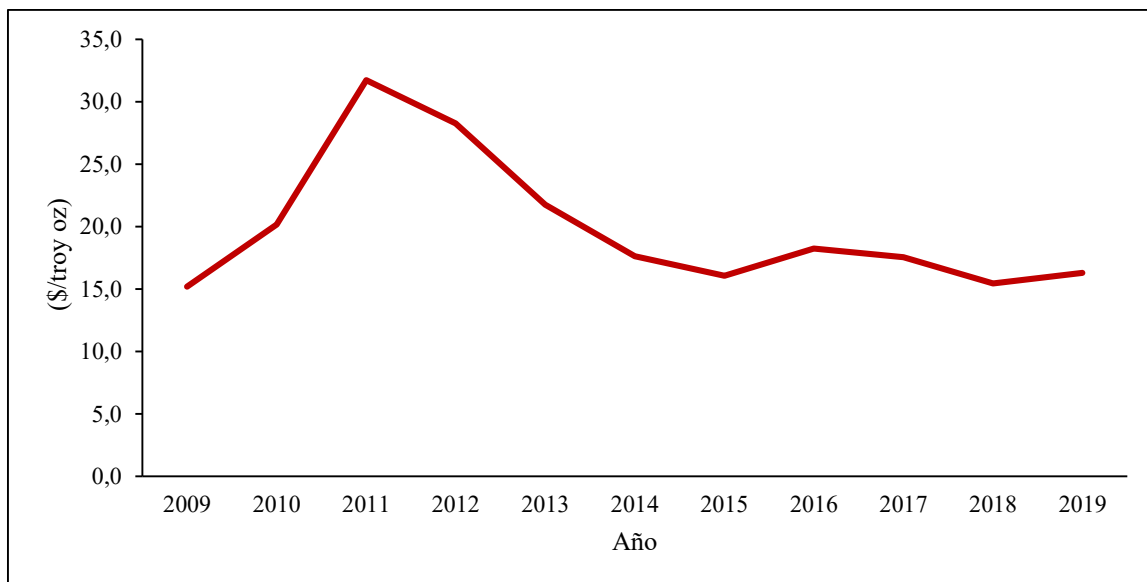


FIGURA 9. Evolución del precio internacional de la plata (\$/toy oz).

*Nota.* \$/troy oz representa Dolar por onza troy. Elaborado con información del reporte de mercados de commodities del Banco Mundial

### 4.3 Indicadores de minería

En esta sección se presentan algunos indicadores importantes de la Minería según el reporte de indicadores de desarrollo del Banco Mundial. Se puede apreciar en la figura 12 que la facilidad de hacer negocios en el país se ha incrementado de forma lineal durante el período de estudio. En particular, se aprecia que el Perú ha subido de 67 puntos a 69 puntos en un período de cuatro años. Asimismo, se aprecia que la renta de minerales ha disminuido desde



el año 2011, debido al fin del superciclo de commodities. Desde el 2017, la renta de minerales se ha estabilizado.

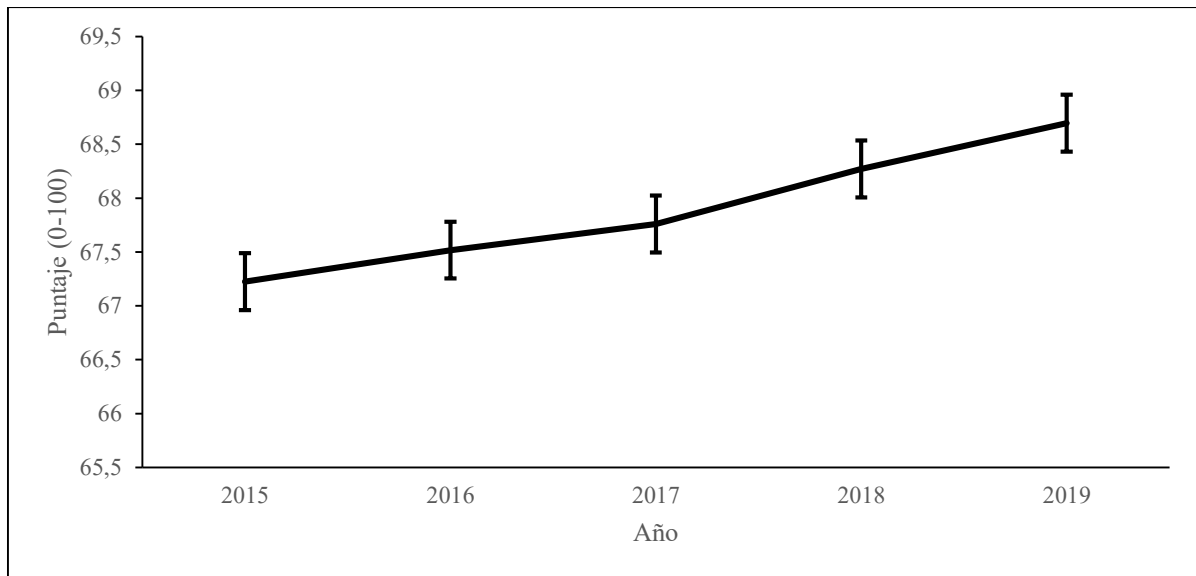


FIGURA 10. Facilidad de hacer negocios en el país, 2015-2019.

*Nota.* Puntaje de 0 a 100, más es mejor. Elaborado con información del reporte de indicadores de desarrollo del Banco Mundial

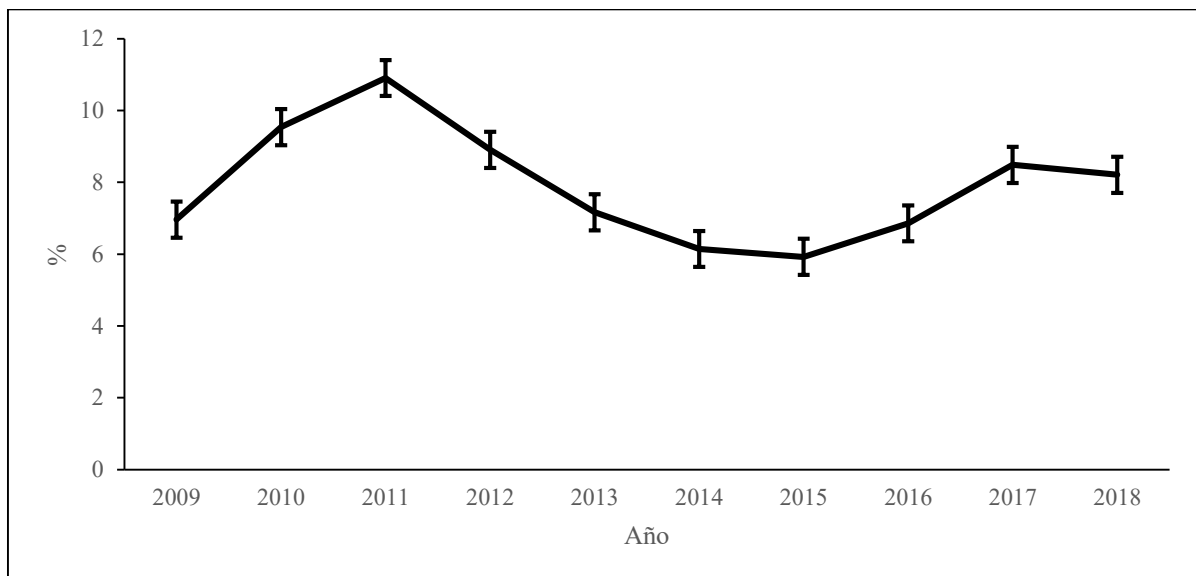


FIGURA 11. Renta de minerales (% del PBI).

*Nota.* Elaborado con información del reporte de indicadores de desarrollo del Banco Mundial

La figura 14 muestra el índice de volumen de exportación, tomando como año base el año 2000. Se aprecia que el volumen de exportación ha crecido considerablemente desde el

año 2014, año en el que se incrementó de un valor de 150 en el índice a 200, sugiriendo buenas expectativas de exportación para el Perú.

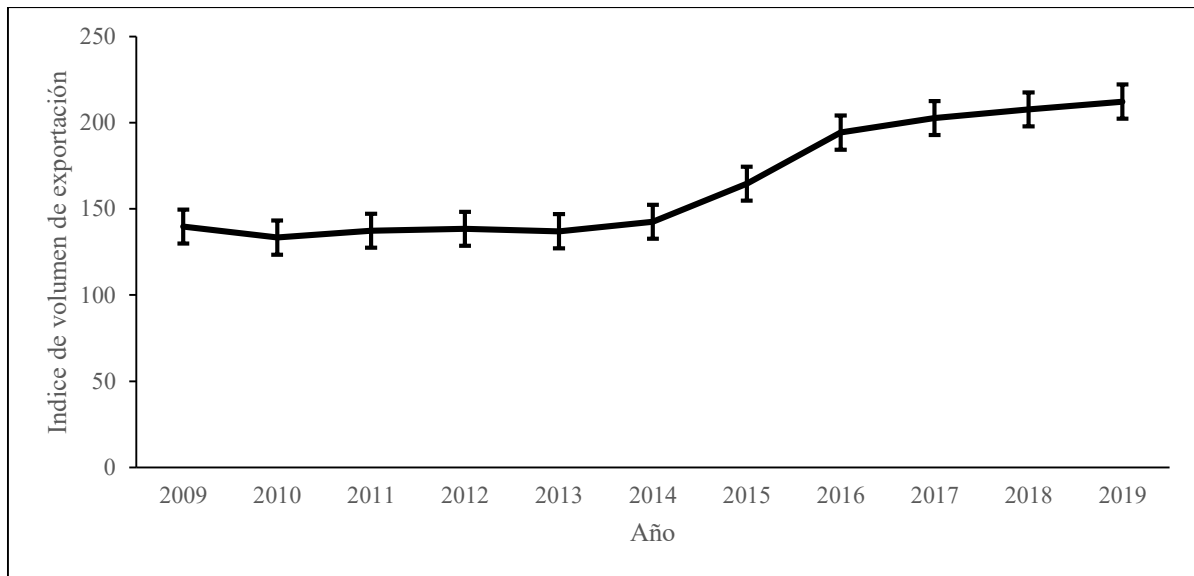


FIGURA 12. Índice de volumen de exportación (100 = 2000).

