

## Empleo en industrias extractivas del Perú: un análisis espacial o geográfico\*

MARIO D. TELLO\*\*

### RESUMEN

El trabajo estima los efectos espaciales o geográficos del empleo, valor de producción e ingresos de los hogares en los centros de producción de once productos mineros sobre la participación laboral en los sectores primario, secundario y terciario de áreas geográficas cercanas y distantes a dichos centros. Basado en una especificación dinámica espacial 'Durbin', los resultados señalan que los efectos 'directos' de cambios de los ingresos y el valor de producción en los centros mineros sobre la participación del empleo (formal e informal) han sido, para la mayoría de las estimaciones (específicamente en el 69,4% de los casos) estadísticamente significativos. En cambio, los efectos 'directos' del empleo formal de los centros mineros sobre las mismas participaciones en la mayoría de los casos (específicamente en el 61,1%) no han sido estadísticamente significativos. Sin embargo, y a diferencia de los efectos de ingresos o de producción, los efectos del empleo formal en los centros mineros han tenido un componente indirecto o de derramamiento-'*spillover*' espacial o geográfico estadísticamente significativo sobre el empleo (particularmente de los informales de los sectores) secundario, terciario y en menor medida en el primario. Estos efectos espaciales han significado que cambios en el empleo formal minero en los centros de producción inciden en el empleo (básicamente informal) secundario, terciario y primario (en ese orden) en las áreas geográficas cercanas a dichos centros de producción. Los efectos indirectos geográficos de los ingresos o producción minera no han sido estadísticamente significativos para la mayor parte de dichos centros.

**Palabras clave:** efectos de corto y largo plazo y los respectivos directos e indirectos geográficos, empleo formal e informal, centros mineros.

**Códigos JEL:** N56, R29

---

\* El presente trabajo es un componente del proyecto «El Futuro de las Industrias Extractivas en América Latina y el Caribe: Retos y Oportunidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)» auspiciado por la Red Sudamericana de Economía Aplicada y es una versión acortada del Documento de Trabajo 7 de dicho proyecto. El autor agradece la asistencia de Franco Calle y de Carlos A. Pérez quien también apoyó en las instancias finales del proyecto. El agradecimiento se extiende al árbitro cuyos comentarios mejoraron la presentación del trabajo.

\*\* Profesor principal del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú.



## Extractive industry employment in Peru: A geographical or spatial analysis

### ABSTRACT

This paper estimates the spatial or geographic effects of employment, income and production value of eleven mining centers upon the share of employment of the primary, secondary and tertiary sectors from the geographic areas wherein these centers are located. Based upon a Spatial Durbin Model, SDM, the main estimation results points out that the 'direct effects' of the income or mining output generated in the geographic areas wherein the mining centers are located upon the share of employment in the primary, secondary and tertiary sectors of the same areas were statistically significant for most of the estimations (about 69,4% of them). Contrarily, these effects for the share of formal employment of the mining centers were not statistically significant for most of the estimations (about 61,1% of them). However, the 'indirect' geographic or spillovers effects of such an employment were significant particularly for the share of the informal employment of the secondary, tertiary and primary (in that order). These employment geographic spillovers effects has implied that changes in the formal employment share in the mining sectors were associated to changes in the informal employments shares of the secondary, tertiary and primary (in that order) of the geographic areas close to de mining production centers. The indirect effects of income and production value in the production centers were not significant.

**Keywords:** Short-term and long-term effects, and geographical direct and indirect effects, formal and informal labour, mining centers.

**JEL Codes:** N56, R29

## 1. INTRODUCCIÓN

Once productos de las industrias mineras y petroleras<sup>1</sup> cubrieron el 66,9% del valor total exportado y el 13% del producto interno bruto (PIB) de la economía peruana en 2014. Basado en la matriz insumo-producto de 356 sectores (incluyendo los once productos mineros y petroleros) de la economía peruana de 2007 (INEI, 2016a), Tello (2016) recientemente ha estimado los multiplicadores en producción y empleo de dichos productos señalando que los 'multiplicadores' de producción, ingresos, y consumo son mucho mayores que los respectivos de empleo. De otro lado, los multiplicadores de empleo son mayores para los trabajadores de alto y mediano grado de calificación y para los trabajadores formales. Este análisis 'agregado', sin embargo, no provee información de los efectos sobre el empleo en áreas geográficas cercanas a las zonas o centros de producción de la producción minera. El análisis espacial o geográfico de dichos efectos es el objetivo del presente trabajo.

---

<sup>1</sup> Estos son: petróleo crudo, líquido de gas natural, gas natural, cobre, oro, zinc, plata, hierro, plomo, estaño y molibdeno.

Desde el trabajo pionero de Paelinck y Klaassen (1979), los métodos de la econometría espacial o geográfica ha incursionado en el análisis económico de las áreas locales al interior de los países. Anselin (2009) hace un recuento histórico de treinta años de contribuciones y describe los diversos ‘modelos o especificaciones espaciales’. Una detallada presentación de clasificación de modelos espaciales o geográficos es expuesta en Elhorst (2014), Vega y Elhorst (2013) y Belotti, Hughes y Piano (2013). Los modelos o especificaciones espaciales comparten tres características. La primera es la «dependencia espacial» o la «autocorrelación» espacial. Así como en la ciencia econométrica estándar considera procesos autorregresivos temporales<sup>2</sup>, a nivel geográfico también existen procesos de autocorrelación espaciales<sup>3</sup>. Un ejemplo clásico es el precio de las casas. El valor de una casa depende de los valores de las casas cercanas a ella, cuanto más lejos es la distancia entre casas, menores serán los efectos sobre el valor de una casa de locación fija. La segunda característica es la «heterogeneidad espacial o geográfica». Esta se expresa en la «inestabilidad» de los parámetros asociados a las variables independientes. Esto significa que dichos parámetros varían de acuerdo a la ubicación geográfica. Alternativamente, dicha heterogeneidad se puede expresar en la «heterocedasticidad» del término estocástico de la especificación del modelo. La tercera y última característica de las especificaciones espaciales o geográficas es la introducción de una matriz cuadrada de constantes  $W=[w_{gil}]$ <sup>4</sup>. Esta matriz mide los efectos geográficos. Los elementos de esta matriz representan las distancias geográficas entre grupos distritales o áreas geográficas. LeSage (1999) y Viton (2010), entre muchos otros, presentan los diversos métodos para definir los elementos de distancia de la matriz de pesos  $W$ .

La especificación espacial, en adición de los efectos de corto alcance geográfico, permite identificar los efectos de largo alcance geográfico<sup>5</sup>. De acuerdo con Elhorst (2014) y Vega y Elhorst (2013) estos efectos representados por una matriz cuadrada tienen dos componentes: los efectos directos definidos por los elementos de la diagonal principal de la matriz de efectos y los indirectos definidos por los elementos fuera de la diagonal principal de dicha matriz. Este segundo componente mide los *spillovers* o efectos derramamientos de largo alcance geográfico, que pueden ser distintos a los de corto alcance geográfico.

Todos estos ‘efectos espaciales o geográficos’ serán estimados para el caso de los efectos de la producción, ingresos y empleo de los centros de producción mineros (de once productos) sobre la participación del empleo total de los sectores primario, secundario y terciario en áreas geográficas distantes y cercanas a dichos centros de producción.<sup>6</sup>

<sup>2</sup>  $Y_t = f(Y_{(t-1)})$ .

<sup>3</sup>  $Y_g = f(Y_i; d_i)$ ;  $g, i = 1.. N$ ;  $g \neq i$ ;  $g$  es una área geográfica,  $i$  es el índice de áreas geográficas,  $d_i$  es la distancia entre áreas geográficas y  $N$  es el número de dichas áreas.

<sup>4</sup> Kelejian y Robinson (1995) presentan una discusión de la determinación de la matriz  $W$ .

<sup>5</sup> Equivalentes a los efectos de largo plazo temporales.

<sup>6</sup> El sector primario comprende las ramas del 01 al 14 de la clasificación internacional industrial uniforme, revisión 3. El secundario las ramas del 15 al 45. El terciario de la 50 a la 99.

Para lograr ello, el trabajo se compone de cuatro secciones. La sección 1 describe una serie de características de los centros mineros sujeto de las estimaciones espaciales. La sección 2 presenta el modelo o especificación ad-hoc espacial a ser estimada y describe el método de estimación. La sección 3 presenta los resultados econométricos espaciales. La sección 4 resume las principales conclusiones del trabajo. El estudio se completa con una lista de referencias y un anexo de cuadros.

## 2. CENTROS DE PRODUCCIÓN MINERA EN EL PERÚ

El Cuadro 1 muestra la distribución porcentual regional de los 11 productos mineros en términos del valor de producción (VP) y la población económicamente activa ocupada (PEAO) total del Perú en 2014 y los principales productos mineros de cada región. Las Figuras 1 y 2 muestran la distribución del VP y la PEAO geográficamente por regiones del Perú. Las cifras del cuadro y figuras indican que tres regiones del Perú (Amazonas, Callao y San Martín) no tienen producción minera, lo cual redundaría negativamente en ellas en la distribución del canon minero<sup>7</sup>. Este efecto negativo en recepción de recursos del canon hasta 2014, también lo tenían las regiones de Apurímac, Lambayeque y Tumbes, con VP y generación de empleo minero muy pequeños con respecto a los valores nacionales. Por otro lado, siete regiones del Perú concentran el 83% del VP y el 48% de la PEAO de la minería, la mayoría de ellas concentradas en la región sur (de la costa y sierra) del Perú. La producción de cobre, oro y zinc domina en casi todas las regiones del Perú, mientras que en las regiones de la Amazonía y del norte del país (Ucayali, Loreto, Tumbes y Piura) domina la producción de petróleo.

Estudios de estos centros de producción han estado asociados a estudios de clusters u aglomeraciones. La literatura sobre aglomeraciones y *clusters* en la minería peruana es relativamente abundante<sup>8</sup>. La conclusión predominante de todos ellos es que en Perú no ha habido un desarrollo de *clusters* que reúnan todas las características que generan el desarrollo económico local<sup>9</sup> donde los centros mineros están ubicados (Figura 1). Más bien han existido incipientes avances en particulares centros mineros<sup>10</sup>.

<sup>7</sup> Porcentaje de las rentas mineras que se distribuye principalmente a las regiones que producen productos intensivos en el uso de recursos naturales.

<sup>8</sup> Los trabajos principales y en los cuales esta subsección se basa son: Baca y Quiñonez (2014), CNC (2013), Solano (2012), Mendoza (2011), Chiri (2010), Távora y Tello (2009), Glave y Kuramoto (2007), Torres (2003, 2000), Buitelaar (2001) y Kuramoto (1999, 2000).

<sup>9</sup> Estas características son listadas en Tello (2008).

