



**“INVERSIÓN MINERA Y ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN:
EL IMPACTO DE LA EXPLORACIÓN SOBRE LA ECONOMÍA
LOCAL”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Economía**

Presentado por

Sr. Daniel Velásquez Cabrera

Asesor: Profesor Jorge De la Roca

2017

Resumen ejecutivo

En el presente trabajo se estudia el impacto de la inversión en exploración minera sobre la economía local en el Perú. Para ello, se utiliza un *pool* de la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho) para los años 2004-2016 junto con una base de datos sobre inversiones mineras en exploración georreferenciadas. La estrategia de estimación es el método de diferencias en diferencias, para el cual se determina un grupo de tratamiento y otro de control sobre la base de la distancia a las inversiones. Así, los principales hallazgos indican que, luego de 5 años del inicio de una inversión: (i) el salario real por hora de los trabajadores dependientes aumenta en 10,1% respecto al grupo de control; (ii) las horas trabajadas mensualmente por los dependientes aumentan en 7,7 horas, y para los independientes, en 12,8 horas; (iii) el ingreso mensual de los dependientes aumenta en 22%, y para los independientes, en 17%; (iv) el alquiler aumenta en 18,5%; y (v) la probabilidad de estar sano incrementa en 9,4%. Para poner en perspectiva estos incrementos, el efecto sobre el ingreso mensual de los trabajadores dependientes equivale a un desplazamiento del percentil 50 al 60.

Por otro lado, se encuentra que las externalidades generadas por estas inversiones son más elevadas para los individuos que trabajan en un sector vinculado a la minería dado que su salario real aumenta en 30,2%. Los demás individuos también se ven beneficiados, aunque en menor medida, por lo que, al cabo de 5 años, su salario real aumenta en 8,1%. Finalmente, se encuentra evidencia de que la densidad de los caminos y la intensidad de la luz nocturna satelital aumentan en el área de tratamiento respecto del grupo de control para los años con información disponible.

Los resultados anteriores sugieren que estos potenciales mecanismos podrían explicar en parte los *spillovers* generados por las inversiones mineras en exploración.

Índice de contenidos

Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos	vi
Índice de anexos	vii
Capítulo I. Introducción	1
Capítulo II. Revisión de la literatura.....	5
1. Economías de aglomeración	5
1.1. Microfundamento de las economías de aglomeración	6
1.2. Medición de las economías de aglomeración.....	8
1.3. Estrategias de identificación usadas en la literatura	9
2. El impacto de la explotación de recursos naturales.....	11
Capítulo III. La inversión en exploración minera en el Perú.....	13
1. Descripción general.....	13
2. Marco legislativo.....	14
Capítulo IV. Modelo económico.....	16
1. Supuestos y equilibrio	16
2. Los efectos de un <i>shock</i> a la demanda laboral	19
Capítulo V. Datos y estadísticos descriptivos.....	22
1. Catastro de concesiones mineras.....	22
2. Contratos de exploración.....	23
3. Enaho 2004-2016	24
Capítulo VI. Estimación y estrategia de identificación.....	26
1. Metodología y estrategia de identificación	26

2. Validez metodológica	31
Capítulo VII. Resultados base.....	34
1. Mercado laboral	34
2. Alquileres y salud.....	36
3. Otros resultados.....	39
Capítulo VIII. Robustez	41
1. Definiciones alternativas para la regla de tratamiento	41
2. Otras pruebas de robustez	44
Capítulo IX. Efectos heterogéneos.....	48
Capítulo X. Mecanismos.....	52
1. Proximidad económica: efectos dentro de la misma industria	52
2. Densidad de caminos	55
3. Urbanización	56
Conclusiones	58
Bibliografía	60
Anexos	64

