

# “Competitividad en minería: relación entre riqueza natural y políticas públicas”

---

José Joaquín Jara D.

Curso de Minería para Periodistas  
**Sociedad Nacional de Minería**

Departamento de Ingeniería de Minería UC  
Octubre 2023

# Estructura de la presentación

---

1. Breve presentación personal
2. Concepto de competitividad
3. Investigación en competitividad minera

# BREVE PRESENTACIÓN PERSONAL

---

José Joaquín Jara D.

Curso de Minería para Periodistas  
**Sociedad Nacional de Minería**

Departamento de Ingeniería de Minería UC  
Octubre 2023

# 1. Presentación personal y motivación

## Antecedentes personales

---

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

- Padre de dos niños: Bauti (9 ½ años) y Maxi (7 ¾ años), y casado con Cecilia (uruguaya y minera)
-

# 1. Presentación personal y motivación

## Antecedentes personales

---



# 1. Presentación personal y motivación

## Antecedentes personales

---

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

- Padre de dos niños: Bauti (9 ½ años) y Maxi (7 ¾ años), y casado con Cecilia (uruguaya y minera)
  - De familia minera
-

# 1. Presentación personal y motivación

## Antecedentes personales

---



# 1. Presentación personal y motivación

## Antecedentes personales y académicos

---

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

- Padre de dos niños: Bauti (9 ½ años) y Maxi (7 ¾ años), y casado con Cecilia (uruguaya y minera)
- De familia minera
- Pasatiempos: leer, deportes, actividades al aire libre

### **ANTECEDENTES ACADÉMICOS**

- Ingeniería Civil de Industrias, mención Ingeniería de Minería, Pontificia Universidad Católica de Chile (2007)
  - Magister en Ciencias de la Ingeniería, especialización en Economía de Minerales, Pontificia Universidad Católica de Chile (2007)
  - Doctor en Ciencias, mención Geología Económica, Universidad de Chile (2021)
-

# 1. Presentación personal y motivación

## Antecedentes profesionales

---

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

- Ingeniero de Estudios, Vicepresidencia de Planificación y Estudios, Minera Escondida Ltda, BHP Chile (2007-2008)
  - Analista Senior de Mercados y Políticas Públicas, Comisión Chilena del Cobre (2008-2011)
  - Ingeniero Senior, Vicepresidencia de Operaciones AMSA (2011-2012);
  - Superintendente Planificación y Desarrollo, Minera El Tesoro (2012-2014)
  - Profesor Asistente Adjunto, Departamento de Ingeniería de Minería UC (2014 a la fecha)
  
  - Miembro del directorio, Centro de Estudios del Cobre y la Minería (CESCO) (2011 a la fecha)
  - Miembro Consejo COCHILCO, Comisión Chilena del Cobre (2022 a la fecha)
-

# PRESENTACIÓN CONCEPTO “COMPETITIVIDAD”

---

José Joaquín Jara D.

Curso de Minería para Periodistas  
**Sociedad Nacional de Minería**

Departamento de Ingeniería de Minería UC  
Octubre 2023

## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad?

---

**“La competitividad es la capacidad de competir en un mercado”**

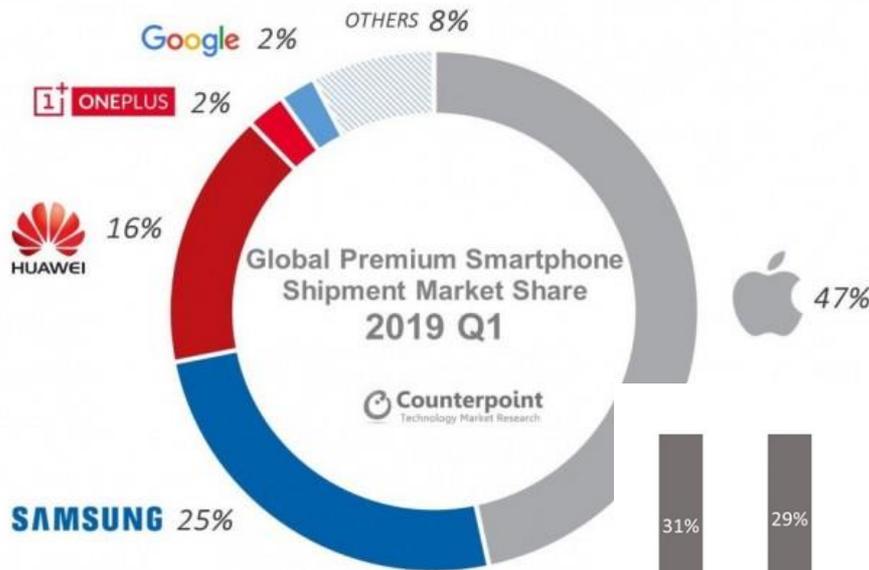
Un negocio, empresa o país será más competitivo si logra producir y/o comercializar una mayor cantidad de un producto o servicio, producirlo a un menor costo, o con altos niveles de calidad y/o diferenciación con respecto a sus competidores.

Esto finalmente se traduce en una **mayor creación de valor** para quien genera dicho producto o servicio.

$$VC = Q \times (P - C)$$

## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad?