*Nota.* Elaborado con información del reporte de indicadores de desarrollo del Banco Mundial

La figura 15 presenta las exportaciones de minerales y metales como porcentaje de las exportaciones de mercancías, se aprecia que este se ha quedado relativamente estable en un rango de 35% a 45% del total de exportaciones de mercancías.

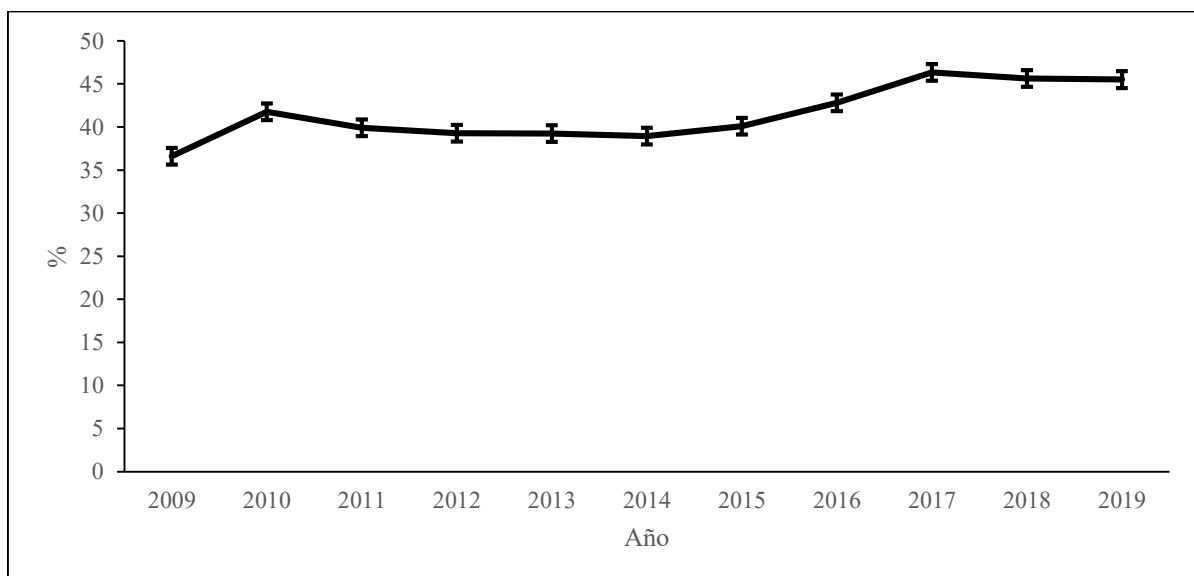


FIGURA 13. Exportaciones de minerales y metales (% de las exportaciones de mercancías)

*Nota.* Elaborado con información del reporte de indicadores de desarrollo del Banco Mundial



#### 4.4 Recursos naturales

Esta sección presenta resultados de los recursos naturales. La figura 16 presenta el agotamiento de minerales como porcentaje del PBI. Se aprecia que ha habido un agotamiento importante en los minerales, esta cifra se encuentra entre 4% y 7%, y fue mayor durante el auge del superciclo de commodities. Desde entonces se ha reducido en dos o tres puntos porcentuales.

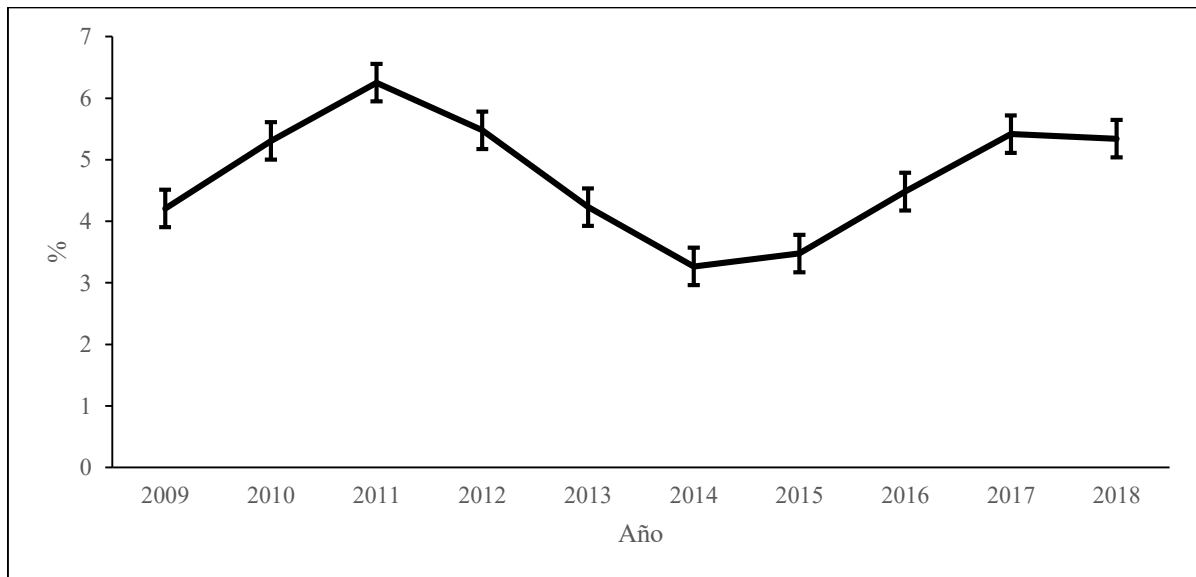


FIGURA 14. Ahorros ajustados: agotamiento de minerales (% del INB)

*Nota.* Elaborado con información del reporte de indicadores de desarrollo del Banco Mundial

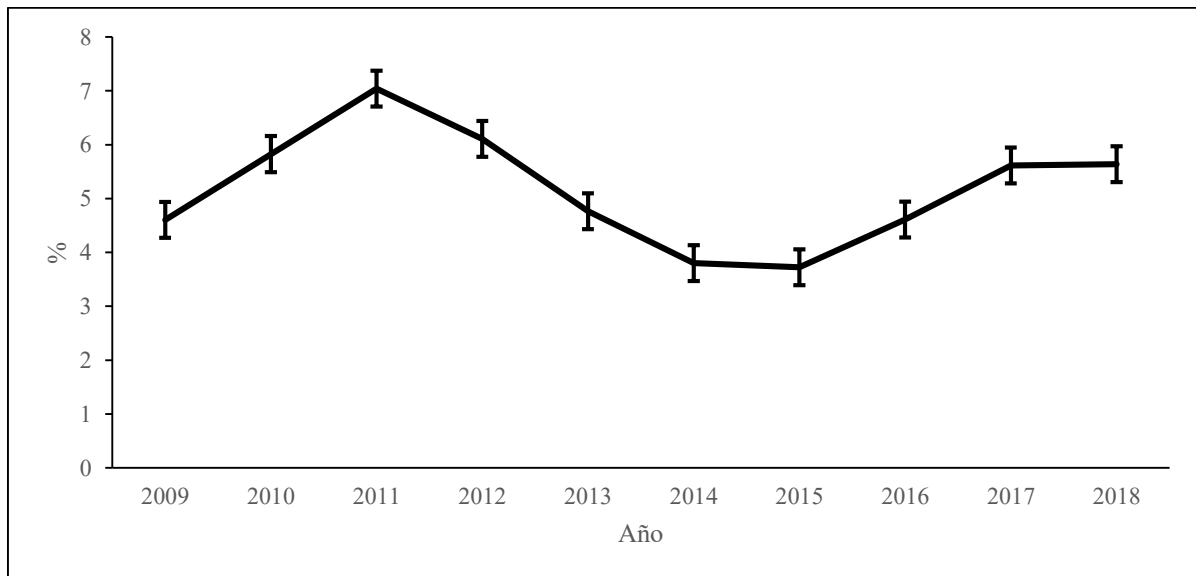


FIGURA 15. Ahorros ajustados: agotamiento de recursos naturales (% del INB)

*Nota.* Elaborado con información del reporte de indicadores de desarrollo del Banco Mundial





La figura 17 presenta los ahorros ajustados para los recursos naturales en general. Se puede observar que, al igual que los minerales, hay una tendencia hacia la baja desde el año 2014, en general por el fin del superciclo de commodities.