Índice de tablas

Tabla 1.	Concesiones mineras vigentes incorporadas al catastro minero nacional al 31/12/2016 formuladas con el Decreto Legislativo N° 708 y normas anteriores ..	22
Tabla 2.	Inversiones en exploración desde el 2003	24
Tabla 3.	Características de las inversiones en exploración en la Enaho 2004-2015.....	27
Tabla 4.	Balance de las variables de control entre el grupo de tratamiento y control, previo a las inversiones.....	31
Tabla 5.	Efecto de las inversiones en exploración los ingresos laborales y las horas trabajadas.....	35
Tabla 6.	Efecto de las inversiones en exploración sobre el precio del alquiler, la probabilidad de padecer una enfermedad crónica y de estar sano.....	37
Tabla 7.	Efecto de las inversiones en exploración en la probabilidad de ser informal, ser pobre, y ser pobre extremo	39
Tabla 8.	Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; <i>buffer</i> de 10 km	41
Tabla 9.	Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; <i>buffer</i> de 20 km	43
Tabla 10.	Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; distritos tratados una vez.....	45
Tabla 11.	Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; balanceando la muestra	47
Tabla 12.	Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales y las horas trabajadas para los educados vs. los no-educados	49
Tabla 13.	Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales y las horas trabajadas para las mujeres vs. los varones	50
Tabla 14.	Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales y las horas trabajadas para los trabajadores del sector minero respecto a los de otros sectores	52
Tabla 15.	Efecto de las inversiones en exploración del alquiler reportado por los trabajadores del sector minero respecto a los de otros sectores.....	54

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Producción del sector extractivo y su participación en el PBI	1
Gráfico 2.	Mapa de las grandes inversiones en exploración y las respectivas áreas de tratamiento y control (15 km).....	28