**Cantidad**

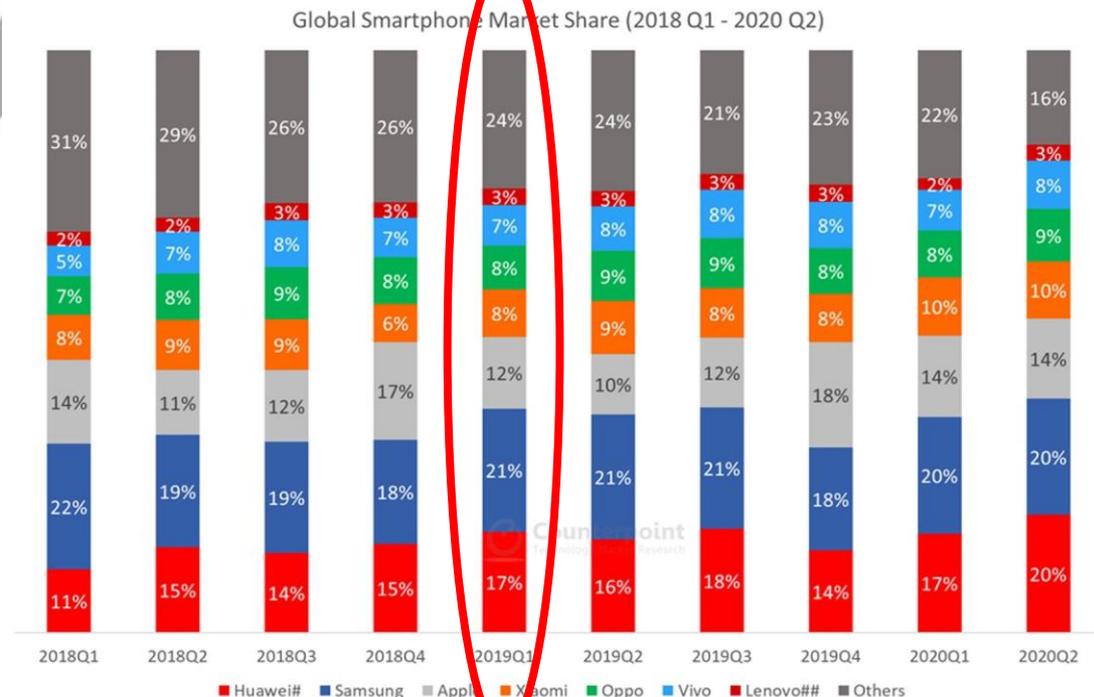
**Costo**

**Precio**

**Cantidad**

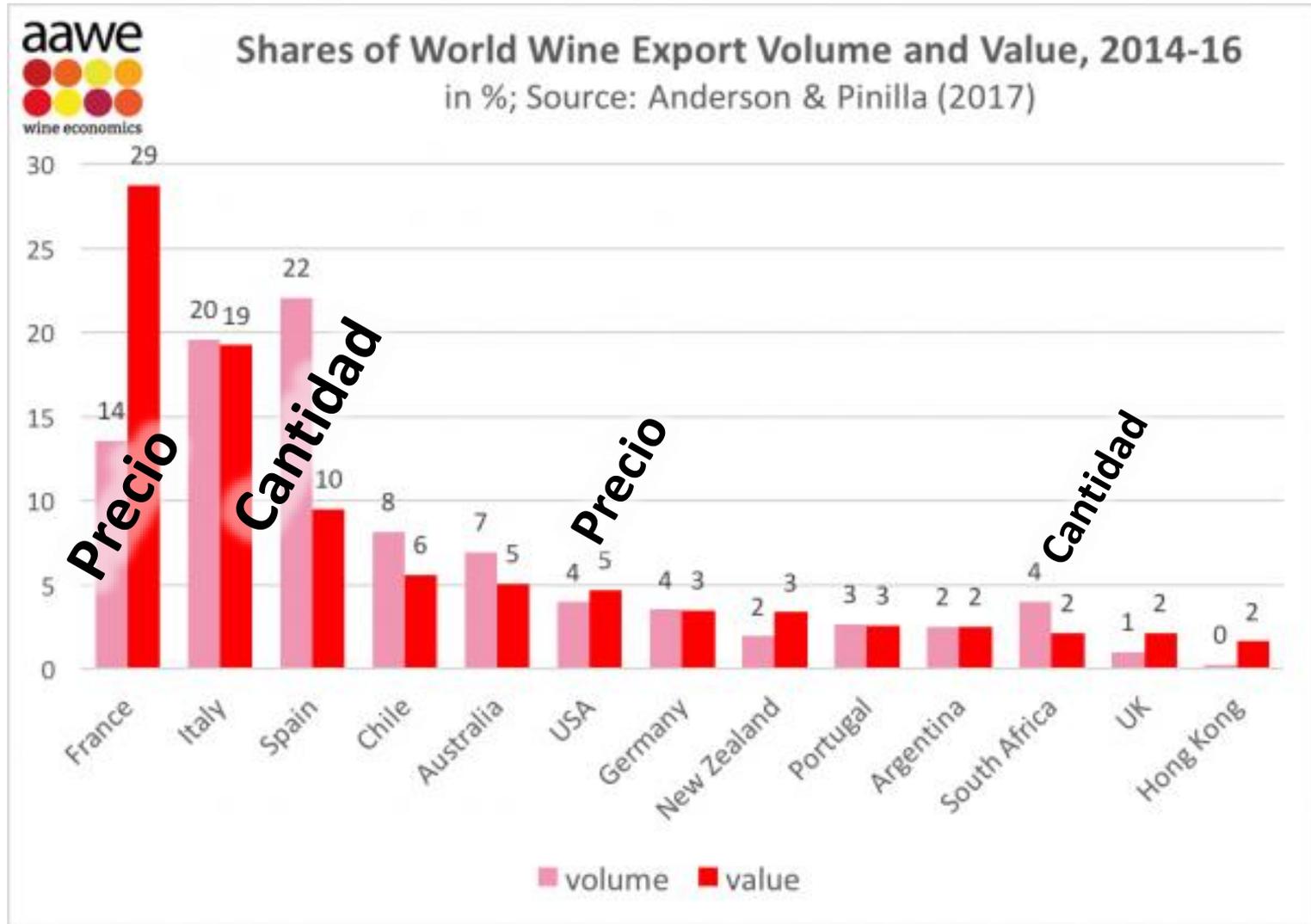
**Costo**

**Precio**



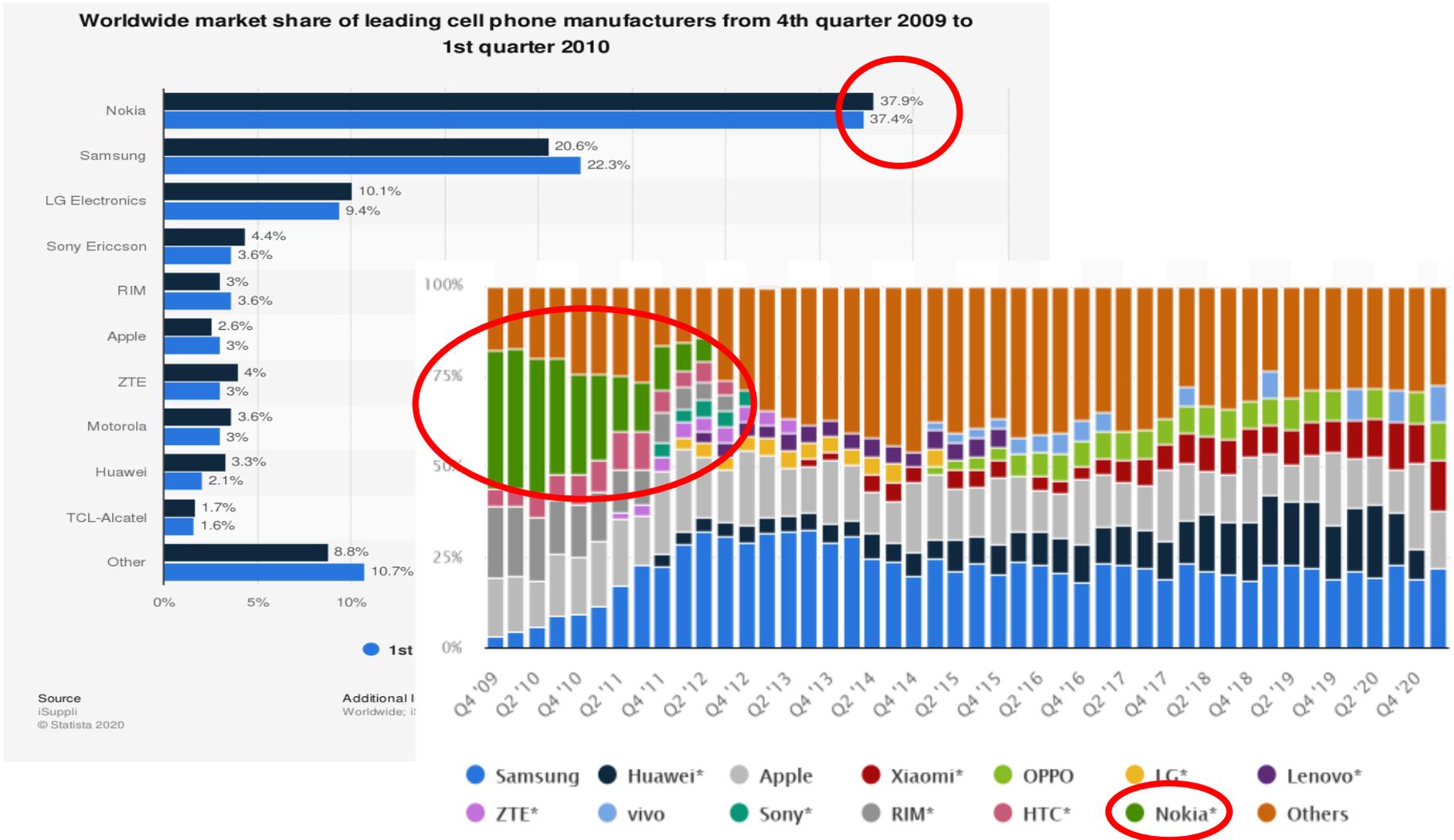
## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad?



## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad?



## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿De dónde proviene la competitividad de empresas o países?

### Ventajas absolutas

Adam Smith  
(1776)

#### Factores que determinan la productividad/competitividad:

Capital, recursos naturales y fuerza laboral

La empresa o país que pueda producir más eficientemente (a menor costo), será más competitivo y capturará el mercado hasta que alcance su capacidad productiva

### Ventajas comparativas

David Ricardo  
(1817)

#### Especialización por sobre ventajas absolutas:

Países se especializarán en la producción de los bienes y servicios que generan más eficientemente, y comprarán el resto a otros países aún cuando tengan ventajas absolutas sobre ellos

### Ventajas competitivas

Michael Porter  
(1990)

#### Competitividad no sólo depende de los factores productivos tradicionales (capital, tecnología, rec. naturales y fuerza laboral):

Realza la importancia de factores del entorno económico y la regulación en el éxito de las empresas y los países para competir

### Competitividad sistémica

Esser et al.  
(1995)

#### Competitividad de los países depende también de patrones de organización social, económica y política:

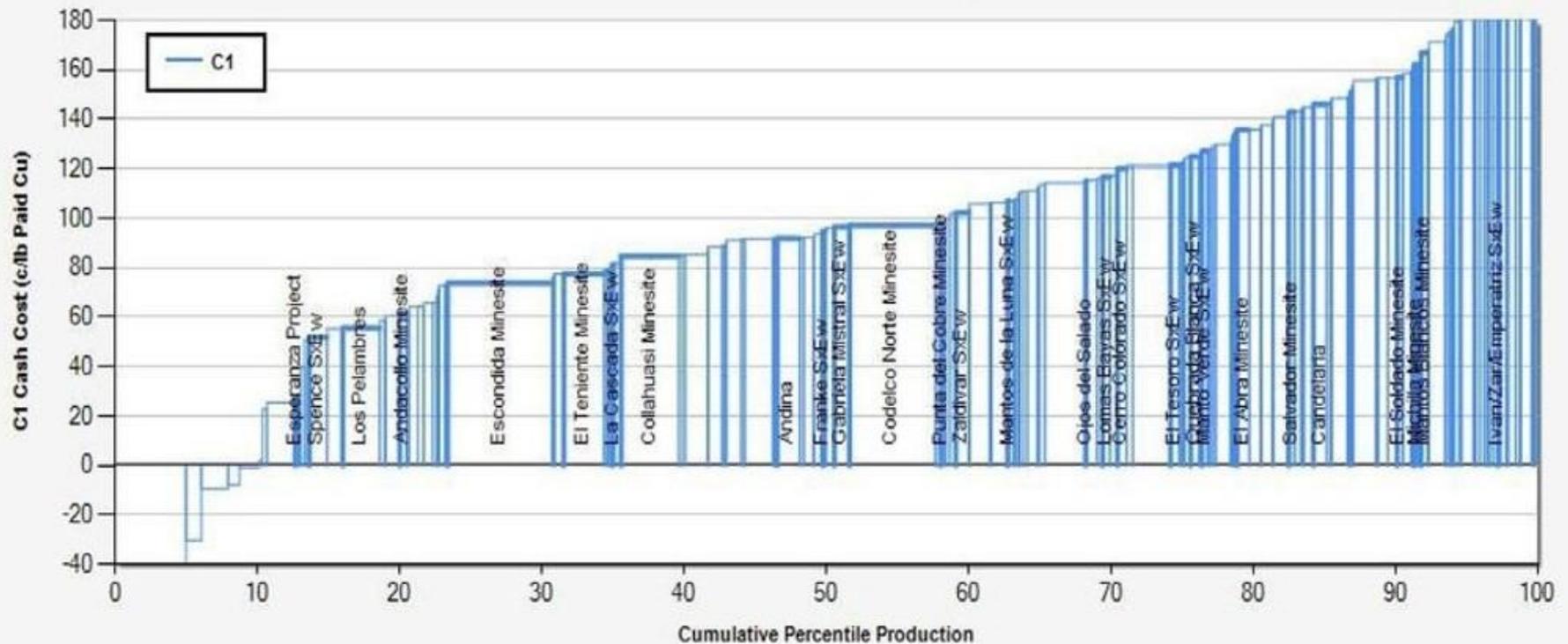
Destaca la relevancia de patrones de desarrollo de largo plazo, asociados a la construcción de sociedades productivas

## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad en minería?