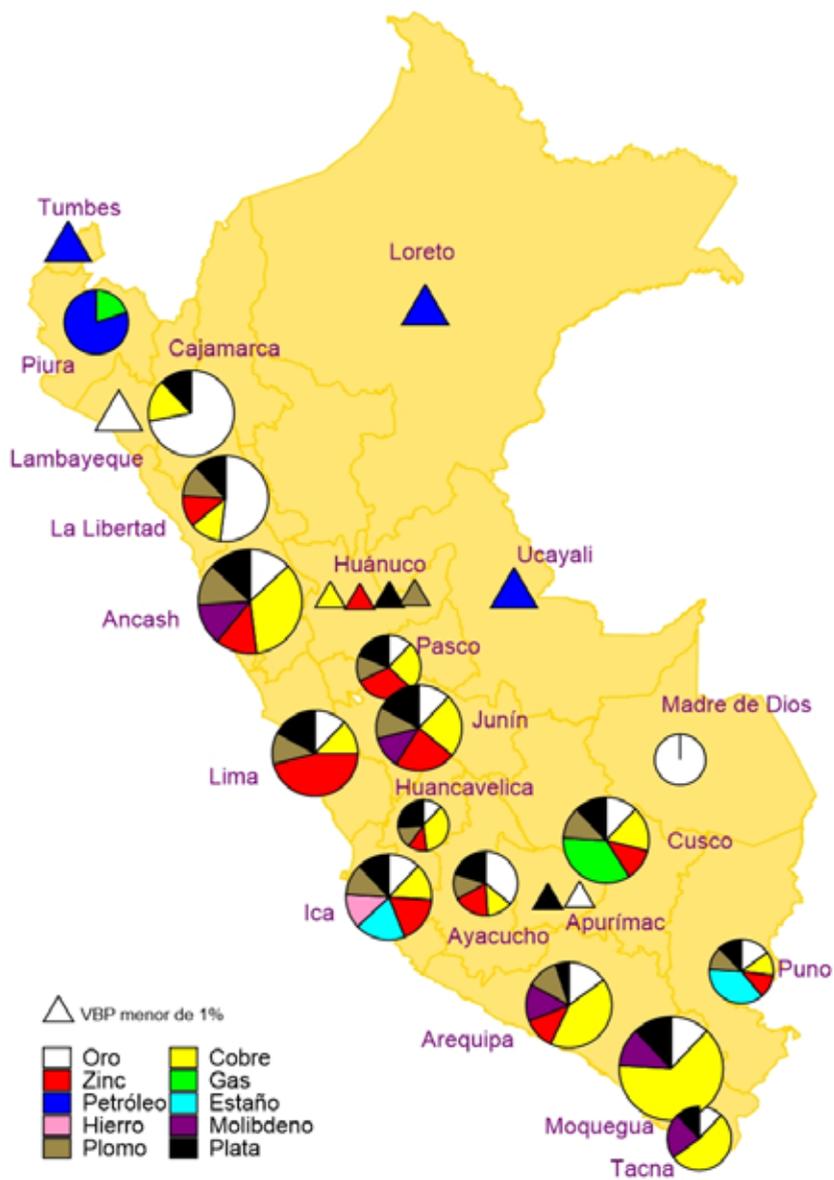
<sup>10</sup> Cabe señalar que para los productos metálicos (como oro, plata, cobre, plomo, hierro, etc.) el porcentaje de eslabonamientos hacia atrás (o compras de bienes y servicios, de aproximadamente el 29,2% del valor de producción) ha sido mayor que los eslabonamientos hacia adelante (o ventas al resto de sectores que no incluyen exportaciones, de aproximadamente el 15% del valor de producción).

**Cuadro 1. Distribución del valor de producción y empleo de los once productos mineros en el Perú por regiones, 2014**

Región	% del VP	% de la PEAO	Productos principales <sup>4</sup>
Amazonas			No hay productos
Áncash	11,07	7,37	Cobre, zinc y plata (96,47%)
Apurímac	0,000 <sup>1</sup>	0,01	Oro y plata (100%)
Arequipa	7,89	14,68	Cobre, oro y molibdeno (90,42%)
Ayacucho	2,37	4,72	Oro, plata y zinc (94,71%)
Cajamarca	6,93	4,51	Oro, cobre y plata (100%)
Callao			No hay productos
Cusco	9,54	4,52	Gas y cobre (99,44 %)
Huancavelica	1,08	4,98	Cobre, plata y plomo (88,71%)
Huánuco	0,41	0,5	Zinc, plata y plomo (90,83%)
Ica	6,15	8,47	Zinc, estaño y cobre (74,62%)
Junín	5,37	10,33	Cobre, zinc y plata (88,13%)
La Libertad	6,61	8,16	Oro (91, 67%)
Lambayeque	0,000 <sup>1</sup>	0,000 <sup>1</sup>	Oro (100%)
Lima	6,52	7,32	Zinc, plata y cobre (90%)
Loreto	0,23	1,95	Petróleo (100%)
Madre de Dios	1,10	8,64	Oro (100%)
Moquegua	17,11	0,12	Cobre (90,57%)
Pasco	4,71	6,16	Zinc, cobre y plata (83,57%)
Piura	4,43	4,26	Petróleo (91,67%)
Puno	2,34	1,52	Estaño y oro (91, 84%)
San Martín			No hay productos
Tacna	3,90	1,72	Cobre y molibdeno (92,14%)
Tumbes	0,003	0,000 <sup>1</sup>	Petróleo (100%)
Ucayali	0,02	0,08	Petróleo (100%)
<b>Total (%)</b>	<b>97,78</b>	<b>100</b>	<b>Cobre, oro y zinc (72,43%)</b>
<b>Total</b>	<b>91191<sup>2</sup></b>	<b>150544<sup>3</sup></b>	

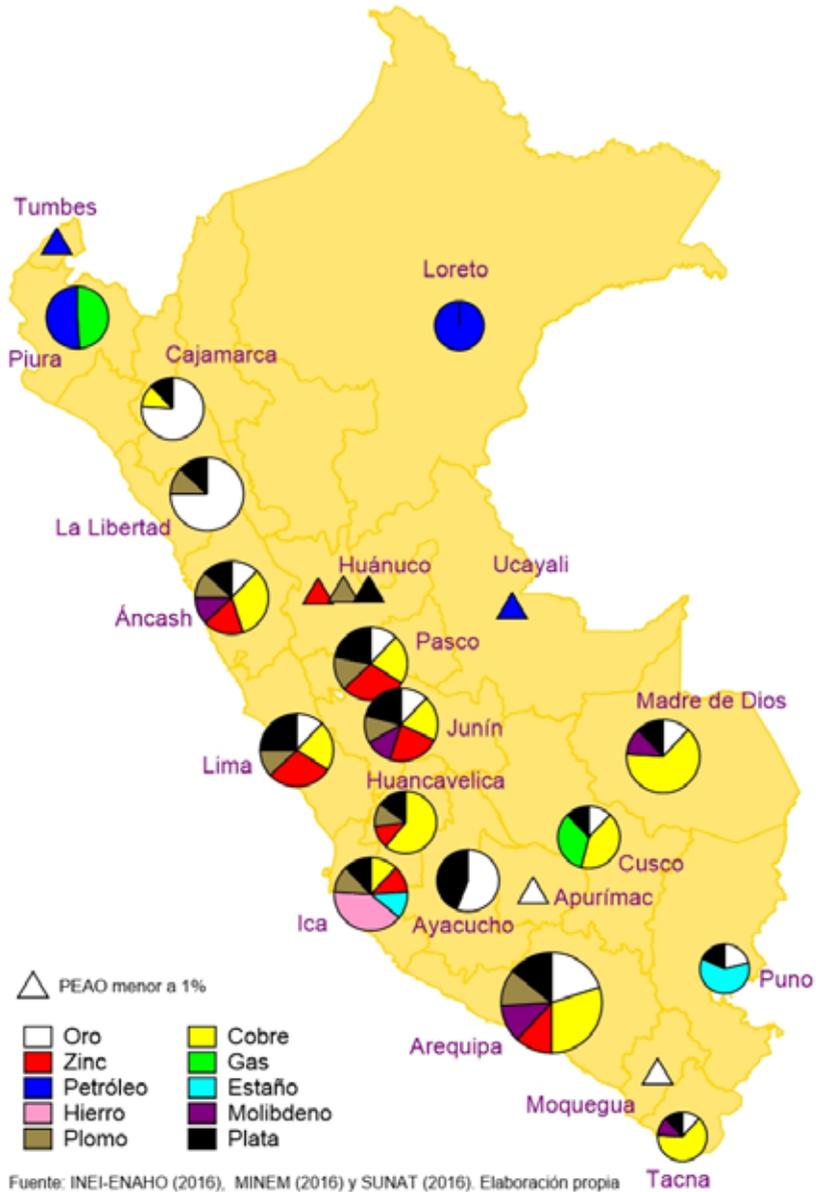
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEI-ENAH0 (2016), Sunat (2016), Minem (2016) y Cuadro A1 que figura en el anexo. <sup>1</sup>Regiones donde el porcentaje de participación del VBP o empleo es menor a 0,0001%. <sup>2</sup>Valor en millones de soles estimado de la producción minera de acuerdo al ratio de la participación del valor de las exportaciones mineras del valor de producción de la matriz insumo producto de 2007. <sup>3</sup>PEAO en número de trabajadores estimada de la minería de ENAH0 2014 (INEI-ENAH0, 2016). <sup>4</sup>Los porcentajes en paréntesis expresan las participaciones de los tres principales productos de la región con respecto al valor de producción de los 11 productos mineros de la misma región.

Figura 1. Distribución geográfica de los centros mineros por el valor de producción de los principales productos mineros por región, 2014



Fuente: MINEM (2016). Elaboración propia

Figura 2. Distribución geográfica de los centros mineros por el empleo de los principales productos mineros por región, 2014



Por ejemplo, los proyectos de plomo y zinc de Tamboraque ubicado en el distrito de San Mateo, provincia de Huarochirí, región Lima (Kuramoto, 2000); el de oro de Yanacocha ubicado en el distrito, provincia y la región Cajamarca (Kuramoto, 1999); y el proyecto de cobre de la Southern Perú Copper Corporación en sus plantas de Toquepala, región Tacna, provincia de Jorge Basadre, distrito de Ilabaya, y Cuajone, distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto y región de Moquegua (Torres, 2000). La conclusión señalada se basa principalmente en los siguientes resultados de los trabajos que abordaron el tema para el caso peruano:

- i) De acuerdo con Baca y Quiñones (2014), una explicación del incipiente desarrollo de *clusters* se debe a la falta de encadenamientos hacia adelante, lo cual evita transformar la materia prima minera en productos con mayor valor agregado. Esto se explica porque las grandes empresas mineras, en su mayoría transnacionales, tradicionalmente operan de una forma que ubica la transformación del mineral en sus países de origen (naciones industrializadas con mayor desarrollo tecnológico para el procesamiento de dichos recursos) y por el pequeño tamaño de la economía peruana, la cual no tiene capacidad para absorber volúmenes significativos de mineral procesado<sup>11</sup>.

Por otro lado, estos autores agregan que si bien existen encadenamientos hacia atrás, estos son incipientes. Así, las compras locales de las empresas mineras se limitan a la adquisición de bienes de baja complejidad tecnológica, hecho promovido por las propias empresas como estrategia de relacionamiento para lograr la licencia social. Esta forma de conseguir dicho objetivo puede generar distorsiones en el mercado, pues en algunos casos no se compra por motivos de calidad o cantidad. De hecho, los proveedores locales muchas veces no han podido satisfacer la cantidad de la demanda, porque no tienen la capacidad productiva ni el nivel de tecnología necesarios. Los proveedores locales ofrecen principalmente servicios de transporte, movimiento de tierras, construcción, maquinaria pesada, alimentación, etc.