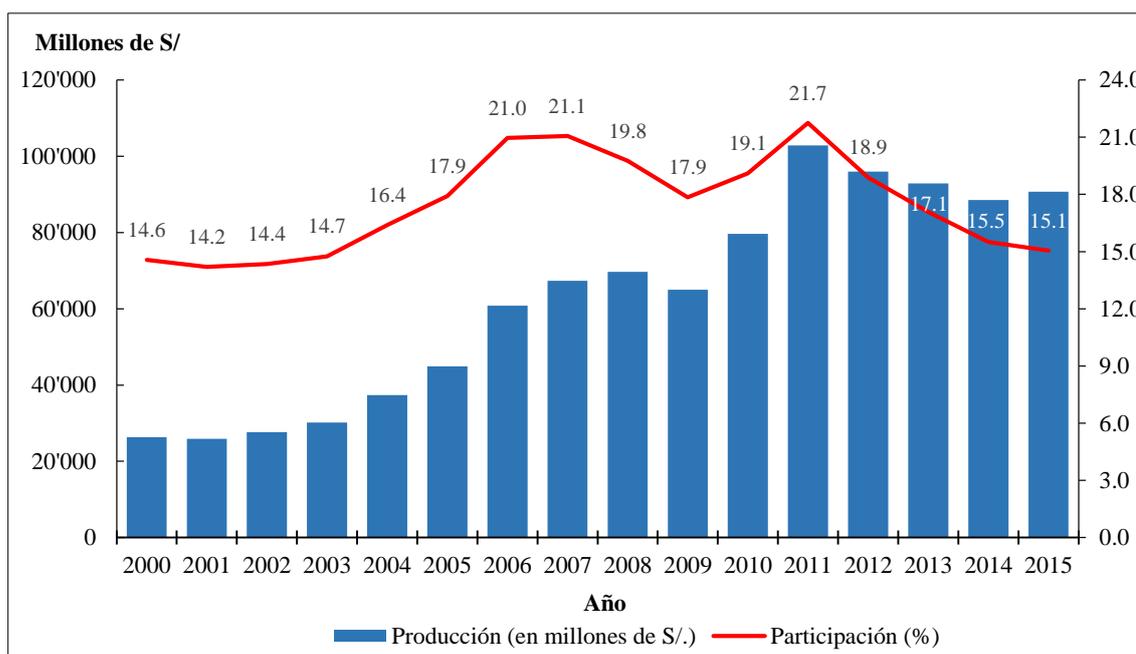
Índice de anexos

Anexo 1.	Georreferenciación de las concesiones mineras según el catastro minero	65
Anexo 2.	Resolución del modelo ante un aumento de la productividad total de factores.....	66
Anexo 3.	Concesiones mineras emparejadas con los contratos de exploración.....	67
Anexo 4.	Definición de variables de resultado y posibles variables de control	68
Anexo 5.	Balance de las variables observables entre el grupo de tratamiento y control, previo a las inversiones, y controlando por efectos fijos de año y caso	69
Anexo 6.	Efecto de las inversiones en exploración sobre la tasa de empleo y sobre la no-pea	70
Anexo 7.	Construcción semiparamétrica de las series de salarios y horas trabajadas	71
Anexo 8.	Construcción semiparamétrica de las series de alquiler y medidas de salud.....	72
Anexo 9.	Construcción semiparamétrica de las series de informalidad y pobreza	73
Anexo 10.	Mapa de las grandes inversiones en exploración y las respectivas áreas de tratamiento y control (10 km).....	74
Anexo 11.	Mapa de las grandes inversiones en exploración y las respectivas áreas de tratamiento y control (20 km).....	75
Anexo 12.	Construcción semiparamétrica de las series de salarios y horas trabajadas para los trabajadores del sector minero.....	76
Anexo 13.	Construcción semiparamétrica de las series de salarios y horas trabajadas para los trabajadores de otros sectores	77
Anexo 14.	Mapa de las celdas de control y tratamiento.....	78
Anexo 15.	Función de distribución de la densidad de caminos por celda para los años 2014, 2015 y 2017	79
Anexo 16.	Función de distribución de la intensidad de la luz por celda, condicionado a valores positivos, estandarizada, para los años 2014, 2015 y 2017	79

Capítulo I. Introducción

El Perú es un país que se caracteriza por su inmensa producción de bienes extractivos. Desde el año 2010, la producción de dicho sector ha alternado alrededor de los S/ 90.000 millones, con una participación en la economía superior al 15%, tal como se puede apreciar en el gráfico 1. Para poder explotar semejante cantidad de recursos, antes es necesario invertir en la exploración de los mismos. De acuerdo con un informe del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC por sus siglas en inglés) (APEC 2007), la exploración minera, en particular, es el proceso por el cual las empresas estudian y compilan información acerca de los recursos minerales disponibles en una determinada zona geográfica. Estas actividades demandan una importante cantidad de recursos financieros, no obstante, son una inversión necesaria para determinar si desarrollar o expandir una mina es rentable.

Gráfico 1. Producción del sector extractivo y su participación en el PBI



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Elaboración propia 2017

Pese a la importancia económica que la actividad extractiva representa en el Perú, no existen estudios que evalúan el impacto de estas intervenciones sobre las localidades adyacentes. Los estudios han centrado su atención fundamentalmente en los efectos de la producción minera (ver, por ejemplo, Aragon y Rud 2012; Loayza *et al.* 2013 y Agüero *et al.* 2016).

Si bien analizar el impacto de la producción minera sobre el entorno es una tarea importante, la producción refleja la etapa final de la actividad extractiva y, por lo tanto, se focaliza principalmente en aquellos proyectos exitosos usualmente asociados a inversiones de gran envergadura. En cambio, la actividad extractiva tiende a estar más extendida y, dados sus menores niveles de inversión, afecta a un mayor grupo de comunidades. Esto no implica que las inversiones en exploración sean pequeñas, puesto que pueden alcanzar montos de US\$ 10 millones (en una etapa inicial de la exploración) o US\$ 100 millones (en las etapas más avanzadas), cifras nada despreciables, especialmente si se comparan con la ejecución promedio de una municipalidad distrital: US\$ 3,8 millones en 2016, de acuerdo con el sistema de Consulta Amigable, del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Estos grandes flujos de dinero estarían invirtiéndose en comunidades particularmente pobres¹ (Eggert 2010 y Gandhi y Sarkar 2016).