A nivel de operación/mina

2010 Cu Cost Curve, Ranked By C1, Composite Costs, Grouped By Mine Site in c/lb (Q2 2010\$)

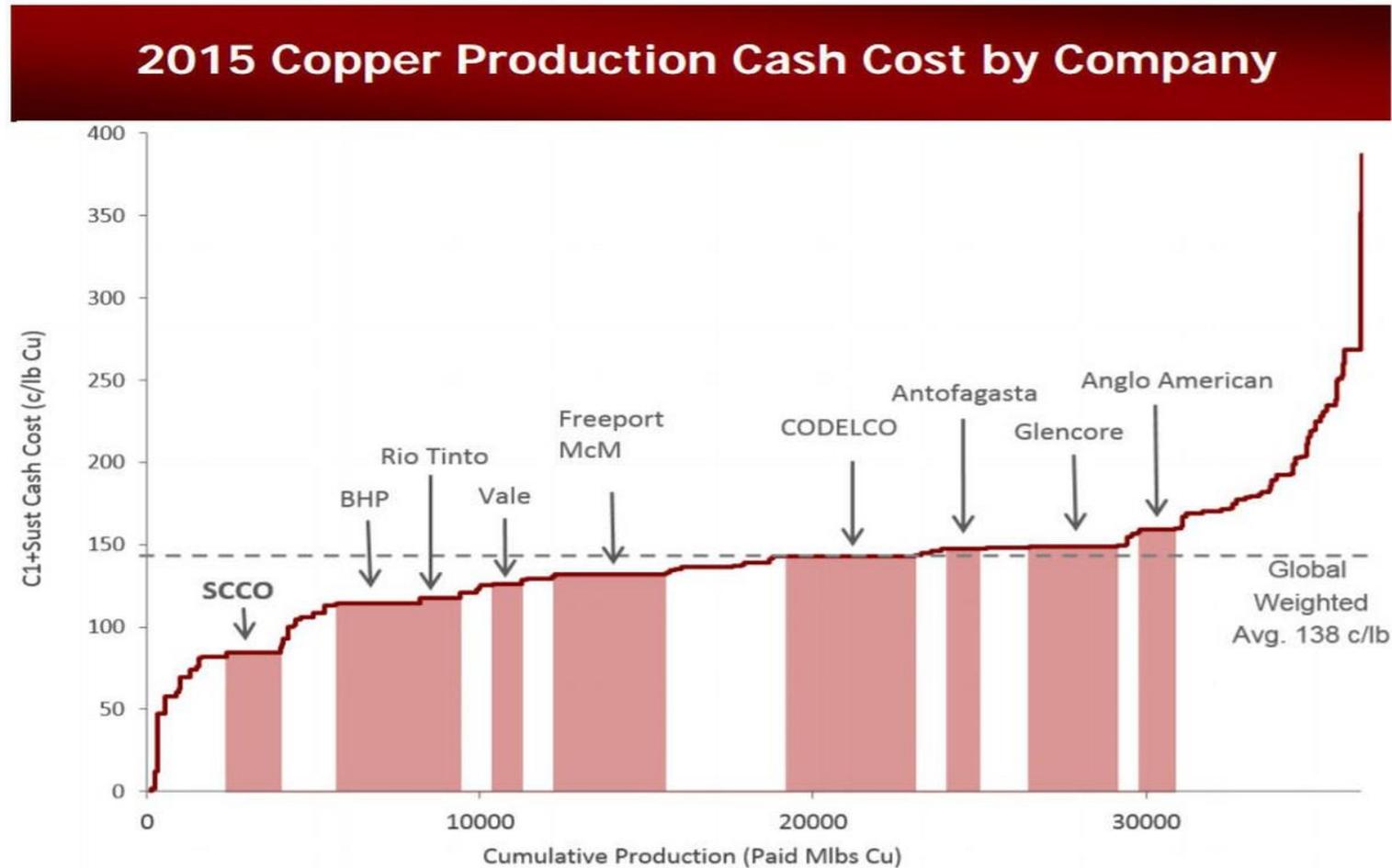


Source: © Copyright Brook Hunt - A Wood Mackenzie Company, 2010

## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad en minería?

A nivel de operación/mina o empresa



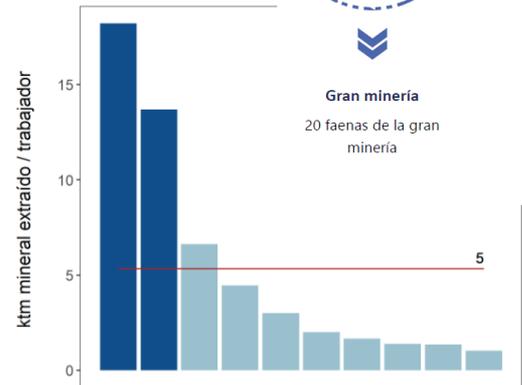
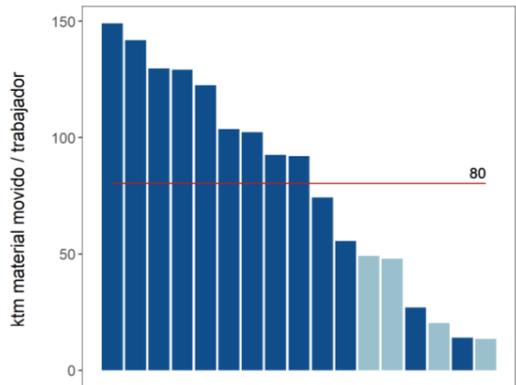
Source: Wood Mackenzie Copper Mine Cost Model, WMO42015

# 2. Concepto básico – Competitividad en minería

## ¿Qué entendemos por competitividad en minería?

### A nivel de operación/mina

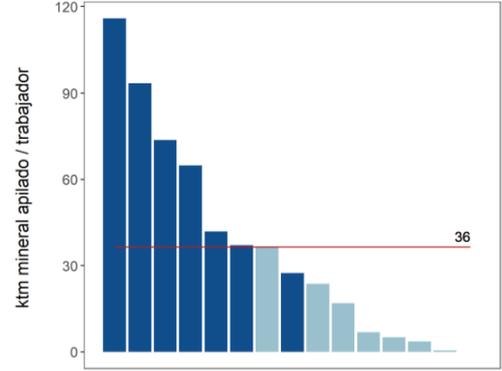
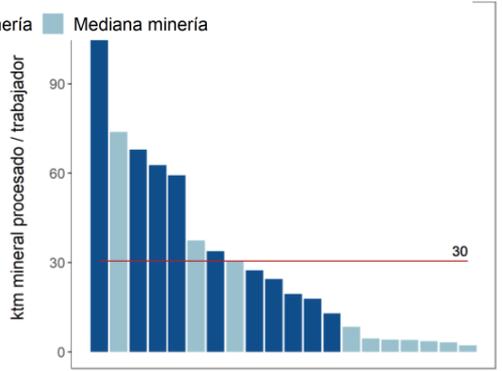
#### Productividad parcial del trabajo



— Promedio muestra

■ Gran minería

■ Mediana minería



— Promedio muestra

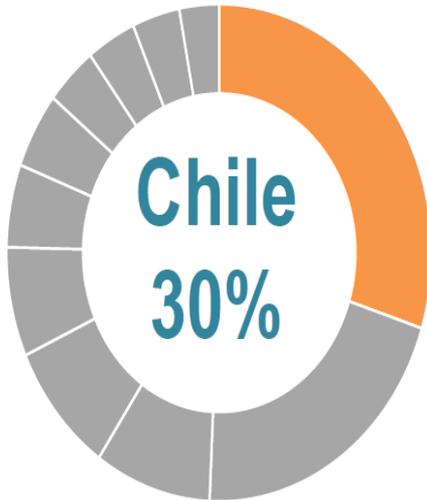
■ Gran minería

■ Mediana minería

## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

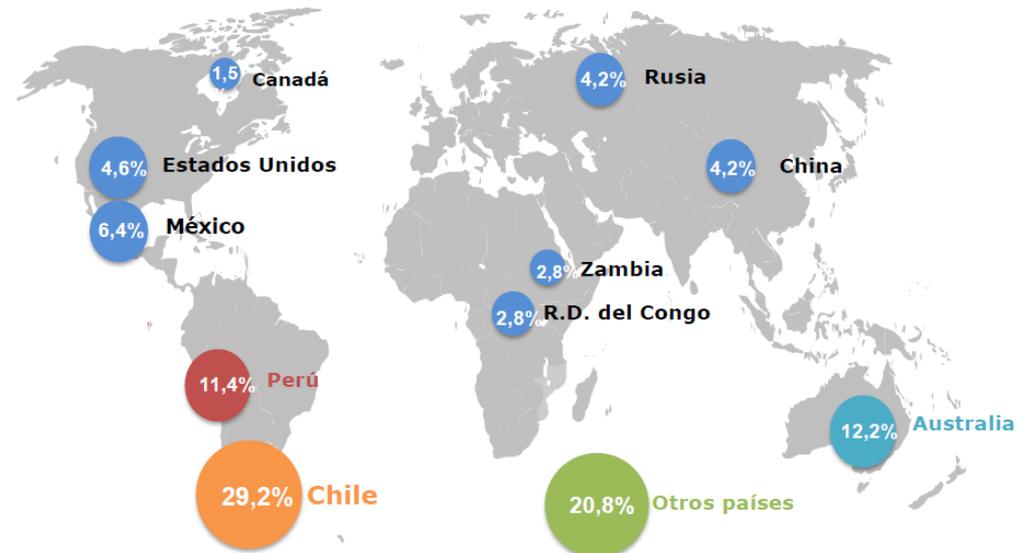
¿Qué entendemos por competitividad en minería?

A nivel de países



País	2014	2015
Chile	5.750	5.764
Perú	1.380	1.705
China	1.632	1.669
Estados Unidos	1.383	1.373
R.D. del Congo	996	1.039
Australia	965	
Zambia	756	
Rusia	720	
Canadá	696	
Indonesia	366	
Otros	3.835	
<b>Total mundial</b>	<b>18.47</b>	