Sobre el papel de la política pública, estos autores afirman que el principal obstáculo que limita el desarrollo de un *cluster* minero en el Perú ha sido la inexistencia de políticas públicas que promuevan su desarrollo, tal como manifiestan representantes de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía y de la Sociedad Nacional de Industrias, así como diversos proveedores mineros. Finalmente, concluyen que la actividad económica que más se ha destacado en la cadena de valor de la industria minera ha sido la metalmecánica. Se trata de un encadenamiento hacia atrás cuyo valor agregado es muy alto y que se ha constituido en un *cluster* auxiliar minero que enlaza las regiones de Lima y Arequipa. La razón fundamen-

---

<sup>11</sup> Este es el caso también de Chile: el 99% de su producción de cobre, a pesar de ser el primer productor del mundo, se exporta con poco valor agregado como cátodo o concentrado.

tal de su éxito es la especialización en el negocio de proveer bienes y/o servicios a las empresas mineras. Dentro de estos bienes se encuentran productos de los sectores metalmecánico, químico y siderometalúrgico, destinados a abastecer los principales procesos mineros. Dentro de los servicios se encuentra el montaje y mantenimiento de las minas. Sin embargo, existen limitaciones para la estandarización de la calidad de los procesos y el logro de mejoras tecnológicas.

- ii) Similares argumentos presenta Kuramoto (1999) para el caso de Yanacocha. Esta autora afirma que los eslabonamientos con los productores locales han sido débiles debido a cuellos de botella tecnológicos e institucionales. En un posterior trabajo, Kuramoto (2001), en su análisis de las aglomeraciones de Cerro de Pasco, Yanacocha y Southern Peru Copper Corporation, encuentra que proveedores nacionales no han podido reunir los requerimientos de empresas grandes. Adicionalmente, los procedimientos de adquisición internacional sobre las condiciones financieras favorecieron a los proveedores extranjeros;
- iii) Torres (2003), en su análisis de Southern Peru Copper Corporation y Cuajone, encuentra fuertes encadenamientos con firmas locales. Así, el 85% del valor de los insumos de operación fue abastecido por empresas nacionales, de la misma forma que el 35% del valor de la maquinaria y equipos tuvo un origen de manufactura nacional<sup>12</sup>. El autor también concluye que los encadenamientos hacia adelante fueron débiles. El refinado cobre se exporta sin ningún procesamiento;
- iv) Kuramoto (2000) analiza la formación (incipiente) de un *cluster* a través del proyecto de ‘Tamboraque’ donde las características de la acumulación tecnológica, los procesos de imitación y transferencia tecnológica de las empresas participantes en un proyecto pueden ser replicados o emulados con relativa facilidad si se disponen de los agentes y recursos necesarios para ello. El proyecto, de acuerdo con Kuramoto, es un ejemplo de cómo una empresa pequeña —con una capacidad de tratamiento de 200 t diarias— hizo esfuerzos por acumular capacidades tecnológicas que le permitieron adoptar una estrategia de expansión —aumentando su capacidad a 600 t diarias— y de diversificación de su producción, iniciando la recuperación de oro a través de la utilización de una tecnología nueva para el mercado peruano como la lixiviación bacteriana. Este proyecto también es ejemplo de cómo la innovación tecnológica requiere de la participación activa de varios agentes y cómo esta colaboración redundante en la generación y acumulación de capacidades tecnológicas para cada una de las partes involucradas.

---

<sup>12</sup> Estos resultados son similares al de Baca y Quíñones (2014). Del total de compras de los productos metálicos (incluyendo el cobre), cerca del 60% (del valor total de compras) corresponden a servicios de electricidad, transporte, comercialización, y de extracción minera, y diésel. Estos servicios y el diésel son mayormente provistos por empresas nacionales.

En el trabajo de Baca y Quiñones (2014), Kuramoto señala que el proyecto de *cluster* de Tamboraque tuvo corta duración debido a los problemas financieros de la empresa líder del proyecto, la cual no dispuso de suficientes reservas de material a procesar (plomo y zinc), por lo que el banco Wiese se tuvo que hacer cargo del mismo.

- v) Aunado a los problemas de encadenamiento, los conflictos sociales han sido la norma en las relaciones de las empresas mineras y las comunidades adyacentes al centro minero. Glave y Kuramoto (2007) hacen un recuento de estos conflictos, particularmente asociados a los detrimentos ambientales que origina la minería<sup>13</sup>.

Los autores de los estudios de casos analizados en la literatura peruana han postulado también una serie de sugerencias de políticas relacionadas a la formación de *clusters* que incidan en el desarrollo local donde se ubican los centros mineros. Las dos propuestas más destacables son, por un lado, que los tres estamentos del gobierno (central, regional y local) deben formular políticas que promocionen los *clusters*, particularmente alrededor de la minería (Kuramoto, 2016). Así, el gobierno debería reducir los costos de transacción por fallas de mercado en la industria minera, particularmente para eliminar los cuellos de botella tecnológicos en la industria. También sería necesario que impulsara la creación de instituciones especializadas del Estado que permitieran avanzar en la certificación y estandarización de los proveedores locales, así como en la institucionalización de la promoción de la calidad y la certificación empresarial. Adicionalmente, el gobierno tendría que promover la formalidad y productividad de las pequeñas y medianas empresas (pyme) y mejorar las coordinaciones entre los sectores público y privado, al momento de fomentar las iniciativas productivas.

De otro lado, según Buitelaar (2001), cuatro estrategias serían indispensables para el desarrollo de las aglomeraciones mineras: la primera se refiere al mejoramiento de las ventajas competitivas de la actividad existente, tales como potenciar la capacidad local de innovación. La segunda refiere a la necesidad de elaborar productos derivados. La tercera, a la incursión en la fabricación de bienes de capital para la minería. La última refiere al fortalecimiento de actividades relacionadas con la minería. Una combinación de la primera y la cuarta estrategia, al parecer, sería lo que ofrece mejores perspectivas.

Finalmente, de acuerdo al estudio del CNC (2013), en el Perú existen cuatro '*clusters*'<sup>14</sup> mineros: el del norte (regiones Cajamarca, Áncash y La Libertad), centro

<sup>13</sup> El origen de estos conflictos, según Glave y Kuramoto (2007), han sido la contaminación del agua (60%), efectos negativos sobre la tierra y el aire (26%), usos alternativos de recursos y falta de participación de las comunidades (12%) y accidentes (2%).

<sup>14</sup> De acuerdo al estudio, los *clusters* (teóricos) tienen las siguientes características: agrupamientos con masa crítica de empresas que pertenecen a un mismo sector o sectores complementarios y que se plasman en relaciones entre clientes y proveedores, se usan tecnologías comunes, tienen canales comunes de compra y distribución, disponen de un conjunto de mano de obra, y se disponen de factores que promuevan la

(Lima, Pasco y Junín) y sur (Arequipa, Moquegua, Tacna y Madre de Dios), y un *cluster* auxiliar minero<sup>15</sup> (Lima y Arequipa). El estudio concluye que estos cuatro *clusters* se ubican entre los mejores 6 de los 41 identificados en el estudio. El trabajo de Tello (2008) resume las definiciones de *clusters* de la literatura y sintetiza en cinco características (o dimensiones) que identifican a los *clusters* que inciden en el desarrollo económico local donde se ubican estos y que difieren del estudio de la CNC (2013). Estas son: la interdependencia en el espacio económico, las economías originadas en el espacio geográfico, las interacciones, coordinaciones, cooperación, competencia, y la rivalidad entre firmas, el ambiente y proceso de la innovación, y el sendero de dependencia.

Los efectos micro de los estudios de casos de las aglomeraciones mineras, particularmente asociados al desarrollo económico local donde se ubican los centros mineros, contrastan con los efectos macro, particularmente los de producción, ingresos, y empleo descritos en Tello (2016). La minería —particularmente los once productos mineros—, ha contribuido y contribuye al crecimiento de la economía nacional por sus efectos ingresos. A nivel local, sin embargo, los efectos no parecen ser de la misma magnitud. La siguiente sección trata de abordar parte de la característica de las ‘economías’ originadas en el espacio geográfico. Específicamente analiza los impactos geográficos de los centros mineros en la generación de empleo en los sectores primarios, secundario y terciario.

### 3. EFECTOS ESPACIALES O GEOGRÁFICOS DE LOS PRODUCTOS MINEROS SOBRE EL EMPLEO EN LOS CENTROS DE PRODUCCIÓN DEL PERÚ: ESPECIFICACIÓN, MÉTODOS Y BASE DE DATOS

Esta sección presenta la especificación o modelo espacial que intenta identificar los efectos del empleo formal, producción e ingresos en las áreas geográficas donde los centros mineros se localizan sobre el empleo de los sectores primario, secundario y terciario de las áreas geográficas cercanas y distantes de dichos centros. Estos efectos espaciales pueden ser de dos tipos: de complementariedad o de competencia o sustituibilidad. El efecto de complementariedad resulta si, por ejemplo, un incremento en la participación del empleo formal del centro minero de producción de oro genera un incremento en las respectivas participaciones del empleo (formal o informal)<sup>16</sup> en los sectores primario,

---

agrupación de empresas dentro de un área geográfica determinada (bases militares, universidades de investigación, empresas de capital inversoras, facilidades de recreación, gestores con modelo de negocios similar, infraestructura inicial, etc.).

<sup>15</sup> Compuesto por todas las empresas que proveen de bienes y/o servicios complementarios a estas empresas a lo largo de las etapas de desarrollo de la minería (exploración, construcción, operación y cierre de la mina).

<sup>16</sup> Empleo informal se define a las labores de un trabajador dependiente o independiente perteneciente a la población económicamente activa ocupada (PEAO) cuyo empleador o el mismo no cuenta con registro legal y/o no tiene libros contables del negocio o empresa. El empleo formal es la parte de la PEAO que no es informal.

secundario y terciario en las áreas geográficas cercanas y distantes. El efecto de competencia o de sustituibilidad resulta si dichas participaciones decrecen. La interpretación del primer efecto es que el empleo en el centro minero de oro genera ‘derramamientos’ (*spillovers*, en inglés) positivos en las áreas geográficas cercanas y distantes de dichos centros. Sin embargo, se espera que estos efectos espaciales se diluyan cuanto más distante sean las áreas geográficas. La interpretación del segundo efecto es que los derramamientos (*spillovers*) que se generan son negativos o que la mano de obra de las áreas geográficas cercanas se moviliza hacia las áreas de los centros mineros. El modelo (o especificación) seleccionado que permite estimar estos efectos se denomina el *modelo estático espacial Durbin* (SDM, por sus siglas en inglés)<sup>17</sup>. La ecuación [1] describe dicho modelo:

$$[1] \quad SL_{jg} = \gamma_{j0} + \rho_j \cdot \sum_{i=1}^{N_j} W_{ig} \cdot SL_{ij} + \sum_{k=1}^6 \gamma_{kj} \cdot X_{kgj} + \sum_{k=1}^6 \sum_{i=1}^{N_j} \theta_{kj} W_{ig} \cdot X_{kij} + \varepsilon_{gj}; \\ g = 1 \dots N_j; j = \text{PRIM, SEC, TER}$$