En el presente estudio se estima el efecto causal de las inversiones mineras en exploración sobre la economía local. Para ello, se utiliza información del Ministerio de Energía y Minas (Minem) sobre el universo de contratos de exploración que el Estado ha celebrado con titulares mineros desde el año 2003, y se toma como punto central las inversiones de mayor magnitud (aquellas por encima del percentil 75 con un monto de inversión superior a US\$ 6 millones)². Asimismo, se analiza el hecho de que el Estado impone como requisito del contrato que la inversión en exploración sea realizada en una concesión minera en la que no se ha empezado ningún proceso productivo.

Con el propósito de evaluar el impacto de la intervención, se emplea un método de diferencias en diferencias. Para ello se establece como grupo de tratamiento a los individuos que residen en los distritos dentro de un radio de 15 km proveniente de la concesión donde se está invirtiendo. Para determinar el grupo de control, se aprovecha el hecho que las posibles externalidades o *spillovers* en la literatura de economías de aglomeración son esencialmente locales y decaen rápidamente con la distancia del lugar de intervención (Aragon y Rud 2013, Combes y Gobillon 2015 y Veuger y Shoag 2016). Dado que cada inversión ocurrió en momentos distintos, se utiliza el tiempo de maduración del proyecto como fuente de variabilidad temporal. En particular, se toma el momento en el que empieza el plan de inversión como punto de partida para el análisis, de manera similar a Basker (2005). Entonces, la idea central consiste en utilizar

¹ La inversión en explotación, en cambio, suele ser de más de US\$ 100 mil millones en promedio.

² Estos contratos tienen como objetivo subsidiar a los titulares minerales y, por lo tanto, a la exploración minera.

la Enaho y comparar indicadores de interés para los individuos del grupo de tratamiento respecto de los individuos del grupo de control, antes y después de que empiece cada inversión. Los resultados presentan evidencia en favor de un aumento del salario por hora de los trabajadores dependientes, de sus horas trabajadas y, por lo tanto, del salario mensual. Para los trabajadores independientes, no hay un efecto sobre ganancias por hora, pero sí sobre horas trabajadas. De hecho, luego de 5 años, se estima que el ingreso mensual de los trabajadores dependientes aumenta en 22% respecto al grupo de control, mientras que el de los trabajadores independientes en 17%. Asimismo, el alquiler reportado por los individuos aumenta en 18,5% al cabo de 5 años, respecto al grupo de control. Finalmente, la evidencia sugiere que la salud de las personas también mejora: pasados los 5 años, se estima un aumento en la probabilidad de estar sano de 9,4% respecto al grupo de control. Estos resultados son consistentes con el modelo de equilibrio general propuesto por Moretti (2011) y coinciden con los hallazgos de otros autores en otros escenarios.

Otro aspecto de interés radica en analizar si las externalidades positivas de la actividad minera pueden ser capturadas en mayor medida por una subpoblación o grupo demográfico. Para ello se examina el efecto de la intervención sobre los *outcomes* de los educados y las mujeres, y se comparan con los de no-educados y varones, respectivamente. No se encuentra evidencia contundente que indique heterogeneidad en el efecto de la intervención. Asimismo, se analizan otros *outcomes* como la informalidad y la pobreza. Los resultados presentan evidencia débil en favor de una disminución del grado de informalidad de los asalariados y del nivel de pobreza, aunque indican un leve aumento del nivel de pobreza extrema.