*Reservas de cobre*



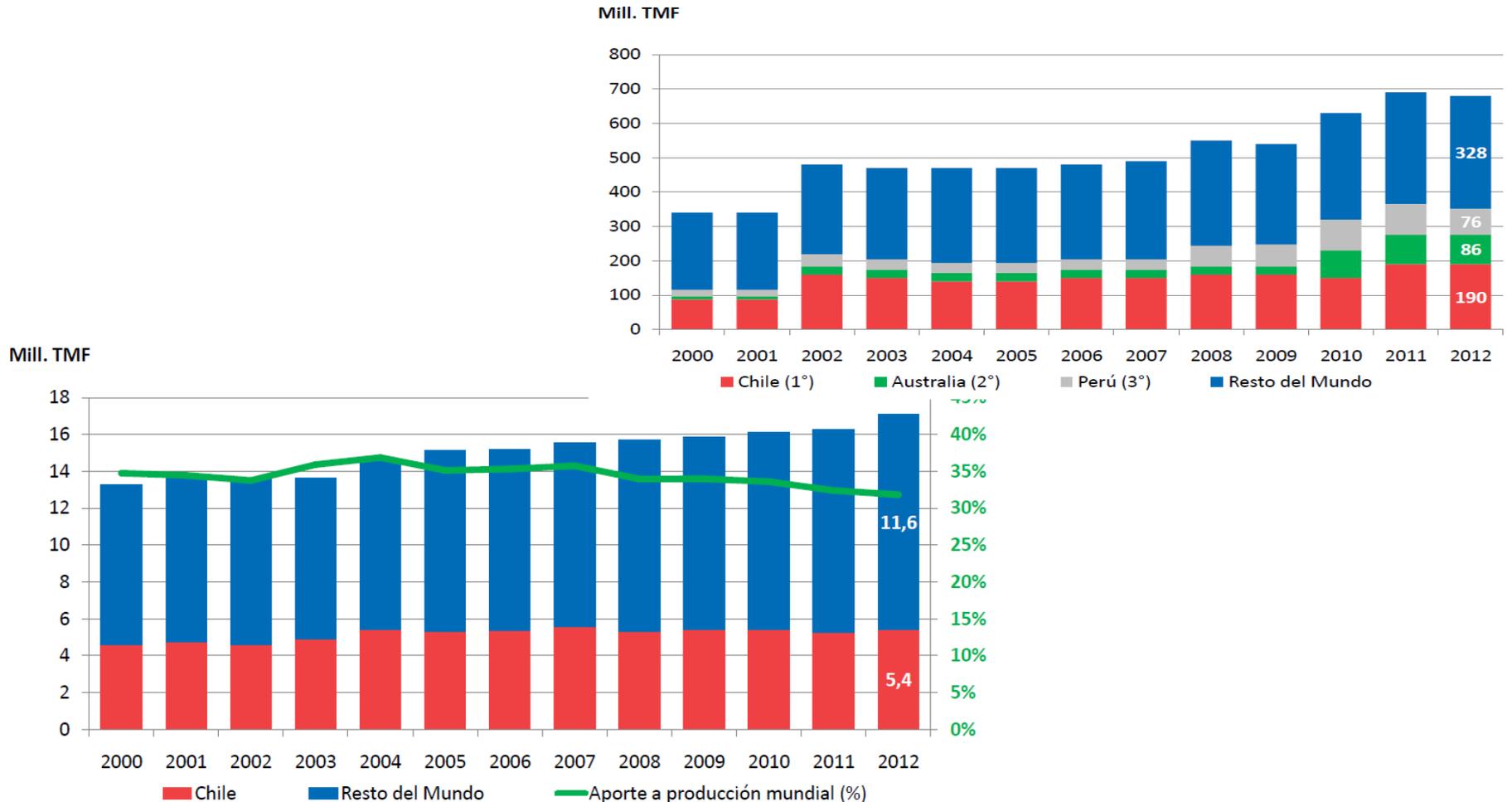
Fuente: USGS Mineral Commodity Summaries (2015)

## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad en minería?

A nivel de países

Reservas de Cobre



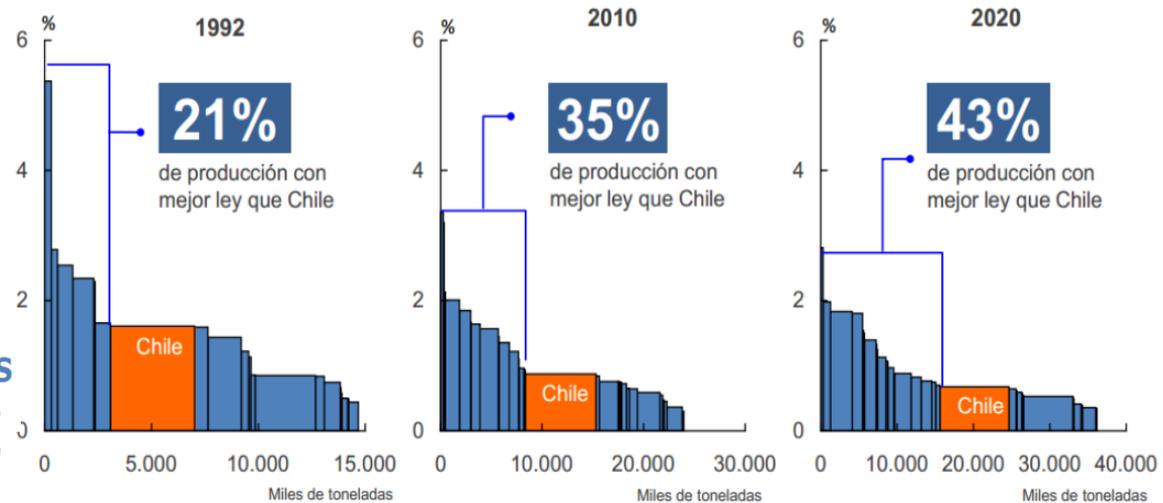
## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad en minería?

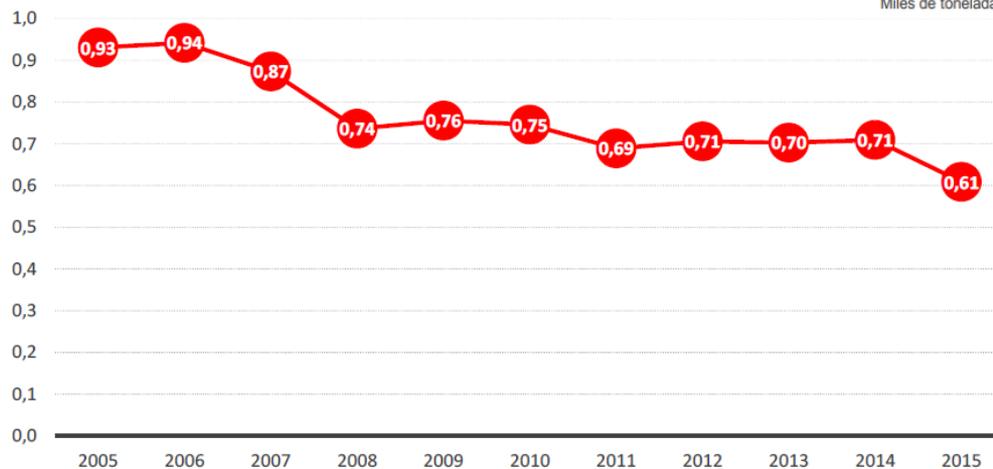
A nivel de países

### Calidad de yacimientos en deterioro

Ley media por país y producción anual respectiva de Cu



### LEY PROMEDIO DE MINERAL DE COBRE EN LAS OPERACIONES MINERAS EN CHILE 2005-2015

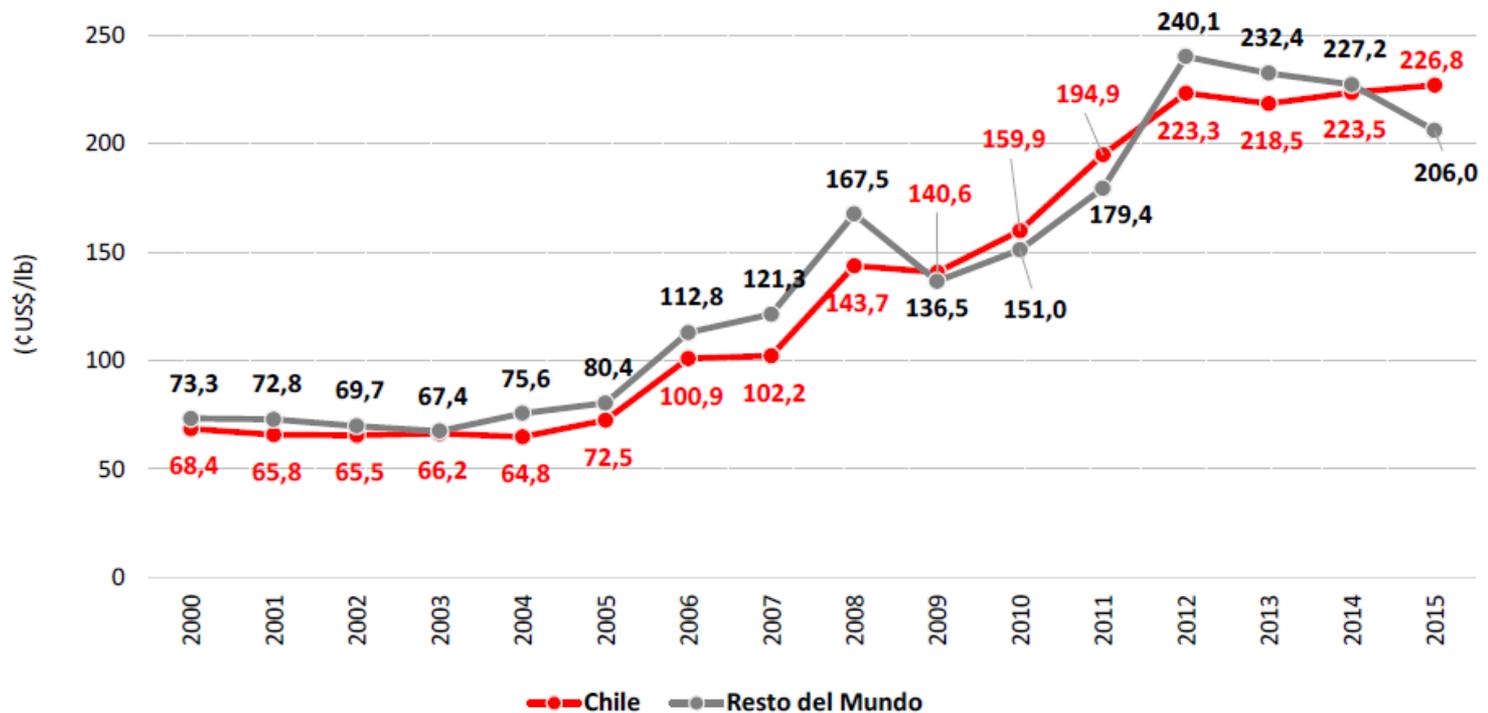


## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad en minería?

A nivel de países

### COSTO NETO A CÁTODO CHILE VS RESTO DEL MUNDO 2000-2015 (¢US\$/LB)



## 2. Concepto básico – Competitividad en minería

¿Qué entendemos por competitividad en minería?

### A nivel de países

CONSTRUCCIÓN DE UN PAÍS MINERO A TRAVÉS DEL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA RIQUEZA

#### Clima para la inversión minera

- Estabilidad macroeconómica
- Estabilidad política
- Respeto por el Estado de Derecho
- Sistema legal transparente
- Instituciones sólidas

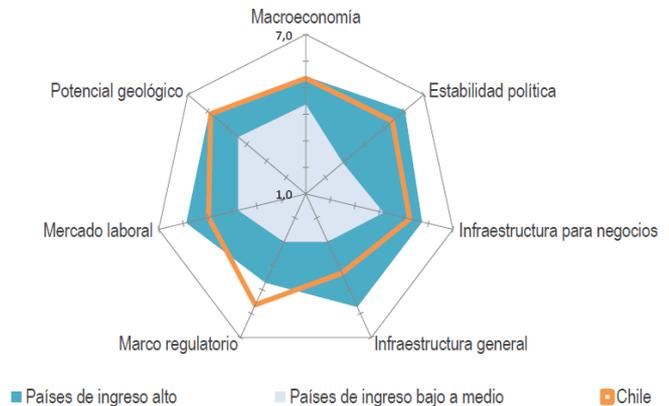
#### Potencial geológico

- Principales reservas de cobre en el mundo
- Grandes reservas de oro y plata
- Importantes reservas de molibdeno
- Principales reservas de litio y grandes depósitos de potasio

Chile es visto internacionalmente como un país minero. Esto se debe a que se ha construido una institucionalidad que permite la inversión en minería y al enorme potencial geológico presente en nuestro país.