La especificación [1] (que se estima por cada centro o producto minero) pertenece al grupo de modelos donde el espacio o geografía tiene un rol en la determinación de los efectos de las variables independientes sobre las dependientes. En [1] la autocorrelación espacial está dada por el parámetro  $\rho_j$  y la matriz de distancias  $W$ ; ‘j’ es el sector productivo (primario,  $j=1$ ; secundario,  $j=2$ ; y terciario,  $j=3$ ); ‘g’ es un área geográfica e ‘i’ es un índice de área geográfica; y  $N_j$  es el número de áreas geográficas del sector ‘j’<sup>18</sup>. La variedad de interpretaciones del proceso de la autocorrelación espacial es descrita en Griffith (2009). La «heterogeneidad espacial o geográfica» se expresa en la «inestabilidad o variabilidad» de los parámetros  $\theta_{kj} \cdot W_{ig}$  asociados a las variables independientes. Esto significa que dichos parámetros varían de acuerdo a la ubicación geográfica ‘gi’. El modelo SDM usado no toma en cuenta la heterogeneidad o «heterocedasticidad» del término estocástico  $\varepsilon_{gj}$ . En el caso de la especificación asumida se ha tomado la interpretación de la inestabilidad de los parámetros, pero de manera indirecta a través de un proceso de autocorrelación espacial de las variables independientes. En [1] los coeficientes  $\gamma_{kj}$  representan los efectos directos de «corto alcance geográfico»<sup>19</sup> de las variables  $X_{kgj}$  y los efectos indirectos de «corto alcance geográfico» están representados por los coeficientes  $\theta_{hk} \cdot W_{ig}$  de las variables  $X_{kgj}$ . Estos coeficientes toman en cuenta las distancias geográficas entre el centro de producción ‘g’ y las áreas geográficas ‘i’ cercanas o distantes a ‘g’. La matriz  $W=[w_{gi}]$ <sup>20</sup> cuadrada de orden  $N_j$  de elementos constantes  $w_{gi}$  mide los efectos geográficos. Estos elementos representan las distancias geográficas

<sup>17</sup> Detalles de este modelo en Viton (2010). La selección del modelo SDM es que permite identificar simultáneamente la heterogeneidad espacial vía la autocorrelación espacial y los efectos derramamientos espaciales de las variables independientes.

<sup>18</sup> Dichos números se presentan en el cuadro 2 por cada centro o producto minero.

<sup>19</sup> Equivalentes a los efectos de corto de plazo en series temporales.

<sup>20</sup> Kelejian y Robinson (1995) presentan una discusión de la determinación de esta matriz.

entre área o grupos distritales. En cada uno de estos  $N_j$  grupos distritales se localiza un centro minero de uno de los once productos mineros. El elemento  $w_{gg}$  de la matriz es igual a cero debido a que la distancia del distrito central del grupo distrital o área «g» al mismo distrito es nula. LeSage (1999) y Viton (2010), entre muchos otros, presentan los diversos métodos para definir los elementos de distancia de la matriz de pesos  $W$ . En el caso de las estimaciones reportadas en los cuadros del 3 al 5, los elementos fuera de la diagonal principal toman el valor de la inversa de la distancia entre los distritos centrales de cada grupo distrital.<sup>21</sup>

La especificación espacial, en adición de los efectos de corto alcance geográfico, permite identificar los efectos de largo alcance geográfico<sup>22</sup>. De acuerdo con Elhorst (2014) y Vega y Elhorst (2013) estos efectos medidos a través de la matriz cuadrada  $(I - \rho_j W)^{-1} (\gamma_{jk} \cdot I + W \cdot \theta_{jk})$  (donde  $I$  es la matriz identidad de orden  $N_j$ ) tienen dos componentes: los efectos directos definidos por los elementos de la diagonal principal de dicha matriz y los indirectos definidos por los elementos fuera de diagonal principal de dicha matriz. Este segundo componente mide los *spillovers* o efectos derramamientos de largo alcance geográfico, que pueden ser distintos a los de corto alcance geográfico dado que no solo dependen de los parámetros  $\gamma_{jk}$  y  $\theta_{jk}$  sino también de la magnitud y signo del parámetro  $\rho_j$ .

Las variables económicas que completan el modelo son las siguientes:  $SL_{gj}$  es la participación del empleo formal del total de la PEAO (población económicamente activa y ocupada) del grupo distrital o área geográfica  $g$  en el sector  $j$  (el cual puede ser el primario, PRIM<sup>23</sup>, secundario, SEC, o terciario, TER). Esta variable es estimada de INEI-ENAHO (2016) para el año 2014. Cada área  $g$  dispone de un centro minero de uno de los once productos mineros. Así, por ejemplo, en el distrito de La Merced (de la provincia de Aija) de la región Áncash están los centros mineros de cobre, plata, plomo y zinc. Los distritos frontera a La Merced son cinco: Huaraz, Recuay, Aija, Coris y La Libertad (todos en la misma provincia y región). Estos cinco distritos más el distrito central de la ubicación del centro minero constituyen el área geográfica  $g$  para cada uno de los cuatro productos mineros<sup>24</sup>.

El vector  $\bar{X} = [X_{gkj}]$  representa el conjunto de variables que inciden en la participación del empleo en el sector  $j$ . Las seis variables ( $k=6$ ) seleccionadas son: i) la participación del empleo formal (con respecto a la PEAO total) en el centro minero de cada grupo distrital, «S<sub>PMIN</sub>». Los coeficientes de esta variable capturan la incidencia del empleo del

<sup>21</sup> Estos pesos se denominan «Queen with Distance» (Kelejian y Robinson, 1995). Un análisis de robustez que no se ha hecho es la estimación con los diferentes pesos de  $W$  que existen en la literatura.

<sup>22</sup> Equivalentes a los efectos de largo plazo temporales.

<sup>23</sup> El sector primario no incluye el empleo en los 11 productos mineros.

<sup>24</sup> Así por ejemplo, para el 'oro' se identificaron 81 centros o grupos distritales mineros ( $g=1, \dots, 81$ ). La participación de la mano de obra en el sector 'j' de cada centro 'g' es con respecto al total de trabajadores empleados en el sector 'j' de los 81 grupos distritales (Ver cifras en el cuadro 2).

centro minero sobre el empleo en el sector  $j$  de las áreas geográficas cercanas y distantes de dicho centro minero; ii) el valor de la producción minera en el grupo distrital, «VQ», obtenido del Minem (2016). Los coeficientes de esta variable capturan los efectos «ingresos o de producto» del grupo de productos mineros (de los once analizados en este trabajo) sobre el empleo de las áreas geográficas; iii) el ingreso total,  $Y$ , de los residentes en cada grupo distrital estimado de INEI-ENAH0 (2016). Los coeficientes de esta variable miden los efectos ingresos o PBI generados en cada área geográfica donde se localizan los centros mineros; los coeficientes de las variables iv) la participación de la inversión en infraestructura del valor total de la inversión pública de cada grupo distrital, «Infra»; y v) la participación de la inversión en proyectos de desarrollo productivo del valor total de la inversión pública de cada grupo distrital<sup>25</sup>, «DP», capturan los efectos de las intervenciones del gobierno en las áreas geográficas; y los coeficientes de vi) el índice de Herfindalh de los productos mineros de cada grupo distrital<sup>26</sup>, «IH<sub>PM</sub>» capturan los efectos de la diversificación minera.

El cuadro 2 muestra los promedios de las variables dependientes e independientes incluidas en la especificación [1] sin considerar las transformaciones de las variables derivadas de la matriz  $W$  de distancias geográficas entre los centros de los grupos distritales. Los centros mineros (mostrados en las figuras 1 y 2) corresponden a los productos oro, plata, cobre, zinc, plomo, y el resto de los once productos mineros. Las cifras de los cuadros señalan, en primer lugar, que las participaciones del empleo informal en los tres sectores productivos dominan a las respectivas del empleo formal en los grupos distritales. Segundo, las participaciones del empleo formal de los centros mineros de cada producto son pequeñas relativas a las participaciones del empleo formal e informal de cada grupo de distritos. Tercero, en el resto de productos mineros la participación del empleo informal terciario (particularmente servicios) domina a la respectiva del empleo informal primario (particularmente el sector agropecuario). En oro, cobre, zinc, plata y plomo domina el empleo primario al terciario<sup>27</sup>. Cuarto, la inversión pública en infraestructura domina a la respectiva de proyectos de desarrollo productivos en todos los centros mineros. Quinto, los centros mineros de cobre tienen los mayores índices promedio de concentración de productos mineros y los de oro y el resto de productos son los que tienen los menores índices promedios de concentración.

<sup>25</sup> Los datos de inversión pública, de infraestructura y de desarrollo productivo son obtenidos del MEF (2016) sumando la inversión pertinente del Gobierno Central (GC), Gobierno Regional (GR) y el Gobierno Local (GL) correspondiente a los distritos que componen cada grupo distrital. La inversión del GC y GR son a nivel de las regiones donde se ubican los distritos de cada grupo distrital.

<sup>26</sup> Este índice es calculado como la suma del cuadrado de las participaciones del valor de cada producto minero en el grupo distrital con respecto al valor total de la producción minera del Perú de 2014.

<sup>27</sup> En los centros mineros de estos productos es donde se ha generado el mayor número de conflictos sociales, justamente por la predominancia del sector agropecuario.

La estimación de [1] se basa en el método de máximo verosimilitud y el comando Stata usado es el 'spmlreg'<sup>28</sup>

**Cuadro 2. Indicadores de empleo y determinantes por grupo distrital minero en el Perú, 2014 (%)**

Indic.	Productos mineros					
	Oro	Plata	Cobre	Zinc	Plomo	Resto <sup>2</sup>
SL <sub>PRIM</sub>	51,44	51,59	38,55	44,28	46,13	34,47
SL <sub>PRIM_INF</sub>	49,29	49,09	34,38	41,02	42,8	30,42
SL <sub>PRIM_FOR</sub>	2,153	2,498	4,173	3,26	3,334	4,044
SL <sub>SEC</sub>	9,709	11,38	13,83	14,07	13,39	14,34
SL <sub>SEC_INF</sub>	6,416	7,024	6,994	7,595	7,271	8,654
SL <sub>SEC_FOR</sub>	3,293	4,355	6,834	6,476	6,121	5,683
SL <sub>TER</sub>	37,41	36,61	46,65	41,15	40,27	50,29
SL <sub>TER_INF</sub>	27,62	26,96	31,79	29,43	29,45	33,53
SL <sub>TER_FOR</sub>	9,788	9,645	14,86	11,72	10,82	16,76
S <sub>PMIN</sub>	1,435	0,428	0,973	0,497	0,212	0,903
VQ <sup>1</sup>	158,1	230,4	383,8	223,4	213,5	489,1
Y <sup>1</sup>	154,3	204,8	291,9	272,6	144,8	234,7
Infra	58,33	55,32	50,61	49,94	49,67	41,07
DP	0,045	0,065	0,075	0,107	0,107	3,665
IH <sub>PM</sub>	0,034	0,057	0,094	0,061	0,061	0,072
N <sub>j</sub>	81	89	53	44	43	25

Fuente: INEI (2016a), INEI - ENAHO (2016), Minem (2016) y Sunat (2016). <sup>1</sup> En millones de dólares. <sup>2</sup> Incluye petróleo, gas natural y licuado, hierro, molibdeno y estaño.