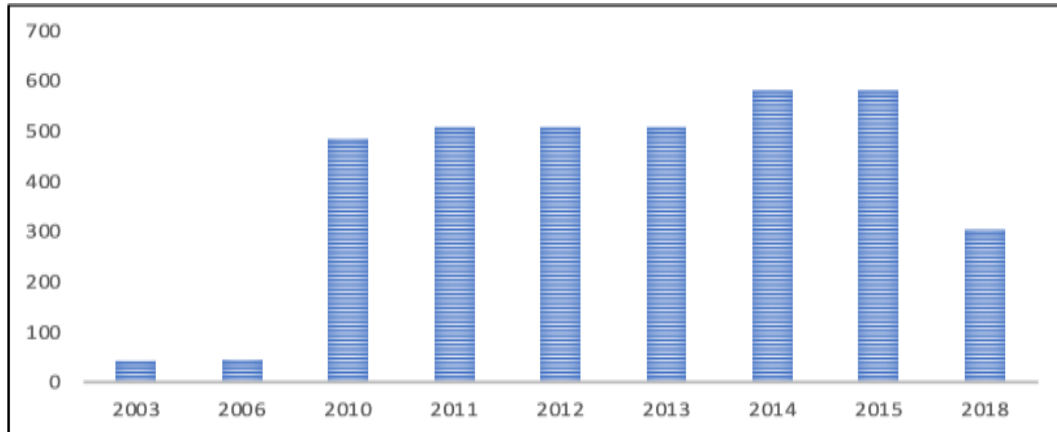


FIGURA 16. Cusco: Pasivos Ambientales Mineros, 2003,2006,2010-2015 y 2018

*Nota:* Obtenido de Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales: 2019 – Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2020)

Finalmente, se aprecia que los pasivos ambientales mineros se han ido incrementando de forma desproporcional al pasar de los años. El 2006 no llegaban a 100 en la región; sin embargo, para el año 2018, hay más de 500 pasivos ambientales, en parte por los nuevos proyectos mineros inaugurados en la última década en la región del Cusco.



## Capítulo V: Resultados de la investigación

En este capítulo se realiza el análisis de los resultados de la investigación. Primero se detallan los datos y la construcción de indicadores, luego se especifica el modelo y la estrategia de identificación, se realizan diagnósticos de regresión y se concluye con el análisis de regresión.

### 5.1 Data y estadísticos descriptivos

Identificar el efecto *causal* de la regulación ambiental en la dinámica de producción minera presenta dificultades cuando se emplea un diseño no experimental. Para empezar, los diseños no experimentales limitan al investigador a manipular directamente a la variable independiente. En un experimento ideal, se podría manipular directamente las normas de regulación ambiental para un conjunto de empresas, y comparar su trayectoria de producción con otro grupo de empresas no afectadas por la regulación ambiental. En la presente investigación se busca simular este experimento ideal empleando un cambio importante en la política ambiental el año 2014: El Paquetazo Ambiental<sup>3</sup>. El Paquetazo Ambiental le quito la facultad de sancionar con multas al Organismo de Fiscalización y Evaluación Ambiental (OEFA) y que quitó el presupuesto al establecer que todas las multas recaudadas pasen al tesoro público.

La promulgación de la Ley 30230 benefició de forma particular a las grandes empresas mineras, que ya no tenían incentivos para acatar con las normas del Comercio Internacional. Bajo este escenario, la producción de las Minas se incrementó desde el año 2015 a costa de la polución ambiental causada desde entonces. A pesar de los efectos negativos ambientales que pudo tener el paquetazo ambiental, la promulgación de la Ley nos proporciona un experimento natural que permite comparar la producción *antes* y *después* del año que fue aprobada. El

---

<sup>3</sup> La Ley N° 30230 promulgada el 11 de julio del 2014, establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país



estudio emplea esta variación en la política de regulación ambiental peruana para establecer el efecto causal de tener menor regulación.

Para este fin, se utilizan tres bases de datos: (1) El reporte de información estadística nacional del Ministerio de Energía y Minas, (2) Los indicadores de desarrollo del Banco Mundial y (3) El reporte de mercados de Commodities del Banco Mundial. La primera base de datos nos brinda información de la producción minera a nivel de empresas para el período 2009-2019. La segunda nos proporciona estadísticas acerca del porcentaje de metales exportados por Perú, el volumen de exportación y la renta de los minerales como porcentaje del PBI. Estos datos nos proporcionan suficiente información para estudiar el efecto de una menor regulación ambiental en la dinámica de producción minera regional.

La tabla 3 muestra los estadísticos descriptivos de los indicadores utilizados en la investigación. Se aprecia que el reporte de MINEM nos brinda información de la producción anual de Plata (kg.f), Cobre (TMF) y Oro (Grs.f), el reporte de mercados de commodities brinda información del precio internacional del cobre, oro y plata. Finalmente, los indicadores de desarrollo del Banco Mundial presentan información de las rentas de minerales como porcentaje del PBI, el índice de volumen de exportación y la contribución de las exportaciones de minerales y metales como porcentaje del total exportado.

TABLA 3 — Estadísticos descriptivos

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>Reporte MINEM</i>					
Producción anual de Plata (kg.f)	43	13606	23980	0.5	84906
Producción anual de Cobre (TMF)	27	77675	82740	0.5	221368
Producción anual de Oro (Grs.f)	65	563308	1131468	5.4	4330194
<i>Reporte de mercados de commodities</i>					
Precio internacional del cobre (\$/mt)	45	6469.7	730.6	5176.8	7953.6
Precio internacional del oro (\$/troy)	45	1309.5	113.9	1008.7	1515.3
Precio internacional de la plata (\$/troy)	45	20.1	5.4	15.2	31.7
<i>Indicadores de desarrollo Banco Mundial</i>					
Facilidad de hacer negocios en el país (0 - 100)	23	68.0	0.6	67.2	68.7
Rentas de minerales (% del PBI)	39	7.9	1.5	5.9	10.9
Índice de volumen de exportación (2000 = 100)	45	169.3	32.9	133.4	212.3
Exportaciones de minerales y metales (%)	45	41.9	3.1	36.6	46.3

Nota. TMF: Toneladas Métricas Finas, Grs.f: Gramos Finos, Kg.f: Kilogramos Finos. Obtenido de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)



## 5.2 Especificación del modelo

Para establecer el efecto de la regulación ambiental en la dinámica de producción minera, se plantea utilizar un modelo de *series de tiempo interrumpido*. El análisis de series de tiempo interrumpido (ITSA) es un diseño de estudio popular cuando no es factible realizar un experimento aleatorio. El diseño se denomina serie de tiempo interrumpido porque se espera que la intervención “interrumpa” el nivel y / o la tendencia de la variable de resultado —medida a intervalos iguales a lo largo del tiempo— después de su introducción. En el caso de la investigación, la promulgación de la Ley 30230 “interrumpe” la tendencia de producción de Plata, Cobre y Oro en Julio del 2014. Esperándose encontrar efectos diferenciados desde inicios del año 2015. El modelo de regresión es el siguiente:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 T_{it} + \beta_2 X_{it} + \beta_3 X_{it} T_{it} + \lambda_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

- $Y_{it}$  es la producción anual de Plata (kg.f), Cobre (TMF) y Oro (Grs.f).
- $T_{it}$  es el tiempo desde el inicio del estudio
- $X_{it}$  es una variable dummy que representa la promulgación de la Ley 30230. Períodos anteriores al 2014 son iguales a 0 y posteriores a 2014 son iguales a 1.
- $X_{it} T_{it}$  es un término de interacción entre la variable de tiempo y la promulgación de la Ley 30230.
- $\lambda_{it}$  es un vector de variables de control que incluye el Precio internacional del cobre (\$/mt), el Precio internacional del oro (\$/troy), el Precio internacional de la plata (\$/troy), las Rentas de minerales (% del PBI), el Índice de volumen de exportación (2000 = 100) y las Exportaciones de minerales y metales (%)
- $\varepsilon_{it}$  es el término de error idiosincrático del modelo.

En el caso de un estudio de la investigación,  $\beta_0$  representa la intersección o el nivel inicial de la producción.  $\beta_1$  es la pendiente o tendencia de la producción hasta la introducción



de la intervención (Ley 30230).  $\beta_2$  representa el cambio en el nivel de la producción que se produce en el período inmediatamente posterior a la introducción de la intervención.  $\beta_3$  representa la diferencia entre las pendientes del resultado antes y después de la intervención. Por lo tanto, se buscan p-valores significativos en  $\beta_2$  para indicar un efecto de tratamiento inmediato, o en  $\beta_3$  para indicar un efecto de tratamiento a lo largo del tiempo.

### 5.3 Análisis de regresión

En esta sección se presentan los resultados para la regresión de series de tiempo interrumpida. Se presentan los coeficientes  $\beta_2$  y  $\beta_3$  en la tabla 3, los errores estándar se encuentran en paréntesis. Los asteriscos representan significancia estadística (prueba de hipótesis) donde  $H_0 = 0$  y  $H_A \neq 0$ , i.e. hipótesis nula es igual a un efecto cero y la hipótesis alternativa igual a efecto diferente a cero.