### COMPETITIVIDAD DE CHILE

Comparación de indicadores con otros países mineros.



# INVESTIGACIÓN EN COMPETITIVIDAD MINERA

## “Atracción de inversiones en minería: relación entre riqueza natural y políticas públicas”

---

José Joaquín Jara D.

Curso de Minería para Periodistas  
**Sociedad Nacional de Minería**

Departamento de Ingeniería de Minería UC  
Octubre 2023

### 3. Investigación en competitividad minera

Visiones históricas sobre atracción de inversiones en minería

#### Competitividad en minería



*Ic<sub>i</sub>*; indicador competitividad minera // *IPG<sub>i</sub>*; índice potencial geológico // *ICI<sub>i</sub>*; índice clima inversión para la minería en el país i

### 3. Investigación en competitividad minera

¿Cómo medimos este atractivo o competitividad por países?

---

Al día de hoy hay diversas iniciativas que intentan medir el atractivo para la inversión en minería

- Opiniones expertas y encuestas
    - Fraser Institute (Annual Survey of Mining Companies)
    - Behre Dolbear (Country Ranks for Mineral Investment: Where NOT to Invest)
  - Indicadores parciales focalizados en aspectos específicos del atractivo de inversión
    - Riesgo político, corrupción, libertad económica, nivel de impuestos, etc
  - Indicadores basados en el comportamiento del mercado
    - Producción, inversiones, gastos en exploración, reservas, etc.
-

# 3. Investigación en competitividad minera

## ¿Cómo medimos este atractivo o competitividad por países?

Resources Policy 33 (2008) 179–187



Contents lists available at ScienceDirect

Resources Policy

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/resourpol](http://www.elsevier.com/locate/resourpol)



### Using exploration expenditures to assess the climate for mineral investment

J. Joaquin Jara<sup>a</sup>, Gustavo Lagos<sup>a</sup>, John E. Tilton<sup>a,b,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Mining Centre, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

<sup>b</sup> Division of Economics and Business, Colorado School of Mines, Golden, CO, USA

<sup>c</sup> Resources for the Future, Washington, DC, USA

#### ARTICLE INFO

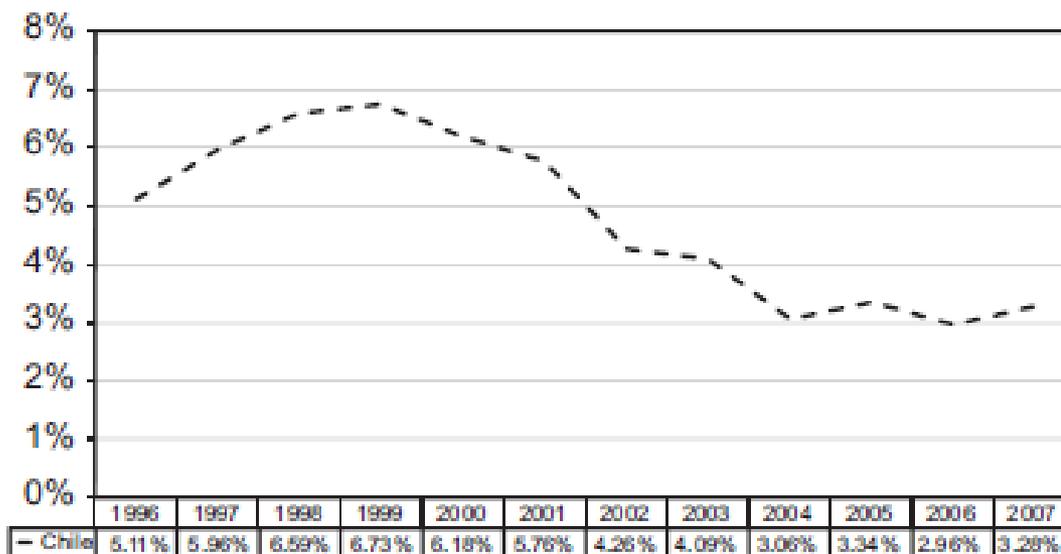
*Article history:*  
Received 29 November 2007  
Received in revised form  
30 July 2008  
Accepted 5 August 2008

*JEL classification:*  
Q32  
F21  
L72

*Keywords:*  
Mineral exploration  
Direct foreign investment  
Mining  
Chile

#### ABSTRACT

Countries that rely on private investment indicators of their investment attractiveness, focusing primarily on exploration expenditures, find that exploration expenditures are a good indicator of a country's share of grassroots world exploration, that most directly affects mineral investment attractiveness. Over the current decade, Chile's share of grassroots world exploration (and more modestly for base metals) is falling. The study concludes by briefly evaluating the mining climate for these mineral commodities in important mining countries. Among them, Chile has a high level of attractiveness despite its private investment in their mineral



Source: Metals Economics Group, annual.

Fig. 2. Chilean share of world mineral exploration in percent, 1996–2007.

### 3. Investigación en competitividad minera

¿Cómo medimos este atractivo o competitividad por países?

---

#### Propuesta de Indicador de atractivo/Competitividad Minera

Participación del país en los gastos de exploración (básica) grassroots por mineral sobre el total mundial

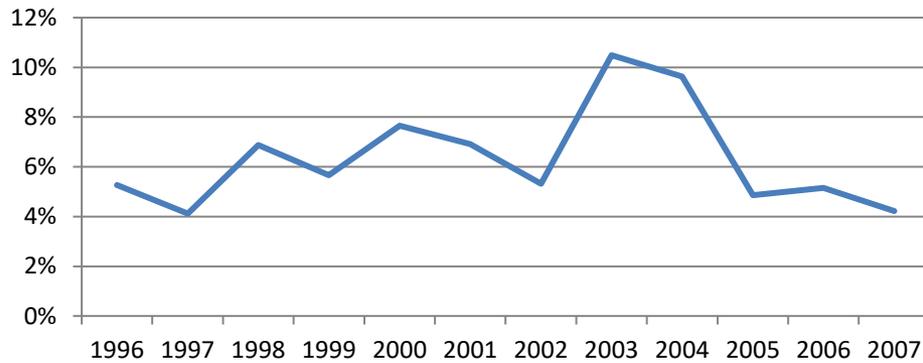
$$ICM_i = \frac{\text{US\$ exploración básica por tipo mineral en el país}}{\text{US\$ exploración básica por tipo mineral en el mundo}}$$

- Comportamiento real de las empresas
- No es especulativo
- Altamente sensible a cambios en las variables relevantes que afectan el atractivo/competitividad de los países
- **No permite separar el efecto del Potencial Geológico (IPG) del clima de inversión en minería (ICI), ni identificar las variables que soportan ambos indicadores y sus interrelaciones**

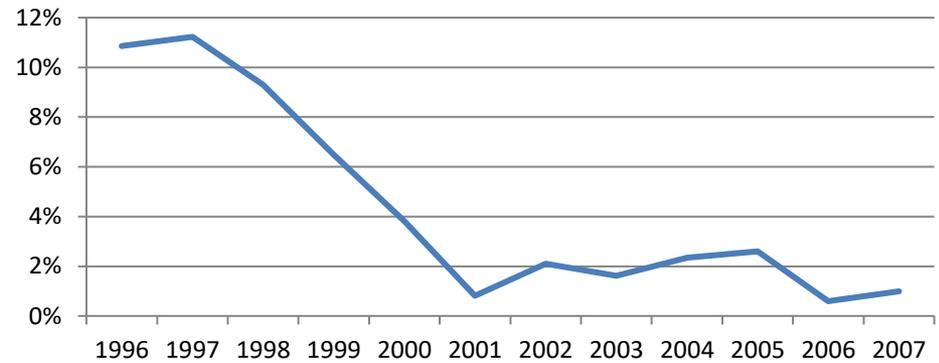
### 3. Investigación en competitividad minera

¿Cómo medimos este atractivo o competitividad por países?

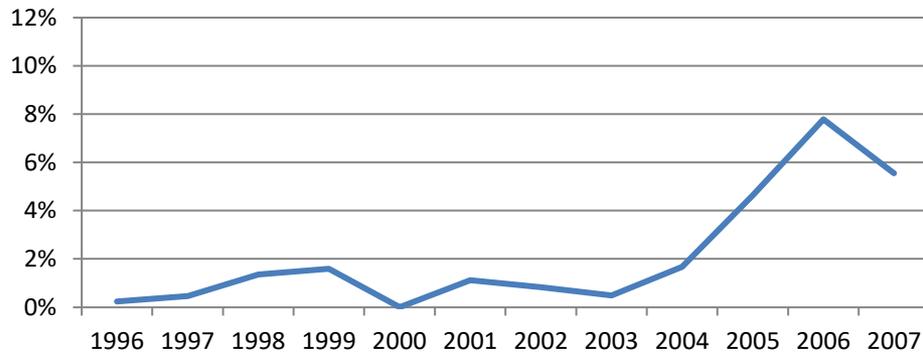
**Perú - Oro**



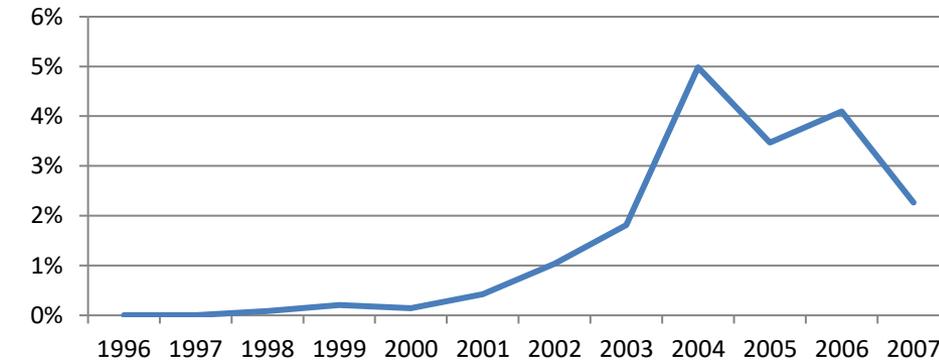
**Indonesia - Metales Base**



**Rusia - Oro**



**Mongolia - Metales Base**



# 3. Investigación en competitividad minera

¿Se puede sustentar la visión alternativa de competitividad en minería?  
¿Cómo medimos la influencia de los factores que la determinan?