Finalmente, el mecanismo detrás de estos resultados parece estar relacionado con la construcción de obras de infraestructura, tales como caminos y carreteras, lo que explica parte del aumento en los alquileres. Asimismo, se encuentra que el impacto de estas inversiones es mucho mayor para los trabajadores en la industria de recursos naturales extractivos. Una conjetura que podría ponerse en práctica es que, dado que las inversiones son mineras, sectores vinculados económicamente encuentran beneficios al compartir ciertos insumos, tales como una mano de obra que se caracterice por ciertos atributos muy particulares o por la transmisión de conocimiento por parte de las empresas inversoras.

En síntesis, este trabajo de investigación examina el impacto de la actividad de exploración minera en las comunidades, específicamente en aspectos vinculados al mercado laboral y niveles de vida de la población. La utilización de un enfoque de diferencias en diferencias

presenta una ventaja significativa con respecto a informes que examinan el impacto de la inversión minera comparando solo indicadores anteriores y posteriores a la intervención. Los resultados serán de utilidad para los hacedores de política y enriquecerán la trayectoria que tomen en el futuro las políticas públicas vinculadas a la minería.

El presente documento se encuentra dividido de la siguiente manera: en el capítulo II se revisa la literatura sobre economías de aglomeración y recursos naturales; en el capítulo III se describe brevemente en qué consta la inversión en exploración; en el capítulo IV se desarrolla un modelo de equilibrio general, tomado de Moretti (2011), el cual ayudará a explicar los hallazgos; en el capítulo V se describen los datos; en el capítulo VI se presenta la metodología utilizada; en el capítulo VII se muestran los principales resultados respecto del efecto de las inversiones mineras en exploración; en el capítulo VIII se analiza si es que dicho efecto es robusto ante cambios en el detalle de la metodología, en el capítulo IX se examinan efectos heterogéneos, en el capítulo X se analizan los posibles mecanismos detrás de los resultados base, y finalmente, se discuten las implicancias que se desprenden de este estudio y las principales conclusiones.

Capítulo II. Revisión de la literatura

1. Economías de aglomeración

El concepto de economías de aglomeración es amplio y complejo. De manera general, esta idea comprende todo efecto que incremente la productividad de las firmas o trabajadores como consecuencia de una expansión geográfica de la economía local (Combes y Gobillon 2015). La tipología tradicionalmente utilizada por la literatura es la establecida por Duranton y Puga (2004), quienes dividen las economías de aglomeración en efectos causados: (i) por el compartir de ciertos bienes o servicios, (ii) por el emparejamiento entre firmas y trabajadores, y (iii) por el aprendizaje.

Con el fin de elaborar los mecanismos que podrían estar detrás de las economías de aglomeración, se utilizará el marco teórico de Combes y Gobillon (2015). Ellos primero consideran un contexto estático: todo impacto generado por las economías de aglomeración es únicamente contemporáneo. Luego, describen a una empresa maximizadora de beneficios tradicional. Luego de resolver el problema de la firma se puede llegar a una expresión para los salarios, cuya forma funcional dependerá del precio del producto, del precio de los insumos, de la productividad total de los factores y de las habilidades de los trabajadores. Así, a través de dichos argumentos es posible racionalizar la existencia de economías de aglomeración. Por ejemplo, en una ciudad –una gran aglomeración de agentes y recursos– el precio del producto que se desea comercializar será mayor, mientras que el costo de los insumos será menor. Asimismo, los trabajadores tendrán más oportunidades para transmitir sus conocimientos entre sí y aprender de los demás, tal como sugiere Lucas (1988)³.