TABLA 4 — Regresión de series de tiempo interrumpida

	(1)	(2)	(3)
	Oro (Grs.f)	Plata (Kg.f)	Cobre (TMF)
Regulación ambiental ( $\beta_2$ )	-1,940,909 (1,307,341)	2332.1* (1394.95)	135,124*** (42,477)
Efecto mediano plazo ( $\beta_3$ )	-1,705,179 (1,105,148)	3335.96 (5519.81)	124,802*** (66,617)
Controles	Si	Si	Si
N	30	37	24
Grupos	6	12	11

Nota. \*\*\* Estadísticamente significativo al 1%. \*\* Estadísticamente significativo al 5%. \* Estadísticamente significativo al 10%. TMF: Toneladas Métricas Finas, Grs.f: Gramos Finos, Kg.f: Kilogramos Finos. Obtenido de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

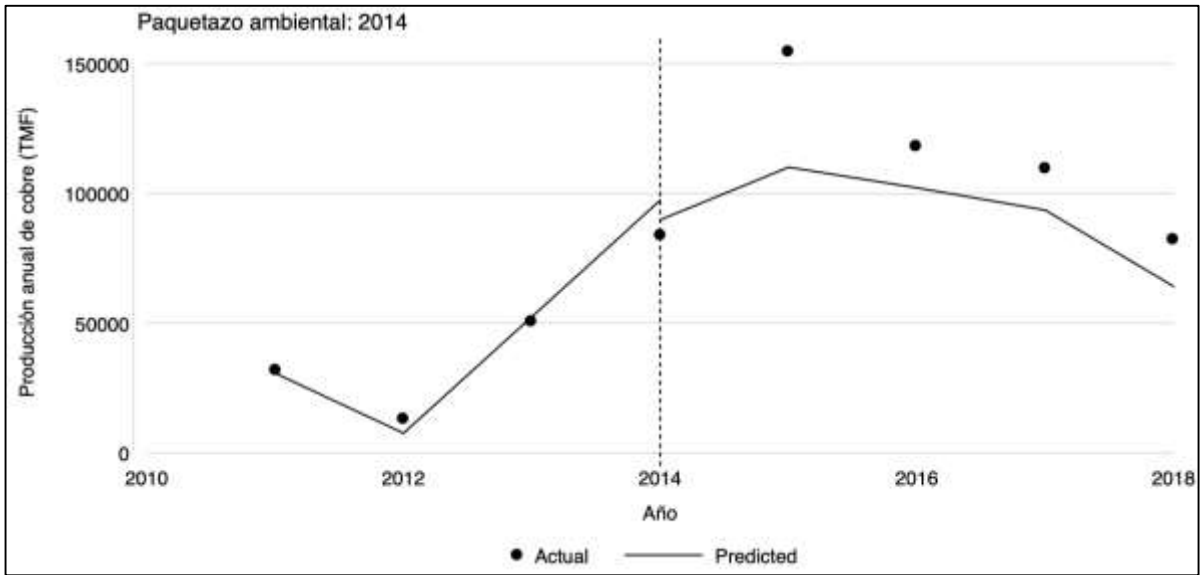
Los resultados presentados en la tabla 4 sugieren que el debilitamiento de la regulación ambiental desde julio de 2014 ha tenido efectos positivos en la dinámica de producción minera en la región de Cusco. Se puede apreciar que hay un efecto estadísticamente significativo en el impacto de corto plazo para la Plata (p-valor < 0.1) y el Cobre (p-valor < 0.01); y un efecto significativo de mediano plazo para el Cobre (p-valor < 0.01). En particular, se aprecia que la promulgación de la Ley 30230 incrementó la producción de Plata en 2,332 kilogramos finos el 2015 ( $\beta_2$ ) y en 3,335 kilogramos finos los años subsiguientes ( $\beta_3$ ). En el caso del Cobre, la promulgación de la Ley 30230 incrementó su producción en 135,124 Toneladas Métricas



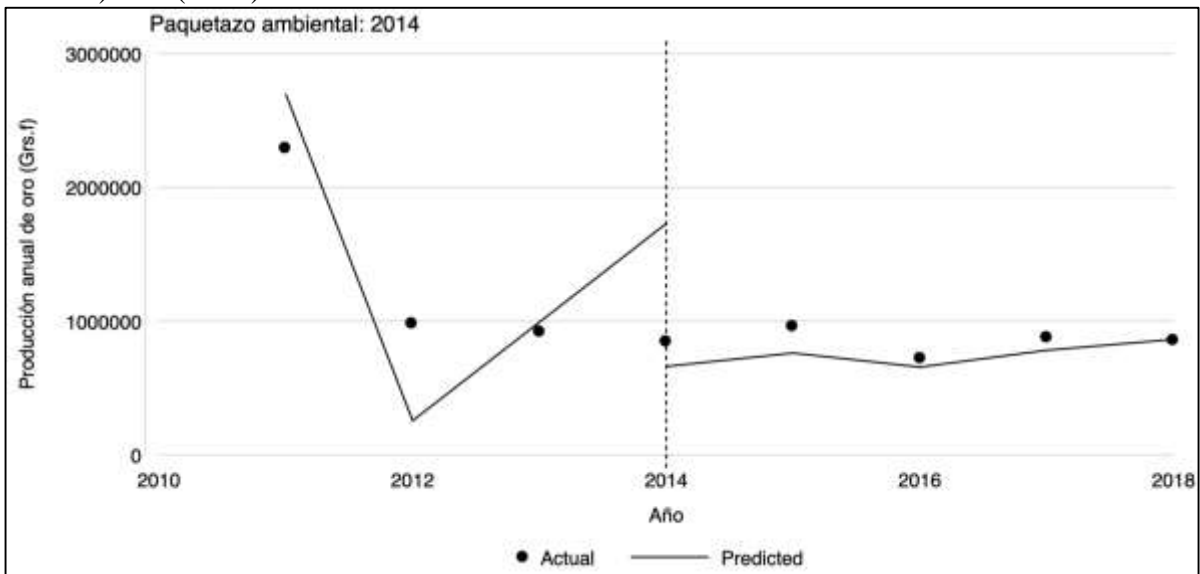
Finas el 2015 ( $\beta_2$ ) y en 124,802 toneladas métricas finas los años subsiguientes ( $\beta_3$ ). Por otro lado, no se han encontrado efectos estadísticamente significativos para la producción de Oro (p-valor  $> 0.1$ ).

Estos resultados se pueden apreciar de forma gráfica en la figura 19. En el caso de la producción de cobre, se puede apreciar que hay un salto importante de producción después de la promulgación de la Ley 30230, también se observa una tendencia similar para la Plata. En cambio, la producción de oro no parece haber incrementado durante el período de estudio, la exploración gráfica sugiere que el Paquetazo Ambiental incrementó la producción minera desde el año 2014 en adelante, en línea con las estimaciones de regresión presentadas anteriormente. En el caso del Oro la búsqueda de oro nuevo se volvió más costosa, ya que los mineros tienen que excavar más profundamente y entrar en terrenos más remotos en busca de depósitos sin explotar (WSJ, 2020), lo que limita el crecimiento de la producción de forma repentina. Por otro lado para la minería de plata, la extracción del mineral es costosa y complicada ya que la plata y su roca huésped pueden ser muy pesadas, lo que explicaría el crecimiento limitado en la plata. Finalmente, el Paquetazo Ambiental coincidió con un incremento en la producción de cobre a nivel regional, lo que explicaría el salto importante para el año 2015 en adelante.

Panel a) Cobre (TMF)



Panel b) Oro (Grs.f)



Panel c) Plata (Kg.f)