Resources Policy 52 (2017) 65–71



Contents lists available at ScienceDirect

Resources Policy

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/resourpol](http://www.elsevier.com/locate/resourpol)



## Determinants of country competitiveness in attracting mining investments: An empirical analysis

J. Joaquín Jara

Departamento de Ingeniería de Minería, Pontificia Universidad Católica de Chile Av. Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile



Mineral Economics (2020) 33:231–243

<https://doi.org/10.1007/s13563-020-00230-7>

ORIGINAL PAPER



### ABSTRACT

This study contributes to the debate on the competitiveness of countries. The specific objectives of this work are: to bring empirical support to the alternative view which highlights the key role of country's investment climate; and to present cross-country econometric models and the economic theory, to understand how investment climate interact to define country's mining competitiveness.

The research shows that long-term mining competitiveness is not only a function of the geological potential of countries. The models corroborate that both, geological potential and investment climate are crucial to explain country's attractiveness. Moreover, the results suggest that investment climate variables are not developed individually and additive, but through an interaction effect.

Finally, the study identifies an "investment climate threshold area" in the investment climate space of countries with low investment climate depend on the interaction between investment climate. On the other hand, countries above this threshold are almost exclusively based on the mineral endowment of their territories. These results have significant consequences in country's strategic decisions for the mining industry.

## Attracting mining investments: the relationship between natural endowments and public policies

José Joaquín Jara<sup>1</sup> · Stefano Delucchi<sup>1</sup> · David Peters<sup>1</sup> · Gustavo Lagos<sup>1</sup> · Carlos Marquardt<sup>1</sup>

Received: 11 February 2020 / Accepted: 2 June 2020 / Published online: 15 June 2020

© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020

### Abstract

Mining jurisdictions avid to attract international investments to find and exploit their mineral deposits contend for international capitals. This led to policymakers, analysts, and companies to think about the factors affecting the competitiveness of mining districts. The traditional paradigm states that the capacity of a country or jurisdiction to attract investments and develop its local industry is a function exclusively of the quantity and quality of the ore deposits within its territory. On the other hand, the alternative view suggests that the previous conception is incomplete, because companies not only look for a good geologic potential but also for a favorable investment climate (Tilton 1992). Through cross-country econometric models covering the years 1996 to 2014, this work supports the alternative paradigm of mining competitiveness and tries to contribute to a better understanding of the relationship between the geological potential and the investment climate when determining the attraction of mining investments. The study concludes that, in order to develop a local mining industry, a country should have a wealthy natural endowment, but also it must offer a good investment climate. In addition, it shows that both variables are related through a multiplicative effect, but once public policies and other contextual variables reach certain reasonable levels (the "investment climate threshold"), jurisdictions compete almost exclusively based on its natural endowment. These results have significant implications for the implementation of public policies, especially in periods when mining contribution to social welfare is under scrutiny.

**Keywords** Competitiveness · Geologic potential · Investment climate · Cross-country models · Exploration expenditures · Index of economic freedom

### 3. Investigación en competitividad minera

- ¿Se puede sustentar la visión alternativa de competitividad en minería?
  - ¿Cómo medimos la influencia de los factores que la determinan?
- 

#### Objetivos y propuesta de la investigación:

- Usando nuestra propuesta de indicador de competitividad, entregar sustento empírico a la teoría alternativa de competitividad en minería
  - Encontrar una forma funcional de la relación entre Potencial Geológico y Clima de Inversión para explicar la competitividad de distintos distritos mineros alrededor del mundo
  - Extraer conclusiones que sirvan para diseñar políticas públicas tendientes a incrementar la competitividad minera de los países
-

### 3. Investigación en competitividad minera

Aproximación metodológica – Modelos de corte transversal (econometría)

---

Formulación general del modelo:

$$ICM_i = f(IPG_i, ICI_i) + \varepsilon_i$$

**Variables (proxies) para nuestro modelo:**

$ICM_i = Pexpl_i$ , participación del país  $i$  en los gastos de exploración mundiales (MEG, varios años)

$IPG_i = Pland_i$ , participación del país  $i$  en total de la superficie de los países considerados en la muestra (CIA, varios años)

$ICI_i = NIEF_i$ , índice de libertad económica normalizada del país  $i$  (WSJ, varios años)

Metodología de especificación – Expansiones de Taylor:

$$f(x) = f(x_0) + \nabla f(x_0)^T (x - x_0) + \frac{1}{2} (x - x_0)^T Hf(x_0)(x - x_0) + R(x)$$

$$PExpl_i = \beta_0 + \beta_1 Pland_i + \beta_2 Pland_i^2 + \beta_3 NIEF_i + \beta_4 NIEF_i^2 + \beta_5 Pland_i NIEF_i + \varepsilon_i$$

---

### 3. Investigación en competitividad minera

¿Se puede sustentar la visión alternativa de competitividad en minería?  
¿Cómo medimos la influencia de los factores que la determinan?

$$PExpl_i = \beta_0 + \beta_1 Pland_i + \beta_2 Pland_i^2 + \beta_3 NIEF_i + \beta_4 NIEF_i^2 + \beta_5 Pland_i NIEF_i + \varepsilon_i$$



Determinants of country competitiveness in attracting mining investments: An empirical analysis

J. Joaquín Jara

Departamento de Ingeniería de Minería, Pontificia Universidad Católica de Chile Av. Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile

#### ABSTRACT

This study contributes to the debate on the competitiveness of countries to attract mining investments. The specific objectives of this work are: to bring empirical support to the alternative view of mining competitiveness, which highlights the key role of country's investment climate; and to propose a methodology, based on cross-country econometric models and the economic theory, to understand how the geological potential and the investment climate interact to define country's mining competitiveness.

The research shows that long-term mining competitiveness is not solely determined by the geological potential of countries. The models corroborate that both, geological potential and investment climate, are crucial to explain country's attractiveness. Moreover, the results suggest that the relationship of these two variables is not developed individually and additive, but through an interaction of both terms.

Finally, the study identifies an "investment climate threshold area" in its final model. Mining competitiveness of countries with low investment climate depend on the interaction between their geological potential and investment climate. On the other hand, countries above this threshold compete for mining funds almost exclusively based on the mineral endowment of their territories. These findings could have relevant consequences in country's strategic decisions for the mining industry.

Mineral Economics (2020) 33:231–243  
<https://doi.org/10.1007/s13563-020-00230-7>

#### ORIGINAL PAPER

### Attracting mining investments: the relationship between natural endowments and public policies

José Joaquín Jara<sup>1</sup> · Stefano Delucchi<sup>1</sup> · David Peters<sup>1</sup> · Gustavo Lagos<sup>1</sup> · Carlos Marquardt<sup>1</sup>

Received: 11 February 2020 / Accepted: 2 June 2020 / Published online: 15 June 2020  
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020

#### Abstract

Mining jurisdictions avid to attract international investments to find and exploit their mineral deposits contend for international capitals. This led to policymakers, analysts, and companies to think about the factors affecting the competitiveness of mining districts. The traditional paradigm states that the capacity of a country or jurisdiction to attract investments and develop its local industry is a function exclusively of the quantity and quality of the ore deposits within its territory. On the other hand, the alternative view suggests that the previous conception is incomplete, because companies not only look for a good geologic potential but also for a favorable investment climate (Tilton 1992). Through cross-country econometric models covering the years 1996 to 2014, this work supports the alternative paradigm of mining competitiveness and tries to contribute to a better understanding of the relationship between the geological potential and the investment climate when determining the attraction of mining investments. The study concludes that, in order to develop a local mining industry, a country should have a wealthy natural endowment, but also it must offer a good investment climate. In addition, it shows that both variables are related through a multiplicative effect, but once public policies and other contextual variables reach certain reasonable levels (the "investment climate threshold"), jurisdictions compete almost exclusively based on its natural endowment. These results have significant implications for the implementation of public policies, especially in periods when mining contribution to social welfare is under scrutiny.

**Keywords** Competitiveness · Geologic potential · Investment climate · Cross-country models · Exploration expenditures · Index of economic freedom

- Modelos A, B, C, D y E, con una, dos, tres, cuatro y cinco variables explicativas respectivamente
- Jara (2017) estima los modelos de corte transversal sólo para el año 2014
- Jara et al. (2020) estima los mismos modelos pero para los años 1996 a 2014

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara (2017) – Tabla 1. Estimación modelos A

Models	A1	A2	A3	A4	A5
$\beta_0$	0,0017 (1,2159)	0,0057 (3,6056)	-0,0299 (-2,6351)	-0,0136 (-2,2986)	0,0012 (1,0107)
$\beta_1 (Pland_i)$	0,7902 (11,6046)				
$\beta_2 (Pland_i^2)$		5,7679 (7,6936)			
$\beta_3 (NIEF_i)$			0,0640 (3,3999)		
$\beta_4 (NIEF_i^2)$				0,0598 (3,8656)	
$\beta_5 (Pland_i \times NIEF_i)$					1,4064 (15,4900)
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	<b>0,5249</b>	<b>0,3247</b>	<b>0,0803</b>	<b>0,1033</b>	<b>0,6638</b>
<b>N</b>	122	122	122	122	122
<b>Degrees of freedom</b>	120	120	120	120	120

Jara 2017. Determinants of country competitiveness in attracting mining investments: An empirical analysis. Resources Policy 52, 65-71.