Luego, Combes y Gobillon extienden su análisis –siguiendo el trabajo pionero de Glaeser y Maré (2001)– e incorporan el carácter dinámico de las economías de la aglomeración: su efecto puede no solamente ser contemporáneo, sino también cambiante en el tiempo. Un ejemplo de lo anterior se da cuando los individuos aprenden más fácilmente y mejor al estar aglomerados en una ciudad (Lucas 1988). A propósito de esto, De la Roca y Puga (2017) encuentran que los trabajadores ubicados en las grandes ciudades de España adquieren un beneficio estático sobre sus habilidades al mudarse a una gran ciudad, lo cual persiste incluso luego de volverse a mudar. Ello a pesar del hecho de que no poseen habilidades iniciales más altas que las de sus

³ Naturalmente, la importancia de estas externalidades puede variar de industria a industria y de trabajador a trabajador. Por ejemplo, según Combes *et al.* (2012) y De la Roca y Puga (2017), los trabajadores más productivos serán más capaces de apropiarse de los beneficios de la aglomeración.

contrapartes en ciudades pequeñas. Este efecto se debe en gran parte a la presencia de las economías de aglomeración.

1.1 Microfundamento de las economías de aglomeración

Luego de repasar estos ejemplos, es posible entender en mejor medida la tipología propuesta por Duranton y Puga (2004). Tal como se describió líneas arriba, ellos desarrollan tres posibles explicaciones para la existencia de las economías de aglomeración: efectos causados (i) por el compartir de ciertos bienes o servicios, (ii) por el emparejamiento entre firmas y trabajadores, y (iii) por el aprendizaje.

- Compartir bienes y servicios

Bajo este enfoque, las ganancias generadas por la aglomeración de los agentes se explican a través (i) del compartir de bienes indivisibles, (ii) de las ganancias causadas por la variedad, (iii) de las ganancias causadas por la especialización individual, y (iv) del compartir del riesgo.

El primero de estos mecanismos hace referencia a los retornos crecientes generados por la indivisibilidad de un bien cuya producción demanda altos costos fijos. Por ejemplo, es poco rentable que cada persona de una ciudad posea un pequeño estadio de fútbol para sí mismo. Por el contrario, construir un gran estadio que pueda ser compartido por todos es más rentable. Sin embargo, si se construye semejante estadio, habrá un *trade-off* entre las ganancias generadas por compartir dicha infraestructura, y los costos asociados a la tugurización de la tierra alrededor del estadio. Este mismo ejemplo puede ser extrapolado a las instalaciones productivas. Así, las ciudades facilitarían este compartir de bienes públicos, instalaciones y mercados.

El segundo elemento, por su parte, hace referencia a los retornos crecientes surgidos por la ventaja productiva de tener disponible una mayor variedad de bienes intermedios diferenciados. Este enfoque se racionaliza microeconómicamente utilizando una función de producción agregada con elasticidad constante de sustitución, y con la presencia de un cierto número de productores intermedios a la Dixit y Stiglitz (1977). Estos productores intermedios se caracterizan por tener retornos de escala crecientes (tienen un costo fijo) y competir monopolísticamente. El resultado de este modelo es que un productor se vuelve más productivo cuando tiene acceso a una mayor variedad de bienes intermedios. Es decir, un incremento en la producción final, como consecuencia de una mayor variedad de proveedores, requiere un incremento proporcional menor en el uso de factores de producción.

El tercer punto, las ganancias causadas por la especialización individual, se relaciona con la división del trabajo propuesta por Adam Smith. De acuerdo con él, la división del trabajo vuelve más productivos a los trabajadores porque, en primer lugar, les permite especializarse e incrementar su destreza en una actividad en particular. En segundo lugar, al tener menos trabajadores cambiando de actividad tan seguido, se generan ahorros en tiempo, puesto que existen costos fijos asociados al inicio de cada actividad (cambiar de ubicación y de herramientas, etc.). La tercera razón es que la división del trabajo fomenta las innovaciones que ahorran mano de obra, puesto que actividades más simples pueden ser mecanizadas más fácilmente.

Finalmente, el argumento usado para fundamentar el cuarto punto es que las economías de aglomeración surgen por las ganancias generadas al compartir un fondo común de insumos: muchas veces las empresas *ex ante* no saben realmente qué proporción de insumos utilizarán, de modo que aglomerar a los trabajadores y a las empresas permite diversificar el riesgo.