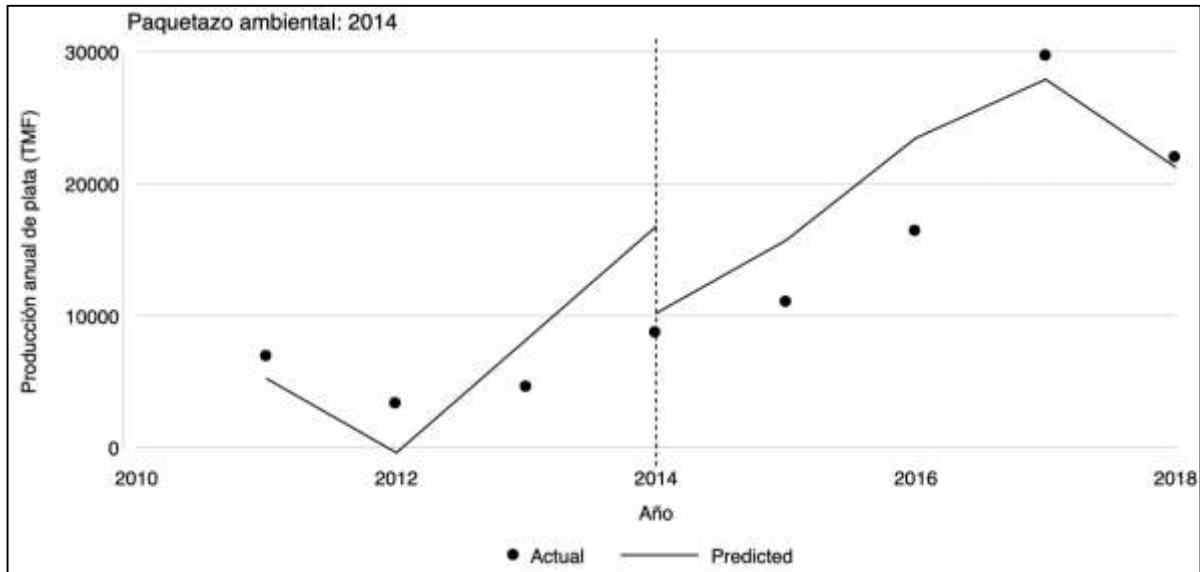
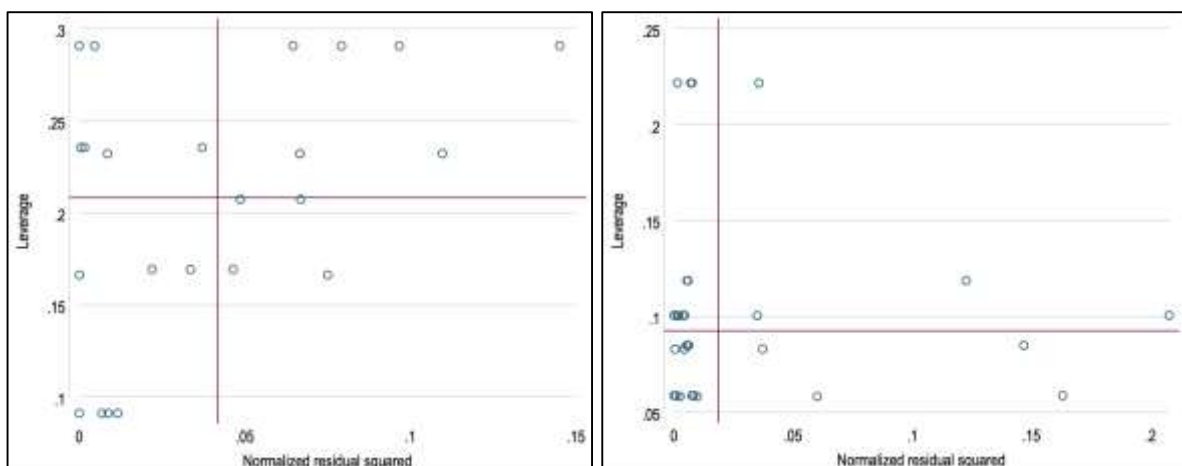


FIGURA 17. Regresión de series de tiempo interrumpida.

*Nota.* TMF: Toneladas Métricas Finas, Grs.f: Gramos Finos, Kg.f: Kilogramos Finos. Elaborado con información de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

#### 5.4 Verificación de supuestos

En esta sección se realiza una verificación de los supuestos de regresión lineal para verificar que los resultados presentados en la tabla 3 no se encuentran sesgados por la no-normalidad, heteroscedasticidad o influencia de variables. Para ello, a continuación, se realiza una verificación cualitativa de los supuestos antes mencionados.





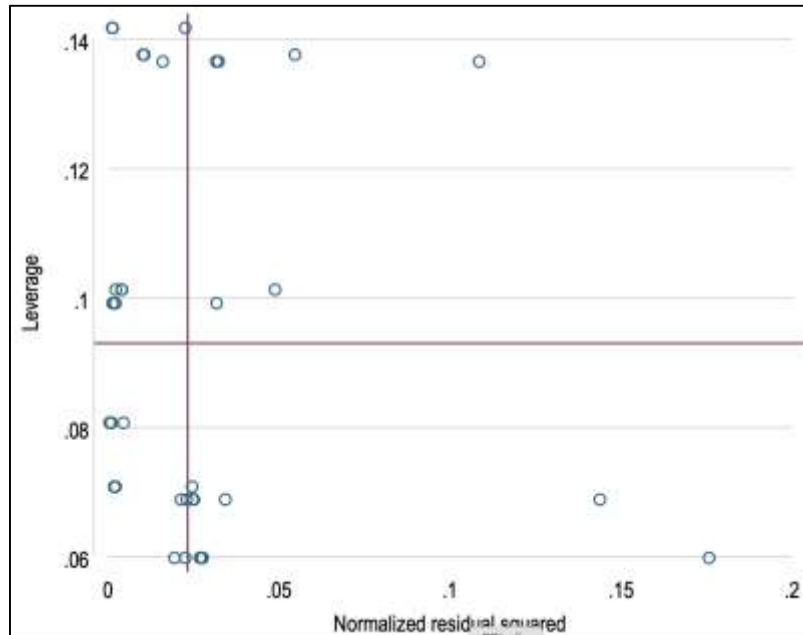
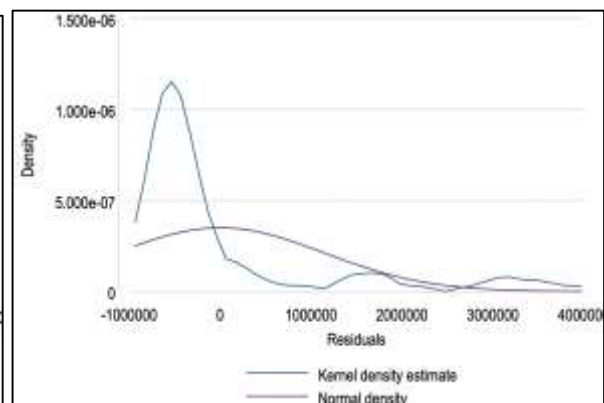
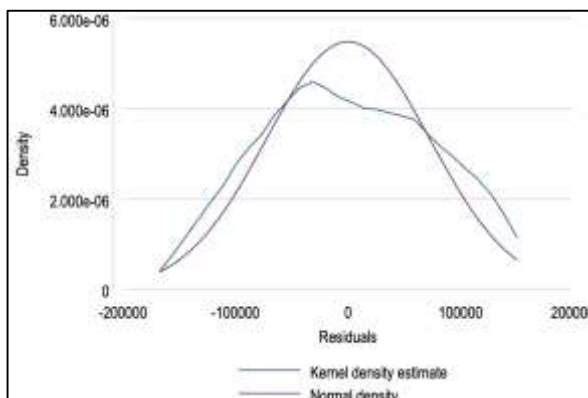


FIGURA 18. Apalancamiento y residuo normalizado.

*Nota.* Figura izquierda superior utiliza valores de Cobre, derecha superior de Oro e inferior de Plata. Elaborado con información de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

La figura 20 muestra el apalancamiento y residuo normalizado para las tres regresiones, esta figura permite verificar posibles observaciones influyentes y valores atípicos al mismo tiempo, se utiliza el cuadrado residual en lugar del residuo en sí mismo, el gráfico se restringe al primer cuadrante y se conservan las posiciones relativas de los puntos de datos. Como se puede observar en la figura, no se tienen problemas de apalancamiento para las regresiones de oro y plata, sin embargo, hay un número importante de valores atípicos en la regresión de cobre para lo cual se procede a eliminar dichas variables de la regresión presentada en la sección anterior.



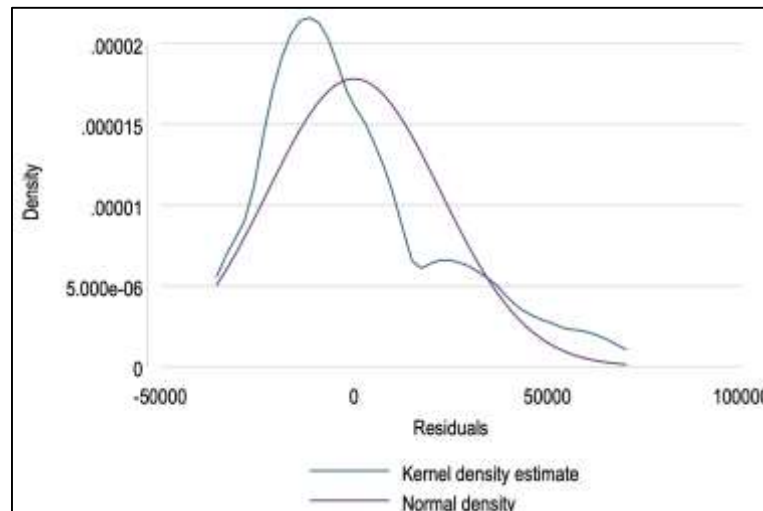
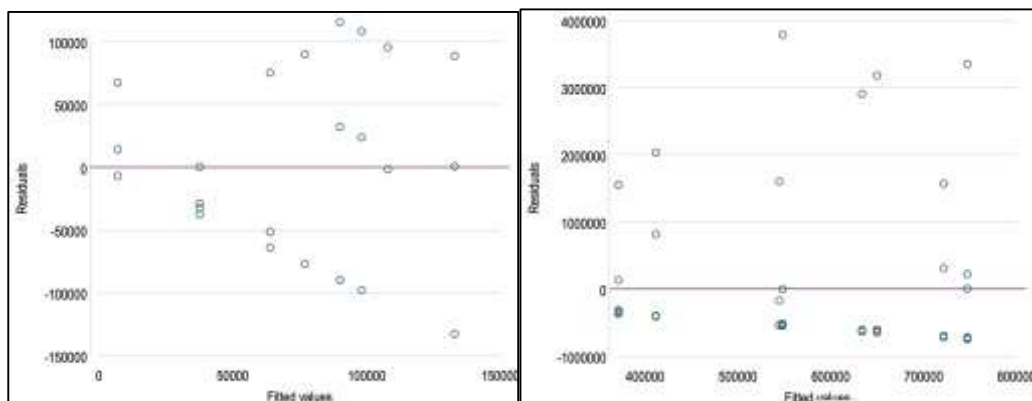


FIGURA 19. Normalidad de los residuos.