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara (2017) – Tabla 2. Estimación modelos B

Modelos	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
$\beta_0$	-0,0015 (-1,0748)	-0,0317 (-4,1732)	-0,0166 (-4,2135)	0,0020 (2,0180)	-0,0295 (-3,1973)	-0,0141 (-2,9458)	-0,0008 (-0,7438)	0,1639 (3,4741)	-0,0213 (-3,2245)	-0,0113 (-3,2795)
$\beta_1 (PLand_i)$	1,6202 (9,3575)	0,7759 (12,2469)	0,7685 (12,3001)	-1,6283 (-7,3901)						
$\beta_2 (PLand_i^2)$	-8,2075 (-5,1326)				5,6573 (7,9666)	5,6087 (8,0097)	-6,2328 (-6,5483)			
$\beta_3 (NIEF_i)$		0,0562 (4,4673)			0,0591 (3,8683)			-0,6025 (-3,7890)	0,0381 (3,4571)	
$\beta_4 (NIEF_i^2)$			0,0508 (4,9216)			0,0545 (4,3506)		0,5581 (4,2173)		0,0350 (3,8382)
$\beta_5 (PLand_i \times NIEF_i)$				3,9267 (11,2419)			2,3458 (14,3585)		1,3602 (15,4686)	1,3472 (15,4179)
Adjusted R <sup>2</sup>	<b>0,6077</b>	<b>0,5897</b>	<b>0,6019</b>	<b>0,7676</b>	<b>0,3951</b>	<b>0,4125</b>	<b>0,7508</b>	<b>0,1931</b>	<b>0,6919</b>	<b>0,6984</b>
N	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122
Degrees of freedom	119	119	119	119	119	119	119	119	119	119

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara et al. (2020) – Tablas 3. Estimación modelos A y B

Year	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
1996	0.2383	0.0815	0.1753	0.2069	0.3900	0.4622	0.3716	0.3948	0.6825	0.2469	0.2776	0.6835	0.2337	0.4664	0.4811
1997	0.2611	0.0967	0.1531	0.1836	0.4208	0.4758	0.3911	0.4148	0.6991	0.2473	0.2773	0.675	0.2181	0.4956	0.5114
1998	0.2462	0.0946	0.1341	0.1609	0.3799	0.4256	0.3517	0.3737	0.6676	0.2163	0.2432	0.644	0.1995	0.4411	0.4567
1999	0.2289	0.0804	0.1547	0.1917	0.3596	0.4277	0.3542	0.3855	0.7254	0.2201	0.2567	0.6564	0.2393	0.4393	0.4634
2000	0.2797	0.1122	0.1495	0.1842	0.4325	0.4707	0.396	0.4224	0.7604	0.2482	0.2814	0.6844	0.2296	0.4993	0.5179
2001	0.2713	0.1032	0.1490	0.1708	0.4325	0.4872	0.4014	0.4170	0.7091	0.2552	0.2748	0.6686	0.1849	0.5103	0.5199
2002	0.3320	0.1617	0.1485	0.1711	0.5053	0.483	0.4631	0.4770	0.7366	0.3183	0.3362	0.6693	0.1892	0.5786	0.5865
2003	0.3134	0.1502	0.1616	0.1799	0.4748	0.4521	0.4401	0.4520	0.7382	0.3091	0.3239	0.6463	0.191	0.5488	0.5558
2004	0.3934	0.2175	0.1657	0.1867	0.5498	0.5054	0.5099	0.5229	0.7713	0.3663	0.3832	0.6945	0.2036	0.6137	0.6211
2005	0.4479	0.2674	0.1722	0.1907	0.6036	0.5392	0.5487	0.5576	0.7674	0.4144	0.4264	0.7024	0.2022	0.6507	0.6548
2006	0.4586	0.276	0.1596	0.1794	0.6081	0.5487	0.5502	0.5587	0.7507	0.4069	0.4200	0.7039	0.1924	0.6479	0.6512
2007	0.4437	0.2731	0.1600	0.1854	0.6123	0.5202	0.5473	0.5592	0.7819	0.4118	0.4291	0.713	0.2162	0.6582	0.6633
2008	0.4277	0.2461	0.1947	0.2334	0.6187	0.5348	0.5605	0.5804	0.7997	0.4234	0.4505	0.739	0.2948	0.6800	0.6896
2009	0.4980	0.3167	0.0962	0.1248	0.6484	0.5606	0.5636	0.5773	0.7541	0.3945	0.4142	0.7279	0.1831	0.6747	0.6805
2010	0.4341	0.2503	0.0848	0.1124	0.6154	0.5378	0.5027	0.5202	0.8016	0.3255	0.3474	0.7463	0.1647	0.6464	0.6549
2011	0.4337	0.2475	0.1010	0.1352	0.6207	0.5435	0.5127	0.5340	0.8253	0.3358	0.3632	0.7616	0.2130	0.6574	0.6682
2012	0.4447	0.2522	0.1037	0.1284	0.6237	0.5565	0.5238	0.5388	0.8157	0.3428	0.3621	0.7620	0.1741	0.6622	0.6701
2013	0.5007	0.3065	0.0812	0.1059	0.6514	0.5925	0.5690	0.5834	0.7757	0.3780	0.3972	0.7488	0.1868	0.6825	0.6900
2014	0.5209	0.3247	0.0802	0.1033	0.6610	0.6077	0.5865	0.6019	0.7676	0.3951	0.4125	0.7508	0.1931	0.6919	0.6983

	Both criteria are correct (statistical significance and signs of parameters)
	Sign criterion correct and significance criterion incorrect
	Sign criterion incorrect and significance criterion correct
	Both criteria are incorrect

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara (2017) – Tabla 3. Estimación modelos D y E

Models	D1	D2	D3	D4	D5	E
$\beta_0$	-0,0069 (-1,0288)	-0,0042 (-1,1401)	0,0572 (2,2310)	0,0500 (1,9295)	0,0648 (2,1706)	0,0505 (1,9831)
$\beta_1 (PLand_i)$	-0,9493 (-2,5803)	-0,8941 (-2,4228)	-1,4064 (-5,5981)		1,4724 (9,4324)	-0,8360 (-2,2946)
$\beta_2 (PLand_i^2)$	-3,0540 (-2,1957)	-3,1313 (-2,2622)		-5,2164 (-5,5197)	-7,2312 (-5,0737)	-2,9156 (-2,1337)
$\beta_3 (NIEF_i)$	0,0129 (1,1811)		-0,2007 (2,2951)	-0,2019 (-2,3017)	-0,2838 (-2,8285)	-0,1873 (-2,1681)
$\beta_4 (NIEF_i^2)$		0,0135 (1,4615)	0,1772 (2,3946)	0,1927 (2,6178)	0,2842 (3,3968)	0,1704 (2,3359)
$\beta_5 (PLand_i \times NIEF_i)$	3,3203 (7,3983)	3,2394 (7,1452)	3,5265 (8,6684)	2,1110 (12,5945)		3,0782 (6,8024)
Adjusted R <sup>2</sup>	<b>0,7739</b>	<b>0,7753</b>	<b>0,7756</b>	<b>0,7742</b>	<b>0,6979</b>	<b>0,7822</b>
N	122	122	122	122	122	122
Degrees of freedom	117	117	117	117	117	117

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara et al. (2020) – Tabla 6. Estimación modelos C, D y E

Year	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3	D4	E
1996	<b>0.7174</b>	0.6752	0.6752	0.6879	0.6887	0.4894	<b>0.7112</b>	<b>0.7112</b>	0.6682	0.6817	0.7044
1997	<b>0.7129</b>	0.6936	0.6939	0.6884	0.6920	0.528	0.709	<b>0.7101</b>	0.6943	0.6918	0.7091
1998	<b>0.7000</b>	0.6631	0.6621	0.6553	0.6589	0.4839	0.6944	<b>0.6946</b>	0.6657	0.6605	0.6945
1999	<b>0.7471</b>	0.7239	0.7212	0.6818	0.6902	0.5020	0.742	0.7421	0.7385	0.701	<b>0.7542</b>
2000	<b>0.7645</b>	0.7584	0.7568	0.7004	0.7063	0.5454	0.7605	0.7600	0.7664	0.7132	<b>0.7678</b>
2001	<b>0.7109</b>	0.7042	0.7044	0.6850	0.6880	0.5206	0.708	<b>0.7086</b>	0.6986	0.6851	0.7032
2002	0.7313	0.7333	<b>0.7337</b>	0.6887	0.6923	0.5858	0.7277	0.7283	<b>0.7292</b>	0.6907	0.7236
2003	0.7333	0.7345	<b>0.7346</b>	0.6656	0.6687	0.5546	<b>0.7293</b>	<b>0.7293</b>	<b>0.7293</b>	0.6666	0.7238
2004	0.7674	0.7680	<b>0.7681</b>	0.7139	0.7168	0.6231	0.7643	<b>0.7645</b>	0.7637	0.7151	0.7600
2005	0.7639	<b>0.7642</b>	0.7641	0.7136	0.7154	0.6523	<b>0.7604</b>	0.7603	0.7599	0.7125	0.756
2006	0.7467	<b>0.7468</b>	0.7467	0.7126	0.7133	0.6475	0.7428	0.7426	<b>0.7429</b>	0.7086	0.7386
2007	0.7783	<b>0.7784</b>	0.7784	0.7246	0.7263	0.663	<b>0.7747</b>	0.7746	<b>0.7747</b>	0.7232	0.7709
2008	0.7964	0.7982	<b>0.7987</b>	0.755	0.7592	0.6976	0.7948	0.7953	<b>0.7965</b>	0.7627	0.7932
2009	<b>0.7537</b>	0.7525	0.7529	0.7309	0.7335	0.6886	0.7521	<b>0.7525</b>	0.7522	0.7362	0.7521
2010	<b>0.8023</b>	0.7998	0.7999	0.7545	0.7580	0.6690	0.8006	0.8007	0.7997	0.7642	<b>0.8011</b>
2011	<b>0.8257</b>	0.8237	0.8240	0.7720	0.7763	0.6905	0.8241	0.8244	0.8246	0.7858	<b>0.8256</b>
2012	<b>0.8178</b>	0.8145	0.8148	0.7741	0.7776	0.6827	0.8171	0.8176	0.8156	0.7836	<b>0.8188</b>
2013	<b>0.7787</b>	0.7744	0.7752	0.7605	0.7640	0.7110	0.7785	0.7798	0.7820	0.7742	<b>0.7866</b>
2014	<b>0.7731</b>	0.7665	0.7674	0.7630	0.7660	0.7178	0.7739	0.7753	0.7756	0.7742	<b>0.7822</b>