- Emparejamiento de trabajadores y empresas

Aquí, las economías de aglomeración estarían asociadas con los siguientes tres conceptos: (i) calidad del emparejamiento, (ii) probabilidad de que haya un emparejamiento exitoso, y (iii) comportamiento oportunístico.

El primer elemento de esta lista hace referencia a que cuando el número de agentes que buscan emparejarse aumenta, la calidad esperada de cada emparejamiento aumenta también: es más probable que un trabajador promedio encuentre un empleador que vaya acorde a sus habilidades y preferencias. Una idea similar se refleja en el segundo elemento de la lista anterior: cuando el número de agentes buscando emparejarse aumenta, la probabilidad de que surja el emparejamiento es mayor. Por último, el tercer elemento de la lista hace referencia a que, en un extremo, cuando las empresas se localizan de manera aislada, no pueden comprometerse a pagar a sus trabajadores una prima por capital humano, puesto que no es creíble: cada empresa se comporta como un monopsonio y extrae todo el excedente de los trabajadores. No obstante, si las empresas deciden localizarse en el mismo territorio, el compromiso de remunerar a sus trabajadores de acuerdo con su habilidad se vuelve creíble.

- Aprendizaje

La generación de aprendizaje comprende una serie de acciones e interacciones entre agentes, de manera que si las personas se aglomeran, se podría facilitar el aprendizaje. Existen tres causas centrales de las economías de aglomeración bajo este enfoque: (i) la facilitación de la generación de conocimiento, (ii) la mayor difusión de las ideas, y (iii) la mayor acumulación de conocimiento, que genera una mayor eficiencia dinámica (revisar Combes y Duranton [2004] para mayor detalle).

1.2 Medición de las economías de aglomeración

Tal como se describió en la sección anterior, se considera como economías de aglomeración todo efecto generado a partir de una expansión de la economía local. Tradicionalmente, en la literatura el principal resultado que suele evaluarse es el cambio en la productividad –a causa de dicha expansión– medido a través de la productividad total de los factores (PTF) o el salario. Pero ¿cómo se mide el tamaño de la economía local y su expansión? La economía local suele ser medida utilizando el empleo, el tamaño de la población o la producción. Utilizar al empleo como medida del tamaño de la economía local es preferible a utilizar la población, puesto que el empleo refleja las condiciones económicas en mejor medida. Asimismo, es preferible a la producción porque esta última adolece de problemas de endogeneidad más serios (Combes y Gobillon 2015).

Otra medida de la economía local que puede utilizarse es la densidad poblacional o del empleo (Ciccone y Hall 1996). Lógicamente, la utilización de una medida de densidad estará sujeta a la definición de espacio geográfico que se utilice como, por ejemplo, distritos o regiones, cuestión que no está exenta de problemas⁴. Por ello, es interesante estudiar los efectos *spillovers* que vayan más allá del espacio geográfico. De hecho, dado que el transporte y la comunicación son variables relevantes para explicar el ejercicio económico, en la literatura se suele evaluar cómo cambia el impacto de la densidad a medida que se aleja el trabajador o firma. Lamentablemente, muchas veces la variabilidad en los datos no es suficiente para realizar dicho ejercicio. Es por ello que algunos autores utilizan la medida de mercado potencial elaborada por Harris (1954), con lo cual asumen que el impacto de la densidad es inversamente proporcional a la distancia.

⁴ Podría ocurrir que las conclusiones dependan de la definición de espacio geográfico que se utilice.

Un problema del que todo estudio empírico adolece es que cualquier medida del tamaño de la economía se caracterizará por el problema de endogeneidad. Por ejemplo, una ciudad que exhibe salarios más altos que las demás. Es posible que, debido a los altos salarios, una mayor proporción de trabajadores se muden hacia allá, lo que evidentemente generará una mayor densidad poblacional. Así, en este ejemplo de escenario, el problema de causalidad inversa: ¿la densidad causa mayores salarios, o mayores salarios causan una mayor densidad? Peor aun, si a esta ciudad imaginaria se le agregan mayores comodidades y entretenimiento, y no se controla por estas variables en el análisis, el problema de endogeneidad será aun mayor.