*Nota.* Figura izquierda superior utiliza valores de Cobre, derecha superior de Oro e inferior de Plata. Elaborado con información de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

La figura 21 muestra los gráficos de distribución empírica (densidad kernel) y la densidad normal. La normalidad de los residuos solo se requiere para las pruebas de hipótesis válidas, es decir, el supuesto de normalidad asegura que los valores p para las pruebas t y la prueba F sean válidos. No se requiere normalidad para obtener estimaciones insesgadas de los coeficientes de regresión. La regresión simplemente requiere que los residuos (errores) se distribuyan de manera idéntica e independiente. Por otro lado, no existe ningún supuesto o requisito de que las variables predictoras se distribuyan normalmente, pero si se requiere para tener errores estándar correctos. Como se observa en la figura 21, no se tiene un problema de normalidad de residuos ya que se sigue a una distribución normal, exceptuando al oro que muestra una distribución no normal.



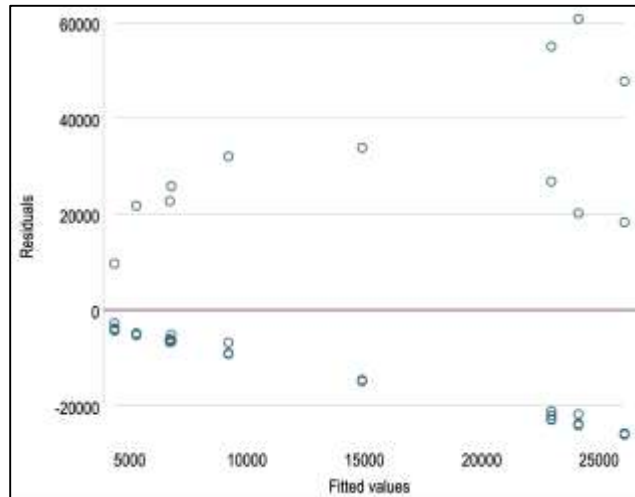


FIGURA 20. Homocedasticidad de los residuos.

*Nota.* Figura izquierda superior utiliza valores de Cobre, derecha superior de Oro e inferior de Plata. Elaborado con información de la Dirección General de Minería – Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2020)

Por último, la figura 22 muestra la homocedasticidad de los residuos. Si el modelo está bien ajustado, no debe haber un patrón para los residuos graficados contra los valores ajustados. Si la varianza de los residuos no es constante, se dice que la varianza residual es "heterocedástica". Como se puede apreciar, en los tres modelos se tienen a residuos normalmente distribuidos, por lo tanto no se tiene un problema de heterocedasticidad de los residuos.



## Capítulo VI: Discusión de los resultados

### 6.1 Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

La investigación emplea un cambio importante en la política ambiental peruana el año 2014. La promulgación de la Ley 30230, también conocida como Paquetazo Ambiental le quitó al Organismo de Fiscalización y Evaluación Ambiental (OEFA) la facultad de sancionar con multas a empresas infractoras de las regulaciones ambientales y redujo su presupuesto al establecer que todas las multas recaudadas pasen al tesoro público, y no al presupuesto de la OEFA. Se emplea un modelo de *series de tiempo interrumpido* para identificar el efecto de la promulgación de la Ley 30230 en la dinámica de producción de Plata, Cobre y Oro en Julio del 2014. Los resultados sugieren que una menor fiscalización por parte de OEFA y una menor regulación ambiental tuvo efectos positivos en la producción, que se resumen a continuación:

- El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental el año 2014 no tuvo efectos en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019. No se han encontrado efectos significativos de la promulgación de la Ley 30230 en la producción de oro en gramos finos ( $p\text{-valor} > 0.1$ ). Este resultado se debe principalmente al proceso de producción de oro, que requiere una búsqueda previa de zonas cuya explotación sea económicamente rentable, siendo más costosa que la producción de plata o cobre. Según (WSJ, 2020), Eso se debe a que la búsqueda de oro nuevo se volvió más costosa, ya que los mineros tienen que excavar más profundamente y entrar en terrenos más remotos en busca de depósitos sin explotar. El costo promedio para encontrar una onza de oro fue de \$ 62 entre 2009 y 2018, más del doble del costo de la década anterior. La cantidad del oro que se extrae, la cantidad de metal por cada tonelada de roca extraída también está empeorando. La cantidad promedio de la mina ha caído de más de 10 gramos por tonelada a principios de la década de 1970 a alrededor de 1,46 gramos por tonelada el 2019.



- El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental el año 2014 incrementó la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019. Se ha encontrado que la promulgación de la Ley 30230 incrementó la producción de Plata en 2,332 kilogramos finos el 2015 y en 3,335 kilogramos finos los años subsiguientes. A diferencia del oro, el efecto es estadísticamente significativo pero pequeño en comparación con la producción base, sugiriendo que la producción de plata también cuenta con un proceso de producción relativamente costoso. Uno de los aspectos más desafiantes de la minería de plata es la extracción del mineral, ya que la plata y su roca huésped pueden ser muy pesadas (X, 2019). Los explosivos se utilizan con frecuencia para romper las venas en pedazos manejables, que se transportan a través de vagones mineros y luego se elevan a la superficie. Este es un proceso peligroso que puede conducir a una falla estructural rápida de la mina conocida como rotura de rocas, que puede ocurrir sin previo aviso.
- El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental el año 2014 incrementó la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019. Se ha encontrado que la promulgación de la Ley 30230 incrementó la producción de cobre en 135,124 Toneladas Métricas Finas el 2015 y en 124,802 toneladas métricas finas los años subsiguientes. El paquetazo ambiental tuvo un efecto importante en la producción de Cobre, sugiriendo que este metal contaba con regulación ambiental que tenía efectos negativos para la producción.

## 6.2 Limitaciones del estudio

La principal limitación del estudio es su diseño no experimental. Los diseños no experimentales padecen de dificultades como variables omitidas o endogeneidad, limitando la posibilidad de estimar efectos causales. Sin embargo, la investigación ha buscado resolver el problema de variables omitidas en el modelo al utilizar indicadores de producción y precios



internacionales de cobre, oro y plata como variables de control, a fin de aislar el efecto de una menor regulación ambiental en la región del Cusco

### 6.3 Comparación crítica con la literatura existente

Los resultados de la investigación son similares a los identificados en la literatura internacional y nacional, a continuación, se presenta una comparación con los resultados empíricos de los antecedentes:

El estudio de (Arango-Aramburo, 2017) encuentra que además del efecto de los precios, los legisladores y las empresas mineras de Colombia deben considerar el papel del progreso tecnológico y la regulación gubernamental para aumentar la productividad y reducir los costos operativos. En particular, se compara tres escenarios de regulación ambiental. En los dos escenarios, los cambios con respecto al índice de referencia son relativamente pequeños (en el rango del 20%), pero en el tercer escenario, *la inversión es un 75% menor que en el índice de referencia*. A diferencia de la situación en el Perú, se propone una serie de medidas que no afectan a la regulación ambiental, más bien, permiten adoptar tecnologías con un menor impacto ambiental.

Por otro lado, la investigación de (Luckeneder, Krisztin, & Giljum, 2019) encuentra que la extracción de mineral está relacionada negativamente con las tasas de crecimiento económico dentro de las regiones de Latinoamérica, mientras que, por otro lado, se registran efectos secundarios positivos a las regiones vecinas, sugiriendo un efecto negativo de la regulación ambiental sobre las rentas y la producción minera, el estudio menciona que la regulación ambiental depende de las condiciones económicas. Por ejemplo, *el 50% de todo el mineral extraído en 2017 se extrajo en solo el 12, el 80% en solo 30 de las 156 instalaciones mineras*. Esto indica que la mayor parte de la extracción de minerales metálicos se lleva a cabo mediante un pequeño número de proyectos a gran escala. No se encuentra un efecto similar en el Perú dado que la producción minera representa una proporción importante del PBI, *16%* en el caso de la región del Cusco, asimismo, la regulación de los últimos 10 años



ha modificado de manera importante las expectativas de producción, no solo en el Cusco, sino en todo el Perú.

Los resultados de (Qian, Wang, Wang, & Chen, 2019) encuentran que hay un efecto de la maldición de los recursos en las ciudades mineras de carbón de China, por otro lado, el efecto directo de la regulación ambiental sobre el crecimiento económico presenta una relación de curva “N” A fines de 2016, se habían descubierto *127 minerales, de los cuales, 55 reservas minerales se encontraban entre las 10 principales reservas de China. Hebei tiene 59 tipos de reservas minerales entre las 10 principales de China.* En línea con los resultados de la investigación, para los efectos a largo plazo de los yacimientos mineros en el Perú. Asimismo, (Mardones, 2019) encuentra que en promedio, el PIB minero están sobreestimados en *11,34%* y *98,04%*, respectivamente.