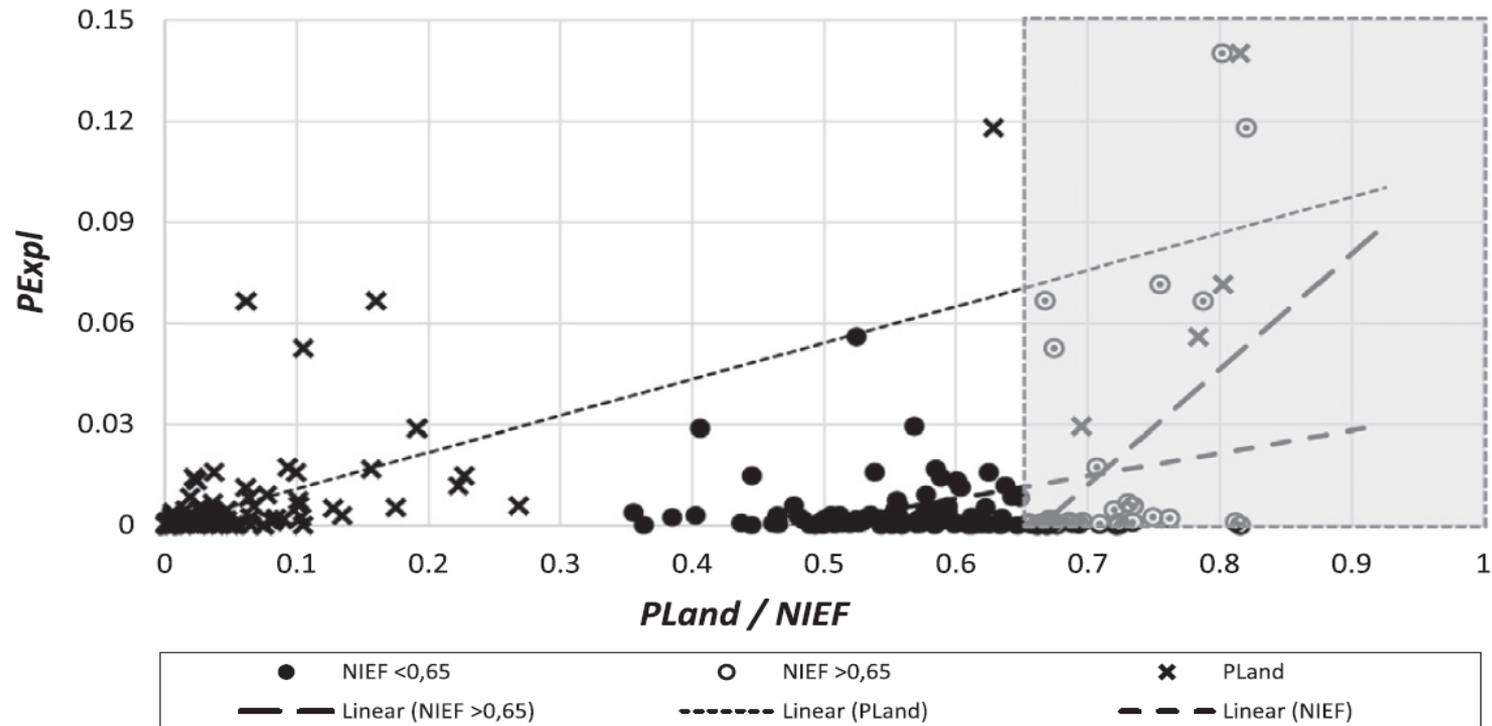
	Both criteria are correct (statistical significance and signs of parameters)
	Sign criterion correct and significance criterion incorrect
	Sign criterion incorrect and significance criterion correct
	Both criteria are incorrect

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara (2017) – Figura 1

Posibles explicaciones:

- Colinealidad entre variables
- Modelo no lineal (no aproximable por expansión de Taylor de grado 2)
- Quiebre estructural



### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara (2017)

---

Posible solución – construcción de un modelo de quiebre estructural:

$$PE_{expl_i} = \phi_0 + \phi_1 Pland_i * d_{x,i} + \phi_2 Pland_i NIEF_i * (1 - d_{x,i}) + \varepsilon_i$$

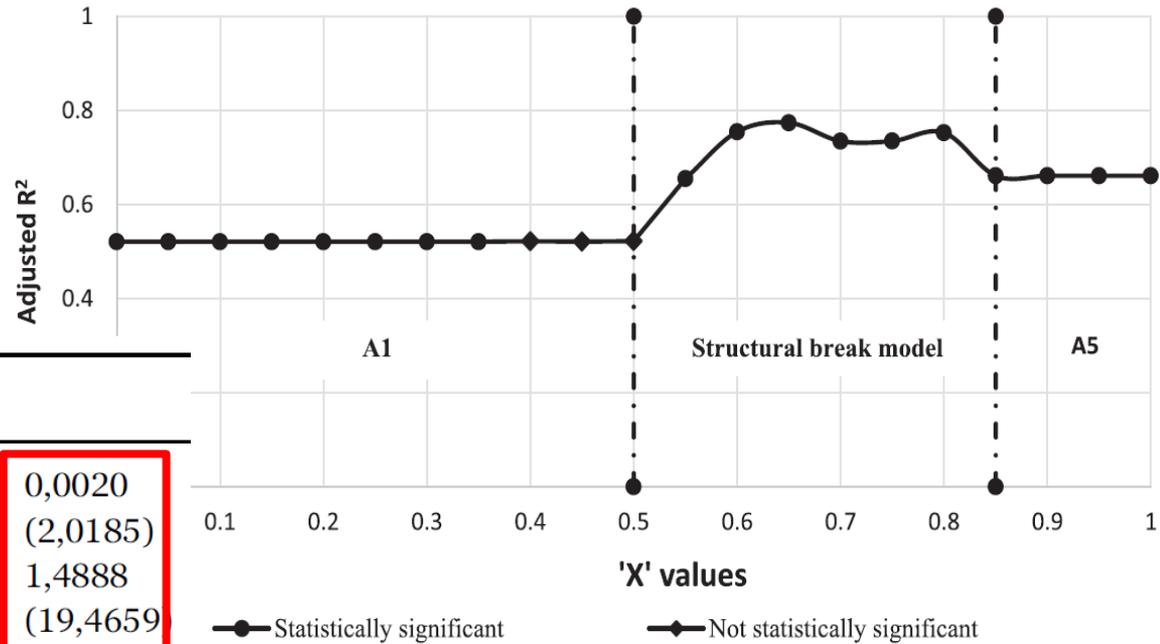
$$d_{x,i} = \begin{cases} 0 & \text{si } NIEF_i < x, \quad \text{siendo } 0 < x < 1 \\ 1 & \text{si } NIEF_i \geq x, \quad \text{siendo } 0 < x < 1 \end{cases}$$

Valores de x entre 0,55 y 0,80 muestran resultados significativos, que mejoran la estimación anterior y que están acorde con el comportamiento esperado para los estimadores, siendo x = 0,66 el valor óptimo encontrado

---

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara (2017) – Figura 2 y Tabla 4. Estimación modelo final



#### Final Model

$\phi_0$	0,0020 (2,0185)
$\phi_1 (PLand_i \times D_{66})$	1,4888 (19,4659)
$\phi_2 (PLand_i \times NIEF_i \times (1 - D_{66}))$	0,8095 (7,6022)
Adjusted R <sup>2</sup>	<b>0,7740</b>
N	122
Degrees of freedom	119

### 3. Investigación en competitividad minera

Resultados artículo Jara et al. (2020) – Tabla 6. Estimación modelos finales

Year	adj. $R^2$	'x'	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	Obs. (n)		Period	adj. $R^2$	'x'	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	Obs. (n)
						Above 'x'	Below 'x'							
1996	0.5439	0.74	0.006	1.685	0.760	4	44	1996–2000	0.5781	0.73	0.006	1.717	0.725	277
1997	0.5655	0.73	0.006	1.611	0.754	5	53	1997–2001	0.5637	0.73	0.006	1.674	0.767	282
1998	0.5615	0.74	0.007	1.703	0.669	4	55	1998–2002	0.6837	0.70	0.007	1.677	0.478	277
1999	0.6117	0.70	0.007	1.840	0.572	6	48	1999–2003	0.7415	0.68	0.006	1.673	0.332	273
2000	0.5637	0.73	0.005	1.738	0.857	5	53	2000–2004	0.7621	0.67	0.005	1.705	0.417	276
2001	0.4959	0.73	0.005	1.488	0.954	5	48	2001–2005	0.7681	0.66	0.005	1.690	0.495	278
2002	0.7589	0.62	0.002	1.682	0.479	23	30	2002–2006	0.7709	0.63	0.003	1.633	0.545	287
2003	0.7808	0.64	0.003	1.856	0.433	19	36	2003–2007	0.7842	0.63	0.003	1.651	0.584	298
2004	0.8322	0.64	0.003	1.779	0.539	18	39	2004–2008	0.8175	0.63	0.003	1.689	0.638	308
2005	0.8202	0.65	0.004	1.629	0.634	11	49	2005–2009	0.8098	0.63	0.002	1.655	0.689	369
2006	0.7999	0.62	0.003	1.575	0.680	20	42	2006–2010	0.8089	0.63	0.002	1.683	0.691	428
2007	0.8363	0.62	0.002	1.795	0.671	22	42	2007–2011	0.8087	0.64	0.002	1.711	0.680	481
2008	0.8293	0.63	0.003	1.725	0.606	19	46	2008–2012	0.8074	0.64	0.002	1.687	0.662	541
2009	0.7760	0.63	0.002	1.581	0.801	38	80	2009–2013	0.7973	0.65	0.002	1.647	0.687	599
2010	0.8093	0.65	0.002	1.776	0.636	31	88	2010–2014	0.7938	0.66	0.002	1.625	0.693	603
2011	0.8166	0.66	0.002	1.714	0.602	29	86							
2012	0.8217	0.65	0.002	1.662	0.601	31	93							
2013	0.7815	0.67	0.002	1.515	0.752	29	94							
2014	0.7739	0.66	0.002	1.489	0.809	32	90							

### 3. Investigación en competitividad minera

#### Conclusiones del proyecto de investigación

---

- Los resultados del estudio permiten sostener que:
    - Existe evidencia para sustentar la teoría alternativa de la competitividad en minería
    - La competitividad en minería estaría explicada por una interrelación entre el potencial geológico y el clima de inversión para la minería de los distritos mineros
    - A medida que el clima de inversión mejora, la competitividad de los distritos mineros se basa cada vez más en el potencial geológico de estos
    - **Por lo tanto, países con distinto grado de desarrollo de su sector minero necesitan diferentes estrategias/políticas públicas para mejorar su competitividad**
-

### 3. Investigación en competitividad minera

#### Conclusiones del proyecto de investigación

---

- A pesar de los resultados positivos del estudio, se puede comentar que:
    - El uso de la superficie de los países como proxy para el potencial geológico presenta algunos problemas que deben ser mejorados
    - El uso del índice de libertad económica debe ser complementado con otras variables (legislación minera, nivel impositivo, etc) para generar una mejor proxy para el clima de inversión minero
    - Un análisis temporal (modelos de datos de panel) y desagregado por commodity mineral puede mejorar sustancialmente los resultados del estudio y entregar mayor evidencia sobre la toma de decisiones de inversión de las empresas mineras
-

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION!!!

¿CONSULTAS?

---

José Joaquín Jara D.

Curso de Minería para Periodistas  
**Sociedad Nacional de Minería**

Departamento de Ingeniería de Minería UC  
Octubre 2023