#### 4. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES DE LOS EFECTOS ESPACIALES O GEOGRÁFICOS DE LOS PRODUCTOS MINEROS SOBRE EL EMPLEO EN LOS CENTROS DE PRODUCCIÓN DEL PERÚ

Las cifras de los cuadros del 3 al 6 describen los coeficientes estimados del modelo SDM. Los cuadros del 3 al 5 presentan los coeficientes de la ecuación (1) donde los efectos de corto alcance geográfico son los coeficientes de las variables 'exógenas' premultiplicadas por las ponderaciones  $W_{ig}$ . El Cuadro 6 presenta los promedios de los  $N_j$  efectos de largo alcance geográfico de la variable de empleo formal ( $S_{PMIN}$ ) de cada centro minero. Los diferentes test estadísticos que se reportan en los cuadros del 3 al 5 validan la especificación asumida en [1]<sup>29</sup>. Las cifras de estos cuadros indican:

<sup>28</sup> Detalles en Belotti, Hughes y Piano (2013) y <http://fmwww.bc.edu/repec/bocode/s/spmlreg.html>

<sup>29</sup> Estos 'test' incluyen: i) el de Wald ( $\chi^2$ ) que prueba la significancia estadística del conjunto de coeficientes de la ecuación [1]; ii) el de Wald ( $\chi^2$ ) que prueba la significancia estadística del coeficiente de autocorrelación geográfico ( $\rho$ ); iii) y la prueba del ratio de verosimilitud (RM) que prueba la relevancia estadística del modelo SDM sobre el mínimos cuadrados ordinarios (MCO), es decir si  $\rho_j = \theta_{kj} = 0$ , para todo  $k$ , dado  $j$ .

i) (Cuadros del 3 al 5) La autocorrelación o dependencia espacial ( $\rho$ ) está presente, de forma estadísticamente significativa, en los tres sectores y en un mayor número en los sectores terciarios de los centros mineros. Los signos de estas dependencias espaciales varían de acuerdo al producto minero.

**Cuadro 3. Coeficientes de regresión espacial (geográfica) de la ecuación de empleo primario del Perú, 2014**

Indic.	Productos mineros											
	Oro		Plata		Cobre		Zinc		Plomo		Resto	
	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.
$S_{PMIN}$	-0,019 (-0,15)	0,103 (0,19)	-0,164 (-0,45)	2,319 (1,24)	-0,365 (-1,47)	3,029** (2,52)	1,153* (1,71)	-1,791 (-0,52)	4,243*** (2,62)	-6,18 (-0,86)	-0,504** (-2,03)	-6,664*** (-4,75)
Y	0,004 (1,45)	-0,084*** (-7)	-0,0005 (-0,75)	-0,011*** (-3,33)	-0,001 (-1,17)	-0,008** (-2,3)	-0,0004 (-0,65)	-0,01*** (-3,29)	0,013*** (2,74)	-0,089*** (-4,24)	0,009** (2,5)	-0,112*** (-5,44)
VQ	-0,001 (-0,47)	-0,017 (-1,49)	0,001 (0,6)	-0,012* (-1,91)	0,002 (1,52)	-0,01 (-1,48)	0,001 (1,09)	-0,016** (-2,4)	0,001 (1,29)	-0,013** (-2,52)	0,009*** (10,19)	-0,016*** (-3,1)
Infra	-0,029 (-0,55)	-0,063 (-0,29)	-0,075 (-1,61)	0,377 (1,59)	-0,085* (-1,67)	0,06 (0,24)	-0,114** (-2,24)	0,7*** (2,66)	-0,107* (-1,96)	0,58** (2,4)	-0,212*** (-6,45)	-0,177 (-0,77)
DP	2,303 (0,31)	-39,363 (-1,25)	-8,057 (-1,32)	20,584 (0,66)	-3,824 (-0,53)	-39,551 (-1,12)	-8,005 (-1,44)	-30,802 (-1,07)	-3,946 (-0,72)	-42,874* (-1,78)	-0,076*** (-4,63)	0,185** (2,02)
IH <sub>PM</sub>	1,105 (0,12)	56,796 (1,53)	-0,882 (-0,22)	5,308 (0,26)	-2,538 (-0,58)	-15,956 (-0,75)	-1,467 (-0,32)	3,179 (0,13)	-0,748 (-0,18)	-6,582 (-0,36)	-46,327*** (-10,66)	72,891*** (2,74)
W <sub>-S<sub>PMIN</sub></sub>	1,245* (1,96)	-9,082*** (-3,29)	5,128** (2,28)	-33,558*** (-2,72)	-2,139 (-0,72)	29,83** (2,02)	6,975 (1,29)	-9,076 (-0,32)	36,13*** (3,33)	-86,141* (-1,74)	-9,377*** (-4,88)	-10,549 (-0,95)
W <sub>-Y</sub>	-0,0002 (-0,02)	-0,031 (-0,74)	0,008 (1,13)	-0,023 (-0,6)	0,01 (1,15)	-0,038 (-0,9)	0,014** (1,97)	-0,072* (-1,85)	-0,003 (-0,1)	0,208 (1,46)	-0,018 (-0,88)	-0,23* (-1,86)
W <sub>-VQ</sub>	0,005 (0,34)	0,089 (1,37)	0,003 (0,26)	-0,044 (-0,88)	0,008 (0,99)	-0,043 (-1)	0,007 (0,96)	-0,072* (-1,96)	0,01 (1,62)	-0,069** (-2,5)	0,017*** (4,56)	-0,031 (-1,59)
W <sub>-Infra</sub>	-0,259 (-1,21)	2,338*** (2,64)	0,02 (0,1)	-0,23 (-0,22)	-0,591** (-2,09)	-0,591 (-0,44)	0,373 (1,45)	1,817 (1,33)	0,454** (2,04)	0,511 (0,52)	0,158 (1,49)	-1,101 (-1,42)
W <sub>-DP</sub>	4,282 (0,16)	36,95 (0,33)	17,882 (0,68)	-145,451 (-1,1)	-55,048** (-2,11)	165,83 (1,37)	15,769 (0,54)	-14,054 (-0,1)	18,802 (0,59)	-70,466 (-0,5)	-0,711*** (-5,8)	2,672*** (4,01)
W <sub>-IH<sub>PM</sub></sub>	-16,493 (-0,39)	-295,927 (-1,57)	-32,171 (-1,1)	163,469 (1,1)	-32,871 (-1,3)	235,664* (1,86)	-34,282 (-1,23)	595,707*** (3,87)	-16,943 (-0,5)	485,742*** (3,28)	-51,394** (-2,43)	417,802*** (4,06)
Cons	15,393 (1,45)	-84,818* (-1,91)	1,093 (0,09)	55,595 (0,89)	38,425*** (2,7)	26,035 (0,42)	-18,952 (-1,17)	-30,007 (-0,37)	-28,793* (-1,86)	-18,613 (-0,27)	15,311*** (3,47)	185,743*** (4,88)
$\rho$	0,364 (1,18)	0,543** (2,55)	0,481 (1,59)	0,357 (1,11)	0,629** (2,24)	0,178 (0,41)	0,291 (0,7)	-0,99* (-1,87)	0,501 (1,53)	0,236 (0,59)	-0,405 (-1,31)	-0,964** (-2,03)
$\chi^2$ (Wald)	4,568	19,229*	9,049	9,275	11,834	12,923	10,848	19,945*	16,439	21,796**	135,166***	52,872***
$\chi^2$ (Wald- $\rho$ )	1,4	6,449**	2,532	1,235	5,005**	0,166	0,485	3,485*	2,331	0,353	1,713	4,133**
$\sigma$	3,33	13,91	3,43	17,5	3,43	16,53	2,71	13,95	2,51	11,09	1	-5,8
Log-Lik	-212,879	-329,225	-236,598	-381,359	-141,259	-223,921	-106,488	-179,503	-101,064	-164,546	-35,678	-80,869
LR (SDM-MCO)	7,4	29,203***	17,686**	22,104***	25,022***	16,455**	14,738***	17,33**	19,884***	23,303***	48,713***	36,176***

Fuente: Elaboración propia sobre la base de INEI (2016a), INEI - ENAHO (2016), Minem (2016) y Sunat (2016).

**Cuadro 4. Coeficientes de regresión espacial (geográfica) de la ecuación de empleo secundario del Perú, 2014**

Indic.	Productos mineros											
	Oro		Plata		Cobre		Zinc		Plomo		Resto	
	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.
$S_{PMIN}$	-0,108 (-1,08)	-0,129 (-1,15)	0,016 (0,05)	-0,066 (-0,2)	-0,671*** (-2,99)	-0,363 (-1,64)	1,74** (2,28)	0,45 (0,52)	3,864** (2,06)	-0,369 (-0,17)	0,276* (1,86)	-0,094 (-0,25)
Y	0,005** (2,17)	0,005** (2,02)	0,002*** (3,91)	0,0000844 (0,14)	0,002*** (3,3)	-0,000012 (-0,02)	0,003*** (4,11)	0,0000321 (0,04)	0,011* (1,95)	-0,001 (-0,12)	0,018*** (8,39)	-0,02*** (-3,67)
VQ	0,004* (1,87)	-0,0001302 (-0,06)	0,002 (1,51)	0,003*** (2,89)	0,003** (2,1)	0,002** (2,06)	0,001 (0,75)	0,003* (1,95)	0,002 (1,27)	0,004** (2,58)	0,004*** (6,85)	0,003** (2,52)
Infra	-0,062 (-1,54)	-0,027 (-0,59)	-0,088** (-2,05)	-0,033 (-0,79)	-0,116** (-2,54)	-0,012 (-0,27)	-0,134** (-2,34)	0,03 (0,47)	-0,156** (-2,47)	-0,007 (-0,09)	-0,034 (-1,05)	0,016 (0,33)
DP	-8,229 (-1,41)	-2,91 (-0,44)	-9,084 (-1,61)	7,706 (1,42)	1,9 (0,28)	-1,789 (-0,27)	-1,909 (-0,3)	6,25 (0,88)	0,876 (0,14)	8,284 (1,13)	0,001 (0,06)	-0,108*** (-4,36)
IH <sub>PM</sub>	-8,648 (-1,25)	0,355 (0,05)	-0,15 (-0,04)	-8,093** (-2,26)	0,339 (0,09)	-3,013 (-0,77)	1,443 (0,27)	-7,084 (-1,2)	2,262 (0,48)	-7,347 (-1,34)	-21,876*** (-5,91)	-21,257*** (-3,05)
$W_{S_{PMIN}}$	1,094** (2,23)	-1,995*** (-3,04)	5,839*** (2,76)	-7,479*** (-3,27)	-4,835* (-1,75)	1,005 (0,38)	5,269 (0,87)	5,828 (0,85)	38,34*** (3,1)	-2,048 (-0,14)	0,361 (0,3)	-10,547*** (-3,35)
$W_Y$	-0,009 (-1,29)	0,007 (0,96)	0,008 (1,22)	-0,002 (-0,3)	0,014* (1,67)	0,002 (0,25)	0,013 (1,59)	0,005 (0,54)	-0,04 (-1,17)	-0,045 (-1,13)	0,039*** (2,9)	-0,108*** (-3,25)
$W_{VQ}$	0,021* (1,85)	0,007 (0,53)	0,009 (0,96)	0,025*** (2,88)	0,013 (1,64)	-0,0000541 (-0,01)	0,006 (0,76)	0,014 (1,52)	0,009 (1,21)	0,018** (2,19)	0,002 (0,79)	0,003 (0,64)
$W_{Infra}$	-0,277 (-1,64)	0,067 (0,36)	0,074 (0,37)	-0,178 (-0,99)	0,365 (1,47)	0,447* (1,79)	0,248 (0,82)	0,047 (0,15)	0,464* (1,82)	-0,106 (-0,36)	0,093 (1,45)	0,486*** (2,89)
$W_{DP}$	49,765** (2,4)	-38,923* (-1,68)	47,132** (1,97)	-22,102 (-0,96)	28,165 (1,31)	63,022*** (2,74)	48,591 (1,49)	-16,856 (-0,46)	100,4*** (2,74)	8,663 (0,2)	-0,363*** (-5,09)	-0,223 (-1,19)
$W_{IH_{PM}}$	-44,052 (-1,34)	-41,628 (-1,07)	-40,771 (-1,52)	-73,459*** (-2,7)	-67,737*** (-2,77)	-32,077 (-1,39)	-77,557** (-2,4)	-31,301 (-0,9)	-90,602** (-2,35)	-73,33 (-1,65)	-40,943*** (-3,43)	56,094* (1,89)
Cons	16,705** (1,97)	7,904 (0,86)	-4,377 (-0,37)	18,817 (1,64)	-8,898 (-0,73)	-21,373* (-1,85)	-8,616 (-0,45)	-1,357 (-0,07)	-24,338 (-1,37)	14,529 (0,71)	-1,438 (-0,46)	27,883*** (3,89)
$\rho$	0,533** (2,27)	-0,066 (-0,23)	0,494* (1,78)	0,334 (1,17)	0,284 (0,68)	0,427 (1,18)	-0,078 (-0,16)	0,021 (0,04)	0,376 (1,03)	0,492 (1,42)	-1,216*** (-3,18)	-0,644 (-1,27)
$\chi^2$ (Wald)	12,649	16,256	14,796	18,051	14,277	9,133	11,084	5,97	19,32*	5,54***	217,798***	23,635**
$\chi^2$ (Wald- $\rho$ )	5,134**	0,053	3,181	1,363	0,461	1,382	0,027	0,002	1,061	2,023	10,116***	1,625
$\sigma$	2,58	2,9	3,15	0,027	3,09	3,05	3,07	3,45	2,9	3,36	0,57	1,58
Log-Lik	-192,777	-201,09	-229,104	183,137	0	-134,667	-111,754	-116,95	-107,019	-113,59	-23,743	-47,618
LR (SDM-MCO)	20,182***	28,095***	31,526***	43,09***	19,733***	14,449**	12,583*	6,966	20,179***	7,296	52,436***	16,524**