La alta magnitud del ajuste refleja la importancia de incorporar la depreciación de los recursos naturales y la degradación ambiental en los indicadores tradicionales utilizados para medir la actividad económica del país, en línea con los resultados de la investigación, en particular, los cambios en la producción sugieren que un ajuste en la contabilidad del PBI podría incrementar la participación minera en regiones altamente dependientes, tales como la región del Cusco. Finalmente, los estudios nacionales de (Tanaka, 2015), (Aron & Molina, 2019) y (Orihuela & Paredes, 2017) encuentran que las empresas son responsables de los pasivos ambientales (es decir, obligándolas a asumir los costos de la remediación ambiental), y desde 2012 existe el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para Inversiones Sustentables (SENACE) para evaluar y autorizar evaluaciones de impacto (EIA) que aseguren el uso sostenible y la conservación de los recursos naturales por parte de las empresas mineras. Sin embargo, desde el 2014 estas regulaciones ambientales se debilitaron, lo que llevó a una mayor polución ambiental y un incremento en la producción minera, en línea con los resultados cuantitativos de la investigación que se presentan en la sección 6.1.



Las teorías más importantes

#### **6.4 Implicancias del estudio**

La investigación tiene importancias importantes para la legislación nacional. En particular, el Poder Legislativo debe revisar los Artículos 19 y 23 de la Ley 30230 - Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país, ya que ambos artículos limitan la facultad de la OEFA de sancionar con multas a empresas infractoras de las regulaciones ambientales y reducen su presupuesto al establecer que todas las multas recaudadas pasen al tesoro público, eliminando competencias de fiscalización ambiental importantes para la OEFA.





### Conclusiones

- Se ha identificado que una menor regulación ambiental gubernamental incrementa la producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019. En particular en la plata y el cobre, cuya producción se incrementa en 2,332 kilogramos finos y 135,124 toneladas finas respectivamente.
- Una menor regulación ambiental gubernamental no tiene efectos en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019. No se han encontrado efectos estadísticamente significativos (*p-valor* mayor a 0.10) de la promulgación de la Ley 30230 en la producción de oro en gramos finos según los resultados del modelo de regresión. Este resultado se debe principalmente al proceso de producción de oro, que requiere una búsqueda previa de zonas cuya explotación sea económicamente rentable, siendo más costosa que la producción de plata o cobre.
- Una menor regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019. Se ha encontrado que la promulgación de la Ley 30230 incrementó la producción de Plata en 2,332 kilogramos finos el 2015 y en 3,335 kilogramos finos los años subsiguientes, resultado estadísticamente significativo al 10% según los resultados del modelo de regresión. El efecto es estadísticamente significativo pero pequeño en comparación con la producción base, sugiriendo que la producción de plata también cuenta con un proceso de producción relativamente costoso.
- Una menor regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019. Se ha encontrado que la promulgación de la Ley 30230 incrementó la producción de cobre en 135,124 Toneladas Métricas Finas el 2015 y en 124,802 toneladas métricas finas los años



subsiguientes, resultado estadísticamente significativo al 1% (*p-valor* menor a 0.01) según los resultados del modelo de regresión, sugiriendo que este metal contaba con regulación ambiental que tenía efectos negativos para la producción.



### Recomendaciones

- Se sugiere que el Congreso de la República realice una revisión de los Artículos 19 y 23 de la Ley 30230 - Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país, ya que ambos artículos limitan la facultad de la OEFA de sancionar con multas a empresas infractoras de las regulaciones ambientales y reducen su presupuesto al establecer que todas las multas recaudadas pasen al tesoro público, eliminando competencias de fiscalización ambiental importantes para la OEFA.
- Se recomienda al Ministerio del Ambiente a formular y presentar un proyecto de Ley que permita fortalecer las facultades fiscalizadoras de la OEFA, dado que es el ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA) y por lo tanto debe cumplir una función normativa y supervisora con las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA) de ámbito nacional, regional o local.
- Se recomienda al Ministerio del Ambiente y al Ministerio de Energía y Minas a fortalecer la institucionalidad ambiental y mejorar la gestión ambiental en las actividades extractivas mediante la revisión de la normativa vigente a fin de cumplir con las recomendaciones/ buenas prácticas internacionales y acelerar el proceso de incorporación del Perú a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- Se recomienda al Ministerio de Energía y Minas a atender los pasivos ambientales mineros, formular estrategias para reducir la minería ilegal y asegurar la plena aplicación del principio de “quien contamina paga”. En particular, se sugiere realizar una revisión de la Ley 30230 que redujo las capacidades del Minam en la



creación de áreas naturales protegidas y la aprobación de normas de calidad ambiental.



### Referencias Bibliográficas

Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. (2020). *¿Qué es Minería de Todos?*

Obtenido de Producción en el Perú: <https://www.mineriadetodos.com.pe/>

INEI. (2020). *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales: 2019*. Reporte, Lima.

MINEM. (2020). *Estadísticas*. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas:

[http://www.minem.gob.pe/\\_estadisticaSector.php?idSector=1](http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1)

Qian, X., Wang, D., Wang, J., & Chen, S. (2019). Resource curse, environmental regulation and transformation of coal-mining. *Resources Policy*, 15-22.

Ma, D., Fei, R., & Yu, Y. (2019). How government regulation impacts on energy and CO2 emissions performance in China's mining industry. *Resources Policy*, 651-663.

Dery, F., Gruber, J., Idemudia, U., & Kayira, J. (2019). Challenges and opportunities of environmental policy implementation: Empirical evidence from Ghana's gold mining sector. *Resources Policy*, 500-513.

Tanaka, G. (2015). Environmental Accounting in Peru: A Proposal Based on the Sustainability Reporting in the Mining, Oil and Gas Industries. *Contabilidad y Negocios*, 5-26.

Aron, A., & Molina, O. (2019). Green innovation in natural resource industries: The case of local suppliers in the Peruvian mining industry. *The Extractive Industries and Society*, 425-441.

Orihuela, J., & Paredes, M. (2017). Fragmented Layering: Building a Green State for Mining in Peru. En J. P. Luna, *Resource Booms and Institutional Pathways: The Case of the Extractive Industry in Peru* (págs. 97-117). Switzerland: Palgrave - Macmillan.

Achancaray, T. (2015). *El Impacto Ambiental de la gestión de Concesiones Mineras en el Distrito de Camanti – Quispicanchi – Cusco*. Tesis de Pregrado, Cusco.



- Laguna, Y., & Paredes, D. (2014). *Responsabilidad Social de la minería formal e impactos ambientales en el ecosistema y la salud de la población*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco.
- Fan, S., Yan, J., & Sha, J. (2017). Innovation and economic growth in the mining industry: evidence from China's listed companies. *Resource Policy*, 25-42.
- den Hertog, J. (2010). *Review of Economic Theories of Regulation*. Utrecht School of Economics.
- Law Insider. (2020). *Definition of Production Mining Share Cite*. Obtenido de <https://www.lawinsider.com/dictionary/production-mining#:~:text=Production%20Mining%20means%20the%20mining,Waste%20re%2Dhandling%20and%20Stockpile>
- Mardones, C. d. (2019). Correction of Chilean GDP for natural capital depreciation and environmental degradation caused by copper mining. *Resources Policy*, 143-152.
- Arango-Aramburo, S. J. (2017). Simulating mining policies in developing countries: The case of Colombia. *Socio-economic Planning Sciences*, 99-113.
- Luckeneder, S., Krisztin, T., & Giljum, S. (2019). *The Impact of Mining Activities on Regional Development – Evidence from Latin America in a Spatial Econometric Framework*. Institute for Ecological Economics.
- Barnett, A. (1980). The Pigouvian Tax Rule under Monopoly. *The American Economic Review*, 1037-1041.
- Buchanan, J., & Stubblebine, C. (1962). Externality. *Economica*, 371-384.
- Coase, R. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 1-44.
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics Of Welfare*. London: Macmillan and Co., London.



### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Diseño
<p><b>Problema General</b> ¿Cómo incide la regulación ambiental en la dinámica de producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar como incide la regulación ambiental en la dinámica de producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Producción minera.</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulación ambiental.</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Producción anual de Plata (kg.f) de la mina i en el año t</li> <li>Producción anual de Cobre (TMF) de la mina i en el año t</li> <li>Producción anual de Oro (Grs.f) de la mina i en el año t</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Variable dummy que representa la promulgación de la Ley 30230</li> <li>Término de interacción entre la variable de tiempo y la promulgación de la Ley 30230</li> </ul>	<p><b>La investigación es no experimental:</b> No se realizará experimentos ni habrá intervención en los fenómenos.</p> <p><b>Es correlacional:</b> busca describir las variables y además conocer la relación entre ellas.</p> <p><b>Tiene un enfoque cuantitativo</b> La recolección de datos se fundamenta en la medición, se analizarán los datos en base a métodos cuantitativos.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el impacto de la regulación ambiental en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019?</li> <li>¿Cómo incide la regulación ambiental en la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019?</li> <li>¿De qué manera la regulación ambiental determina en la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019?</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el impacto de la regulación ambiental en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019.</li> <li>Medir la influencia de la regulación ambiental en la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019.</li> <li>Determinar la incidencia de la regulación ambiental en la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019.</li> <li>El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019.</li> <li>El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019.</li> </ul>			