Fuente: Elaboración propia en base a INEI (2016a), INEI-ENAH0 (2016), Minem (2016) y Sunat (2016).

Cuadro 5. Coeficientes de regresión espacial (geográfica) de la ecuación de empleo terciario del Perú, 2014

Indic.	Productos Mineros											
	Oro		Plata		Cobre		Zinc		Plomo		Resto	
	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.	For.	Inf.
$S_{PMIN}$	-0,245 (-1,15)	-0,593 (-1,53)	-0,737 (-1,08)	-2,156* (-1,87)	-1,038* (-1,85)	-1,694** (-2,29)	-1,088 (-0,92)	-2,014 (-1,11)	0,52 (0,21)	-2,766 (-0,71)	3,878*** (3,46)	2,208*** (2,6)
Y	0,035*** (7,38)	0,036*** (4,2)	0,007*** (5,26)	0,003 (1,42)	0,005*** (3,14)	0,001 (0,67)	0,006*** (5,73)	0,001 (0,81)	0,04*** (5,49)	0,025** (2,16)	0,036** (2,17)	0,064*** (5,32)
VQ	0,006 (1,3)	0,009 (1,09)	0,001 (0,47)	0,006 (1,44)	-0,001 (-0,31)	0,004 (0,9)	0,002 (0,73)	0,007** (2,12)	-0,0005 (-0,27)	0,006** (2,14)	0,003 (0,61)	-0,004 (-1,23)
Infra	0,066 (0,77)	0,11 (0,7)	-0,129 (-1,48)	-0,044 (-0,3)	-0,012 (-0,11)	0,165 (1,1)	-0,195** (-2,17)	-0,312** (-2,25)	-0,07 (-0,85)	-0,26* (-1,94)	0,252 (1,45)	0,189* (1,67)
DP	29,438** (2,36)	17,8 (0,78)	-1,804 (-0,16)	-9,128 (-0,48)	20,159 (1,24)	25,462 (1,18)	11,832 (1,2)	21,302 (1,41)	10,06 (1,23)	24,435* (1,8)	0,067 (0,9)	-0,058 (-1,04)
$IH_{PM}$	-23,527 (-1,6)	-27,805 (-1,04)	2,823 (0,37)	0,21 (0,02)	14,14 (1,43)	8,071 (0,62)	6,317 (0,79)	-0,693 (-0,06)	11,117* (1,81)	2,633 (0,26)	-17,564 (-0,8)	38,54** (2,38)
$W_{S_{PMIN}}$	4,90*** (4,38)	4,3** (2,23)	9,736** (2,29)	25,82*** (3,26)	-13,96** (-2,04)	-13,872 (-1,53)	7,671 (0,82)	-26,94* (-1,92)	43,11*** (2,63)	-20,99 (-0,81)	8,858 (0,98)	19,971*** (2,9)
$W_Y$	0,013 (0,74)	0,034 (1,18)	0,022 (1,47)	-0,003 (-0,15)	0,014 (0,71)	0,002 (0,06)	0,033** (2,44)	-0,00001 (0)	0,037 (0,72)	-0,084 (-1,1)	0,084 (0,82)	0,216*** (2,86)
$W_{VQ}$	-0,018 (-0,73)	-0,107** (-2,27)	-0,005 (-0,27)	0,015 (0,48)	0,006 (0,31)	0,025 (0,97)	-0,001 (-0,07)	0,04** (2,07)	-0,003 (-0,27)	0,032** (2,1)	-0,01 (-0,62)	0,014 (1,12)
$W_{Infra}$	-1,189*** (-3,34)	-0,757 (-1,19)	-0,051 (-0,13)	0,344 (0,54)	0,878 (1,42)	-0,56 (-0,68)	-0,716 (-1,54)	-1,565** (-2,27)	-0,259 (-0,76)	-1,279** (-2,37)	0,966 (1,64)	-0,411 (-1,07)
$W_{DP}$	13,116 (0,29)	-56,099 (-0,69)	3,93 (0,08)	102,78 (1,26)	-103,802* (-1,76)	-136,356* (-1,85)	73,737 (1,47)	-73,302 (-0,92)	16,915 (0,35)	-69,728 (-0,9)	-0,626 (-1,19)	-0,628 (-1,58)
$W_{IH_{PM}}$	94,531 (1,3)	313,494** (2,26)	5,705 (0,1)	-6,824 (-0,07)	-62,865 (-1,11)	-47,155 (-0,63)	-203,0*** (-3,89)	-223,5*** (-2,96)	-88,01* (-1,73)	-230,0*** (-2,82)	-110,445 (-1,33)	-243,033*** (-3,82)
Cons	57,325*** (3,22)	44,046 (1,4)	10,04 (0,43)	-11,1 (-0,29)	-8,404 (-0,27)	92,309** (2,04)	63,982** (2,1)	178,027*** (3,76)	14,698 (0,62)	147,928*** (3,65)	-38,941** (-2,01)	4,873 (0,27)
$\rho$	0,227 (0,72)	0,495** (2,32)	0,03 (0,07)	0,03 (0,08)	-0,073 (-0,14)	-0,813 (-1,38)	-1,493*** (-2,75)	-1,063* (-1,91)	-0,477 (-0,99)	-0,576 (-1,04)	-1,158*** (-2,82)	-1,011** (-2,45)
$\chi^2$ (Wald)	28,36***	13,836	5,76	19,076	14,373	5,44	27,821***	13,795	18,326	18,17	35,19***	31,728***
$\chi^2$ (Wald- $\rho$ )	0,52	5,382**	0,005	0,007	0,02	1,894	7,564***	3,655	0,99	1,075	7,947***	5,984**
$\sigma$	5,49	10,05	6,42	10,75	7,7	10,19	0,052	7,32	-118,424	6,15	4,7	3,55
Log-Lik	-253,096	-302,732	-291,723	-337,654	-183,366	-198,99	66,886	-151,285	-118,424	-139,56	-76,292	-68,728
LR (SDM-MCO)	28,16***	24,97***	10,28	19,08***	15,09**	5,53	20,95***	12,85*	20,58***	15,27**	19,10***	23,87***

Fuente: Elaboración propia sobre la base de INEI (2016a), INEI-ENAH0 (2016), Minem (2016) y Sunat (2016).

**Cuadro 6. Promedio de los efectos directos e indirectos de largo alcance geográfico del empleo formal de los productos de los centros mineros (SPMIN) en el Perú, 2014**

Sector	Formal	Efecto	Productos mineros					
			Oro	Plata	Cobre	Zinc	Plomo	Otros
Primario	Formal	Directo	0,020	0,002	-0,494	1,310*	6,053***	-0,044**
		Indirecto	0,024*	0,109**	-0,120	0,236	1,783***	-0,291***
	Informal	Directo	-0,412	1,610	3,325**	-1,440	-7,724	-6,144***
		Indirecto	-0,240***	-0,570***	0,704**	-0,094	-2,694***	-0,109
Secundario	Formal	Directo	-0,050	0,215	-0,755***	1,716	5,108	0,271*
		Indirecto	0,027**	0,129***	-0,133*	0,111	1,488***	0,001
	Informal	Directo	-0,120	-0,215	-0,339	0,458	-0,471	0,736
		Indirecto	-0,023***	-0,126***	0,028	0,138	-0,102	-0,300***
Terciario	Formal	Directo	-0,158	-0,723	-0,989*	-1,759	-0,621	3,157***
		Indirecto	0,077***	0,113**	-0,25**	0,102	0,718***	0,114
	Informal	Directo	-0,396	-2,118*	-1,292**	-0,741	-2,154	-0,174***
		Indirecto	0,097**	0,301***	-0,140	-0,309*	-0,308	0,467***

Fuente: Elaboración propia en base a INEI (2016a), INEI-ENAH0 (2016), Minem (2016) y Sunat (2016). Los asteriscos representan los niveles de significancia estadística de los coeficientes de la variable  $S_{PMIN}$  de los cuadros del 3 al 5. El efecto directo de largo plazo de cada producto es el promedio de los  $N_j$  valores de la diagonal principal de matriz  $(I - \rho_j W)^{-1} \cdot (\gamma_{kj} \cdot I + W \cdot \theta_{kj})$ , correspondiente a los coeficientes de la variable SPMIN. El efecto indirecto de largo plazo es el promedio de los valores fuera de la diagonal principal de la matriz  $(I - \rho_j W)^{-1} \cdot (\gamma_{kj} \cdot I + W \cdot \theta_{kj})$ , correspondiente a los coeficientes de la a misma variable SPMIN.

Así, por ejemplo, para el empleo informal del sector terciario de las ecuaciones del producto 'zinc' y «resto», la autocorrelación fue negativa ( $\rho < 0$ ) implicando que altas (bajas) participaciones del empleo terciario están asociados a bajas (altas) participaciones de estos empleos de grupos distritales cercanos (y distantes)<sup>30</sup>. Esto implica que para los centros mineros de por ejemplo, zinc, estaño, molibdeno, gas natural, petróleo y hierro, la participación de empleo informal terciario de un grupo distrital compite con la respectiva participación de los grupos distritales cercanos (y distantes). Lo contrario ocurre para el empleo formal secundario de los centros mineros de oro y plata, donde  $\rho > 0$  y por consiguiente los grupos distritales se complementan. Esto es, altas (bajas) participaciones del empleo formal secundario están asociadas a altas (bajas) participaciones de estos empleos formales en grupos distritales cercanos. Cabe señalar que las autocorrelaciones solo estuvieron presentes estadística y significativamente en 12 de los 36 coeficientes de las regresiones de empleos formales e informales.

<sup>30</sup> Note que por construcción de la matriz de constantes  $W$ , los efectos de los coeficientes se diluyen por las distancias.

ii) (Cuadros del 3 al 5) La mitad de los 18 coeficientes correspondientes a los efectos directos de corto alcance geográfico ( $\gamma_{ij}$ ) de la participación del empleo formal de cada producto minero en las ecuaciones de los sectores productivos formales fueron estadísticamente significativos y en seis de los nueve coeficientes estadísticamente significativos los signos fueron positivos. El mayor número de coeficientes estadísticamente significativos lo tuvo el sector secundario, seguido por el primario y terciario. Los mismos resultados fueron válidos para los efectos directos de largo alcance geográfico (mostrados en el cuadro 6) aunque las magnitudes fueron mayores para los efectos de largo alcance estimados por el promedio de los elementos de la diagonal principal de la matriz  $(I - \rho_j W)^{-1} \cdot (\gamma_{kj} \cdot I + W \cdot \theta_{kj})$  correspondiente a cada producto minero y sector productivo. Estos resultados sugieren que, por lo general, incrementos de la participación del empleo formal debido al incremento de la explotación, inversión y producción de los principales productos mineros inducen a incrementos en las participaciones del empleo formal de los sectores secundario, primario y terciario, en ese orden;

iii) (Cuadro del 3 al 5) El número de coeficientes estadísticamente significativos de los efectos directos de corto alcance de las participaciones en empleo formal de los productos mineros sobre las participaciones del empleo informal de los sectores productivos fue mucho menor, solo cinco, y de estos, tres coeficientes tuvieron signo positivo. El empleo informal del sector secundario no fue afectado directamente por el empleo formal de los centros mineros. A excepción del efecto directo del resto de productos mineros<sup>31</sup> sobre el empleo informal del sector terciario<sup>32</sup>. Los efectos de largo alcance geográfico (del cuadro 6) fueron similares en signo a los correspondientes a efectos de corto alcance, aunque las magnitudes fueron mayores para los primeros. Estos resultados indican la baja incidencia sobre el empleo informal del efecto directo del empleo formal de los centros mineros;

iv) (Cuadros del 3 al 5) Los efectos indirectos de corto alcance del empleo formal de los centros mineros  $W \cdot \theta_{ij}$  sobre el empleo formal de los sectores productivos fueron mayores en número que los directos. Doce de 18 coeficientes fueron estadísticamente significativos y 9 de 12 tuvieron efecto positivo y de igual número para cada sector productivo. Los signos de los efectos indirectos de largo alcance geográfico (del Cuadro 6) fueron iguales a los de corto alcance, aunque las magnitudes (en valor absoluto) de los coeficientes de largo alcance (medidos por el promedio de los elementos de fuera de la diagonal principal de la matriz  $(I - \rho_j W)^{-1} \cdot (\gamma_{kj} \cdot I + W \cdot \theta_{kj})$ ) fueron menores que los coeficientes indirectos de corto alcance geográfico. Estos resultados implican que grupos distritales donde se ubica el empleo formal de los productos mineros se complementan con grupos distritales cercanos respecto al empleo formal de los sectores productivos. Las magnitudes de los efectos (*spillovers*) geográficos de largo alcance son mucho menores que los respectivos de corto alcance geográfico;

<sup>31</sup> Que incluyen, petróleo, gas natural y licuado, molibdeno, estaño y hierro.

<sup>32</sup> El signo negativo de este coeficiente se debió al signo negativo de la autocorrelación geográfica.

v) (Cuadros del 3 al 6) Los resultados de los efectos indirectos de corto y largo alcance geográficos del empleo formal de los centros mineros sobre el empleo informal de los sectores productivos fueron similares al caso anterior. Sin embargo, para estos efectos, los grupos distritales en la mayoría de los casos compiten en lugar de complementarse<sup>33</sup>. Así, centros mineros de alta (baja) participación de empleo formal minero están asociados a bajas (altas) participaciones de empleo informal de los sectores productivos en grupos distritales cercanos a dicho centros (y distantes). Sin embargo, estos efectos fueron menores conforme los grupos distritales se alejan de cada centro minero.

Los cinco últimos resultados indican que los efectos directos e indirectos geográficos del empleo formal de los productos mineros consisten en la generación de más empleo formal que informal en los sectores productivos y que las magnitudes de los efectos *spillovers* de largo alcance geográfico son menores que los de corto alcance geográfico. De otro lado, los grupos distritales de empleo formal en los centros mineros se complementan con los grupos distritales cercanos en el empleo formal de los sectores productivos y compiten con los grupos distritales en el empleo informal de los sectores productivos;

vi) (Cuadros del 3 al 5) A diferencia de los efectos del empleo formal, los efectos directos de la variable ingresos ( $Y$ ) en los centros mineros dominaron a los indirectos de corto alcance geográfico<sup>34</sup>. Así, de 36 coeficientes que representan estos últimos, solo 8 fueron estadísticamente significativos. Para los coeficientes de los efectos directos, de los 36 coeficientes, 25 fueron estadísticamente significativos. A excepción de los efectos directos sobre los empleos formales e informales del sector primario, los efectos directos e indirectos sobre las participaciones de empleo formal e informal de los sectores secundario y terciario fueron, en su mayoría, positivos. Estos resultados, conjuntamente con los coeficientes estadísticamente significativos del Cuadro 3 de las estimaciones del sector primario, sugieren que el crecimiento de los ingresos en los centros de producción mineros genera (de manera directa) empleo formal e informal en los sectores secundario y terciario, empleo formal en el sector primario y «reduce» el empleo informal primario;

vii) (Cuadros del 3 al 5) Los resultados de los efectos del valor de la producción minera (VQ), en líneas generales, siguen el mismo patrón de los efectos ingresos. La diferencia, sin embargo, se evidenció en los efectos directos (y en menor medida en los indirectos) los cuales dominaron en los sectores primario y secundario. Los efectos (directos e indirectos) sobre el empleo formal e informal del sector terciario fueron menores. Así, para este sector, de 24 coeficientes<sup>35</sup> de VQ solo cinco fueron estadísticamente significativos.

<sup>33</sup> En este caso, 11 de 18 coeficientes fueron estadísticamente significativos, y en 8 de los 11 los signos de los coeficientes fueron negativos.

<sup>34</sup> No se reportan los efectos de largo alcance geográfico de los ingresos dado que son similares a los de corto alcance.

<sup>35</sup> Note que por sector productivo se reportan 24 estimaciones (cuatro por producto minero, que son seis). De estas cuatro estimaciones, dos corresponden a los coeficientes ( $\gamma_{ij}$ ) de los efectos directos sobre los empleos formal e informal, y los otros dos corresponden a los coeficientes de los efectos indirectos de corto alcance sobre estos mismos empleos (formal e informal,  $W.\theta_{ij}$ ).

De otro lado, los efectos positivos en el sector primario formal dominan sobre el empleo informal, mientras que los efectos positivos del empleo secundario informal dominan sobre el empleo formal secundario;

viii) (Cuadros del 3 al 5) Solo el 29% de los coeficientes que representan los efectos directos e indirectos geográficos de las variables de inversión en infraestructura pública (Infra) y desarrollo productivo (DP) e índice de concentración minera ( $IH_{PM}$ ) fueron estadísticamente significativos<sup>36</sup>. Para las estimaciones del empleo secundario y terciario, el número de coeficientes estadísticamente significativos de los efectos indirectos geográficos dominan al respectivo número de los efectos directos. Para el empleo primario, ambos números de los coeficientes de los efectos directos e indirectos son iguales. En este último sector, los efectos directos negativos dominan a los positivos, mientras que en los efectos indirectos, el número de coeficientes estadísticamente significativos y positivos es mayor que el respectivo de los coeficientes negativos. Esto indica que incrementos de la inversión en infraestructura y/o desarrollo productivo o de la concentración minera, por lo general, disminuyen directamente el empleo primario aunque estarían asociados positivamente al empleo primario de grupos distritales cercanos. Por estos efectos indirectos geográficos, los grupos distritales se complementan en cada uno de los efectos de la inversión pública y concentración minera. Estos mismos resultados se aplican para las estimaciones de la ecuación de empleo secundario. En el sector terciario, a diferencia de los otros dos sectores, los efectos directos positivos dominan a los negativos, por consiguiente la inversión pública en infraestructura y desarrollo productivo y concentración minera promueve empleo primario, particularmente el empleo informal. Los efectos indirectos geográficos son negativos y similares a los otros dos sectores. Para las tres variables analizadas, los grupos distritales cercanos compiten en empleo de todos los sectores productivos. Así por ejemplo, si un grupo distrital por la concentración minera no genera empleo en los tres sectores productivos, los grupos distritales cercanos generarán un mayor empleo en estos sectores.

Resumiendo, los efectos 'directos' de los «ingresos y de valor de producción» sobre el empleo productivo han sido mayores que los respectivos efectos del empleo formal de los centros mineros. Las incidencias de las inversiones en infraestructura y desarrollo productivo públicos y la concentración minera<sup>37</sup>, por lo general, fueron menores que aquellas de los ingresos, valor de producción de productos mineros y el empleo formal en los centros mineros. De otro lado, la diferencia fundamental entre los efectos del empleo formal de los centros mineros y aquellos de los ingresos y del valor de producción minera, es que el empleo formal minero tiene efectos directos e indirectos geográficos para los empleos de los tres sectores productivos, mientras que en los dos últimos, los efectos directos dominan a los indirectos. Adicionalmente, el empleo formal

---

<sup>36</sup> 63 de 216 coeficientes.

<sup>37</sup> Tello (2015) presenta resultados similares a nivel regional.

en los centros mineros se complementa con el empleo formal de los sectores productivos y compite con el empleo informal de los sectores productivos en los grupos distritales cercanos a los centros de producción mineros<sup>38</sup>.

## 5. CONCLUSIONES

Basado en una especificación dinámica espacial ‘Durbin’, la cual incorpora la dependencia o autocorrelación y heterogeneidad geográficas, este trabajo ha estimado los efectos geográficos del empleo formal, ingresos y valor de producción en los centros de producción mineros de once productos sobre la evolución de la fuerza laboral en los sectores primario, secundario y terciario en áreas geográficas cercanas y distantes a dichos centros.