Nota. Elaboración propia



Anexo 2. Extracción de datos de producción minera

LEY	ETAPA	PROCESO	CLASIFICACIÓN	TITULAR	UNIDAD	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	TOTAL GENERAL
%Cobre	Concentración	Flotación	Régimen General	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	ANTAPACCAY 1	Cusco	Espinar	Espinar	197,586
%Cobre	Concentración	Flotación	Régimen General	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	ANTAPACCAY 1	Cusco	Espinar	Espinar	42
%Cobre	Concentración	Flotación	Régimen General	HUDBAY PERU S.A.C.	CONSTANCIA	Cusco	Chumbivilcas	Livitaca	113,910

LEY	ETAPA	PROCESO	CLASIFICACIÓN	TITULAR	UNIDAD	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	TOTAL GENERAL
Plata	Concentración	Lixiviación	Régimen General	ANABI S.A.C.	ACUMULACION ANABI	Cusco	Chumbivilcas	Quiñota	202
Plata	Concentración	Flotación	Régimen General	BREXIA GOLDPLATA PERU S.A.C.	SUYCKUTAMBO	Cusco	Espinar	Suyckutambo	1,795
Plata	Concentración	Flotación	Régimen General	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	ANTAPACCAY 1	Cusco	Espinar	Espinar	49,797
Plata	Concentración	Gravimetría	Régimen General	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	ANTAPACCAY 1	Cusco	Espinar	Espinar	16
Plata	Concentración	Flotación	Régimen General	HUDBAY PERU S.A.C.	CONSTANCIA	Cusco	Chumbivilcas	Livitaca	77,963
Plata	Concentración	Flotación	Pequeño Productor Minero	SOCIEDAD MINERA ANDEREAL S.A.C.	CUNCA	Cusco	Canas	Layo	977

LEY	ETAPA	PROCESO	CLASIFICACIÓN	TITULAR	UNIDAD	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	TOTAL GENERAL
Oro	Concentración	Lixiviación	Régimen General	ANABI S.A.C.	ACUMULACION ANABI	Cusco	Chumbivilcas	Quiñota	2,980,385
Oro	Concentración	Gravimetría	Pequeño Productor Minero	BACA CASAS VIOLETA	TEJADA 2004	Cusco	Quispicanchi	Camanti	1,750
Oro	Concentración	Flotación	Régimen General	BREXIA GOLDPLATA PERU S.A.C.	SUYCKUTAMBO	Cusco	Espinar	Suyckutambo	25,470
Oro	Concentración	Flotación	Régimen General	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	ANTAPACCAY 1	Cusco	Espinar	Espinar	2,506,482
Oro	Concentración	Gravimetría	Régimen General	COMPAÑIA MINERA ANTAPACCAY S.A.	ANTAPACCAY 1	Cusco	Espinar	Espinar	42,648
Oro	Concentración	Gravimetría	Pequeño Productor Minero	GARMAY S.A.C.	CHILLIMAYO DOS MIL	Cusco	Quispicanchi	Camanti	20,577
Oro	Concentración	Gravimetría	Pequeño Productor Minero	HUANCA HUANCA LUIS	CORAZON DE MINERO ALEGRE	Cusco	Quispicanchi	Camanti	792
Oro	Concentración	Flotación	Régimen General	HUDBAY PERU S.A.C.	CONSTANCIA	Cusco	Chumbivilcas	Livitaca	613,944
Oro	Concentración	Gravimetría	Pequeño Productor Minero	PUYANI E.I.R.L.	LUZMILA I-1609	Cusco	Quispicanchi	Camanti	10,105
Oro	Concentración	Gravimetría	Pequeño Productor Minero	QUISPE CHOQUE DEMICIA	PUERTO LEGUIA IV	Cusco	Quispicanchi	Camanti	341
Oro	Concentración	Flotación	Pequeño Productor Minero	SOCIEDAD MINERA ANDEREAL S.A.C.	CUNCA	Cusco	Canas	Layo	5





Universidad  
Andina  
del Cusco

Repositorio Digital



Anexo 3. Regresión de series de tiempo interrumpida

(1) Cobre

```
GEE population-averaged model      Number of obs      =      24
Group variable:                    process_fi~d        Number of groups   =      11
Link:                               identity              Obs per group:
Family:                             Gaussian                min =      1
Correlation:                        exchangeable          avg =      2.2
                                                                max =      7
                                                                Wald chi2(7)       = 403121.08
Scale parameter:                    1.82e+09            Prob > chi2        =      0.0000
```

(Std. Err. adjusted for clustering on process\_firm\_unit\_id)

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_total_general	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_t	32131.4	7554.463	4.25	0.000	17324.93	46937.88
_x2014	135124.2	42477.88	3.18	0.001	51869.13	218379.4
_x_t2014	124802.1	66617.22	1.87	0.061	-5765.207	255369.5
copper_price	-287.6921	119.8006	-2.40	0.016	-522.4969	-52.88718
value_wbopendata7	94175.29	38231.79	2.46	0.014	19242.37	169108.2
value_wbopendata8	-15962.81	7503.498	-2.13	0.033	-30669.4	-1256.227
value_wbopendata9	42798.8	22884.2	1.87	0.061	-2053.409	87651.01
_cons	1776957	742889.9	2.39	0.017	320919.4	3232994

(2) Oro

```
GEE population-averaged model      Number of obs      =      30
Group variable:                    process_fi~d        Number of groups   =      6
Link:                               identity              Obs per group:
Family:                             Gaussian                min =      3
Correlation:                        exchangeable          avg =      5.0
```



```

max = /
Wald chi2(5) = .
Scale parameter: 1.49e+12 Prob > chi2 = .

```

(Std. Err. adjusted for clustering on process\_firm\_unit\_id)

	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_total_general						
_t	449219.6	256713.4	1.75	0.080	-53929.5	952368.7
_x2014	-1940909	1307341	-1.48	0.138	-4503251	621431.7
_x_t2014	-1705179	1105148	-1.54	0.123	-3871230	460871.2
gold_price	-10890.72	9409.162	-1.16	0.247	-29332.34	7550.895
value_wbopendata7	987393.5	446160.9	2.21	0.027	112934.1	1861853
value_wbopendata8	118104.9	77887.24	1.52	0.129	-34551.27	270761.1
value_wbopendata9	-459533.3	234717	-1.96	0.050	-919570.1	503.5668
_cons	9436308	8097754	1.17	0.244	-6434997	2.53e+07

### (3) Plata

```

GEE population-averaged model
Group variable: process_firm
Link: identity
Family: Gaussian
Correlation: exchangeable
Number of obs = 37
Number of groups = 12
Obs per group:
min = 1
avg = 3.1
max = 7
Wald chi2(7) = 5.94
Scale parameter: 4.06e+08 Prob > chi2 = 0.5472

```

(Std. Err. adjusted for clustering on process\_firm\_unit\_id)

	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_total_general						



_c		-4810.343	3343.949	-0.87	0.388	-13878.48	8033.397
_x2014		-9139.181	12392.34	-0.74	0.461	-33427.72	15149.36
_x_t2014		-12052.04	19340.34	-0.62	0.533	-49958.41	25854.33
silver_price		-5343.897	4570.366	-1.17	0.242	-14301.65	3613.855
value_wbopendata7		13129.69	14098	0.93	0.352	-14501.88	40761.26
value_wbopendata8		1004.332	956.579	1.05	0.294	-870.5286	2879.192
value_wbopendata9		-4634.838	5272.788	-0.88	0.379	-14969.31	5699.638
_cons		78589.21	88143.99	0.89	0.373	-94169.84	251348.2

---



Anexo 4. Matriz de resultados de la investigación

Objetivo	Hipótesis	Variable que muestra los logros	Modelo de regresión (Verificación de hipótesis)	Resultados Obtenidos
Determinar como incide la regulación ambiental en la dinámica de producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019	El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019	Nivel de producción de la mina $i$ en el tiempo $t$	Regresión de series de tiempo interrumpida	Una menor regulación ambiental incrementa la producción minera de la región Cusco durante el período 2009-2019. En particular en la plata y el cobre, cuya producción se incrementa en 2,332 kilogramos finos y 135,124 toneladas finas respectivamente
Determinar el impacto de la regulación ambiental en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019	El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019	Nivel de producción de la mina de oro $i$ en el tiempo $t$	Regresión de series de tiempo interrumpida	Una menor regulación ambiental no tiene efectos en la producción de oro de la región Cusco durante el período 2009-2019. No se han encontrado efectos significativos de la promulgación de la Ley 30230 en la producción de oro en gramos finos.
Medir la influencia de la regulación ambiental en la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019	El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019	Nivel de producción de la mina de plata $i$ en el tiempo $t$	Regresión de series de tiempo interrumpida	Una menor regulación ambiental incrementa la producción de plata de la región Cusco durante el período 2009-2019. Se ha encontrado que la promulgación de la Ley 30230 incrementó la producción de Plata en 2,332 kilogramos finos el 2015 y en 3,335 kilogramos finos los años subsiguientes
Determinar la incidencia de la regulación ambiental en la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019	El debilitamiento de la regulación ambiental gubernamental incrementa la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019	Nivel de producción de la mina de cobre $i$ en el tiempo $t$	Regresión de series de tiempo interrumpida	Una menor regulación ambiental incrementa la producción de cobre de la región Cusco durante el período 2009-2019. Se ha encontrado que la promulgación de la Ley 30230 incrementó la producción de cobre en 135,124 Toneladas Métricas Finas el 2015 y en 124,802 toneladas métricas finas los años subsiguientes.

Nota.Elaboración Propia