Las estimaciones espaciales señalan en primer lugar, que los efectos directos de «ingresos» (sea por aquellos por los hogares de los grupos distritales o por el valor de producción minera en los centros de producción) sobre el empleo productivo han sido mayores que los respectivos efectos del empleo formal de los centros mineros. Una implicancia de estos resultados es que en la medida que los ingresos de los centros mineros no generen efectos multiplicadores ‘ingresos’ en los distritos alrededor de dichos centros, los efectos sobre el empleo en las áreas geográficas de alrededor de los centros no serán significativos y los adicionales empleos generados en dichas áreas serán solo debido a los empleos generados en los centros mineros.

Segundo, el empleo formal en los centros mineros tienen efectos directos e indirectos geográficos sobre los empleos de los tres sectores productivos, y para el ingreso y valor de producción minera los efectos directos dominan a los indirectos geográficos. Al igual que el caso anterior, la existencia de magnitudes altas de los efectos multiplicadores de los ingresos y valor de producción minera generarían empleo en las zonas alrededores de los centros mineros.

Tercero, el empleo formal en los centros de producción se complementa con el empleo informal (de los sectores productivos) de las áreas distritales cercanas a los centros de producción y compite con el empleo informal de dichas áreas. La implicancia de este resultado es que auges en el empleo formal de la minería ayudaría al proceso de formalización de la fuerza laboral en las áreas geográficas cercana a los centros mineros. Contrariamente, recesiones del empleo formal en la minería ampliaría la informalidad en las áreas geográficas cercana a los centros mineros.

Cuarto, los efectos de las inversiones en infraestructura y desarrollo productivo públicos y la concentración minera en los centros de producción minera sobre el empleo, por lo general fueron menores que aquellos de los ingresos, valor de producción de productos

---

<sup>38</sup> El método espacial usado no contempla la determinación o explicación de las diferencias de impactos (coeficientes de regresión) entre productos mineros. Estas pueden deberse a las diferencias tecnológicas, al tamaño del centro, a las condiciones externas de los distritos alrededor del centro, etc. Estas explicaciones constituyen una potencial agenda de futuras investigaciones.

mineros y el empleo formal de dichos centros. Esto implica que las inversiones de infraestructura y desarrollo productivo en el período de análisis no han ayudado a generar empleo productivo en las áreas geográficas alrededor de los centros mineros.

Todos estos resultados sugieren que la magnitud de los efectos multiplicadores de ingreso de los centros mineros puede o no contribuir al ‘desarrollo’ económico en términos de ingresos, empleo y formalización de la mano de obra en las áreas geográficas cercanas a dichos centros<sup>39</sup>. Por otro lado, aun cuando estos efectos multiplicadores sean altos, los ingresos, empleo, y formalización serán fluctuantes en dichas áreas en la medida que los ingresos de los centros mineros sean fluctuantes.

## ANEXO DE CUADROS

**Cuadro A1. Empleo estimado de las empresas de los productos mineros: 2014  
(número de trabajadores)**

Producto	Empleo <sup>4</sup> (número de personas)
Petróleo crudo	6340
Líquido de gas natural y licuado <sup>1</sup>	6187 <sup>3</sup>
Cobre	50343
Oro	29840
Zinc	16527
Plata	21425
Hierro	9659
Plomo	6293
Estaño	2858
Molibdeno	1072

Fuente: INEI (2016a), INEI - ENAHO (2016), Minem (2016) y Sunat (2016). Elaboración propia. Los empleos *originales* de los productos para empresas que elaboran más de un producto fueron estimados de acuerdo a la proporción del valor de producción de las empresas que produjeron más de un producto. <sup>1</sup> Para estos dos productos de gas solo se dispuso de empresas que producían ambos. <sup>2</sup> Empleo estimado de INEI-ENAHO (2016). El empleo *original* de las empresas del Minem (2016) para los productos de 2014 fue de 63793 trabajadores. <sup>3</sup> Este empleo es de gas natural más gas natural licuado. <sup>4</sup> Este empleo es estimado de las participaciones de los empleos de las empresas de los productos de Minem (2016) aplicados al empleo total estimado del INEI-ENAHO (2016) del año 2014.

<sup>39</sup> La escasa evidencia es mixta sobre la magnitud de estos multiplicadores. Así, según cifras del INEI (2018) de 2016, en los centros mineros de Cajamarca la incidencia de la pobreza es la más alta (entre 43% y 50%), en Ica es la más baja (alrededor del 1,8%). En Ancash el nivel de la pobreza es cerca al promedio nacional (25%). La discusión de la sección 1 señala pocos eslabonamientos generados en los centros mineros. Finalmente, los multiplicadores ingreso (Tipo II) estimados en Tello (2016) de los 11 productos mineros indican que estos son los más bajos de los sectores considerados con valor de 1,22. El más alto fue el sector de Servicios de Ciencia, Tecnología e Innovación con 1,92 y el promedio nacional de 1,70.

Producto	Empleo <sup>4</sup> (número de personas)
<b>Total</b>	<b>150544<sup>2</sup></b>

Fuente: INEI (2016a), INEI - ENAHO (2016), Minem (2016) y Sunat (2016). Elaboración propia. Los empleos *originales* de los productos para empresas que elaboran más de un producto fueron estimados de acuerdo a la proporción del valor de producción de las empresas que produjeron más de un producto. <sup>1</sup> Para estos dos productos de gas solo se dispuso de empresas que producían ambos. <sup>2</sup> Empleo estimado de INEI-ENAHO (2016). El empleo *original* de las empresas del Minem (2016) para los productos de 2014 fue de 63793 trabajadores. <sup>3</sup> Este empleo es de gas natural más gas natural licuado. <sup>4</sup> Este empleo es estimado de las participaciones de los empleos de las empresas de los productos de Minem (2016) aplicados al empleo total estimado del INEI-ENAHO (2016) del año 2014.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anselin, Luc (2010). Thirty years of spatial econometrics. *Papers in Regional Science*, 89(1), 3-25. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2010.00279.x>
- Baca, Epifanio y Nilton Quiñones (2014). *Estudio de clúster minero y las pymes en el Perú*. Estudio País N° 6: Perú, Serie Documentos del Reporte Anual 2014. S.I.: Recursos Naturales y Desarrollo, RedSur, IDRC, Grupo Propuesta Ciudadana.
- Banco Central de Reserva del Perú - BCRP (2016). *Estadísticas anuales*. Lima: BCRP.
- Belotti, Federico, Gordon Hughes y Andrea Piano (2013). *XSMLE - A Command to Estimate Spatial Panel Models in Stata*. Mimeo.
- Breusch, T. S. y Adrian R. Pagan (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Application to Model Specifications in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Buitelaar, Rudolf M. (ed.) (2001). *Agglomeraciones mineras y desarrollo local en América Latina*. Bogotá: AlfaOmega.
- Chiri, Adolfo F. (2010). El desarrollo regional basado en *clusters*: un reto para el Perú. *Strategia-CENTRUM PUCP*, 20, 10-13.
- Consejo Nacional de Competitividad - CNC (2013). *Elaboración de un mapeo de clusters en el Perú*. Preparado por Consorcio Cluster Development-Metis Gaia – Javier D'ávila Quevedo. Disponible en [https://www.cnc.gob.pe/images/cnc/LAvance\\_12\\_13/archivos/Informe-Final-Mapeo-Clusters.pdf](https://www.cnc.gob.pe/images/cnc/LAvance_12_13/archivos/Informe-Final-Mapeo-Clusters.pdf)
- Elhorst, J. Paul (2014). *Spatial Econometrics from Cross-Sectional Data to Spatial Panels*. Berlín, Heidelberg: Springer.
- Glave, Manuel y Juana Kuramoto (2007). Minería peruana, Lo que sabemos y lo que aún nos falta por saber. En *Investigación, políticas y desarrollo en el Perú* (pp. 135-181). Lima: Grade.
- Griffith, Daniel A. (2009). *Spatial Autocorrelation*. Richardson, TX: University of Texas at Dallas. Mimeo. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00522-8>
- INEI (2014). Producción y empleo informal en el Perú: cuenta satélite de la economía informal, 2007-2012. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2016a). Matriz insumo producto 365x101. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2016b). Estadísticas económicas. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

- INEI (2018). Evolución de la pobreza monetaria 2007-2016. Informe técnico. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI-ENAH0 (2016). Encuesta Nacional de Hogares 2007. Disponible en [http://webinei.inei.gob.pe/anda\\_inei/index.php/catalog/ENC\\_HOGARES](http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/ENC_HOGARES)
- Kelejian, Harry H. y Dennis P. Robinson (1995). Spatial Correlation: A suggested alternative to the autoregressive model. En L. Anselin y R.J.G. Florax (eds.), *New Directions in Spatial Econometrics* (pp. 75-95). Berlín: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-79877-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-79877-1_3)
- Kuramoto, Juana (1999). *Las aglomeraciones productivas alrededor de la minería: el caso de Minera Yanacocha S.A.* Lima: CIES.
- Kuramoto, Juana (2000). *El cluster minero peruano en acción: el caso de Tamboraque*. Lima: CIES.
- Kuramoto, Juana (2001). Las aglomeraciones mineras en Perú. En R. Buitelaar (comp.), *Agglomeraciones mineras y desarrollo local en América Latina* (pp. 139-157). Bogotá: AlfaOmega.
- LeSage, James P. (1999). *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. Bancroft, OH: University of Toledo.
- Mendoza, Oscar Manuel (2011). *Cajamarca: ¿un cluster minero?* (tesis MBA). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas - MEF (2016). *Transparencia económica*. Lima, Perú.
- Ministerio de Energía y Minas - Minem (2016). *Estadísticas de producción minera*. Lima: Minem.
- Paelinck, J. y Klaassen, L. (1979). *Spatial Econometrics*. Farnborough, GB: Saxon House.
- SIICEX (2015). Estadísticas de Comercio Exterior. El Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior. Lima, Perú.
- Solano, Ever (2012). *Propuesta de un cluster minero para impulsar el desarrollo sostenible: un enfoque interdisciplinario* (tesis de maestría en Derecho y Ciencia Política). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Sunat (2016). *Estadísticas del RUC*. Lima: Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria.
- Távora, José y Mario D. Tello (2010). *Productive Development Policies, the Case of Peru 1990-2007*. WP IDB 129. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.
- Tello, Mario D. (2008). *Desarrollo económico local, descentralización y clusters: teoría, evidencia y aplicaciones*. Lima: Centrum-PUCP y CIES.
- Tello, Mario D. (2015). Recursos naturales, diversificación y crecimiento regional en el Perú, *Economía*, XXXVIII(75), 41-100.
- Tello, Mario D. (2016). *Eslabonamientos y generación de empleo de productos en industrias extractivas del Perú*. DT 421. Lima: Departamento de Economía, PUCP.
- Torres, Jorge (2000). *Una estrategia de desarrollo basada en recursos naturales: Análisis cluster del complejo de cobre de la Southern Perú*. Serie Desarrollo Productivo. Santiago de Chile: Cepal.
- Torres, Jorge (2003). *Clusters de la industria en el Perú*. DT 228. Lima: Departamento de Economía, PUCP.
- Vega, Solmaria Halleck y J. Paul Elhorst (2013). *On spatial econometric models, spillover effects and W*. University of Groningen Working Paper.
- Viton, Philip A. (2010). *Notes on Spatial Econometric Models*. Mimeo.

Documento recibido el 23 de abril de 2018  
y aprobado el 18 de julio del 2018