1.3 Estrategias de identificación usadas en la literatura

Para solucionar los problemas descritos arriba, la literatura ha utilizado distintos métodos. Desde variables instrumentales como, por ejemplo, Combes *et al.* (2008), quienes utilizaron valores históricos de la densidad y el empleo como instrumentos, o Rosenthal y Strange (2008), quienes emplearon un conjunto de variables geográficas; hasta experimentos naturales⁵, tales como Shoag y Veuger (2015), Basker (2005), y Greenstone *et al.* (2010). El espíritu de estos últimos va en línea con el objetivo de esta investigación: evaluar cómo la expansión de la economía local –en este caso, la expansión de la inversión minera en exploración en el Perú– afecta la productividad de los agentes locales. Finalmente, el estudio de Correia (2015) también es particularmente de interés, dado que estudia al caso peruano y posee la misma temática (explotar choques en la economía local para medir su impacto sobre otras variables), aunque se centra en el sector crediticio. En los párrafos que siguen se resumirán estas investigaciones, ya que se encuentran íntimamente asociadas con el presente estudio.

Basker (2005) estima el efecto de la expansión de Wal-Mart en el empleo por condado en los Estados Unidos. Utiliza un enfoque de variables instrumentales y encuentra que el ingreso de Wal-Mart crea en promedio cien nuevos puestos de trabajo durante el mismo año de ingreso. La mitad de este aumento desaparece luego de cinco años, dado que otros establecimientos deciden salir del mercado local. Para resolver el problema de endogeneidad, explota las fechas de ingreso planeadas por las tiendas. Esto requiere el supuesto de que Wal-Mart planea el ingreso en un determinado condado con bastante antelación y de que no puede predecir exactamente las condiciones económicas que encontrará cuando se efectúe el ingreso.

⁵ Dichos experimentos también pueden ser utilizados como instrumentos.

Greenstone *et al.* (2010) cuantifican las economías de aglomeración estimando el impacto del ingreso de plantas manufactureras sobre la productividad (PTF) de las empresas que previamente se encontraban en el mismo condado. Para ello, utilizan un innovador cuasiexperimento: explotan un *ranking* de la revista “Site Selection” en el que se detalla qué condados fueron elegidos para localizarse por las empresas (condados ganadores) y qué condados no lo fueron por poco (condados perdedores). Así, construyen un contrafactual tomando a los condados perdedores como referencia. Ellos encuentran que 5 años luego del ingreso, la PTF de las empresas afectadas es 12% superior que la de las empresas ubicadas en los condados perdedores. Consistente con la teoría, el efecto es superior para las empresas incumbentes que comparten la misma tecnología y tipo de empleados. Finalmente, encuentran que el salario medio es mayor en los condados ganadores.

Shoag y Veuger (2015) utilizan la masiva cantidad de bancarrotas ocurridas en Estados Unidos durante 2007-2008⁶ y detalladas bases de datos⁷ para encontrar que, al cerrar estas empresas, los consumidores rápidamente redujeron sus visitas a los negocios aledaños. Asimismo, el tamaño de estos efectos depende de la forma geográfica de la ciudad. Cuando la forma de estas permite capturar una mayor proporción de las externalidades positivas generadas por el ingreso de grandes empresas, los gobiernos locales tienen una mayor probabilidad de ofrecer subsidios, los cuales reducen parcialmente la incidencia de otros mecanismos privados como, por ejemplo, la construcción de grandes centros comerciales.

Finalmente, Correia (2015) estudia cómo el ingreso de tiendas de *retail* asociadas a un banco afecta la oferta de crédito de consumo. Para hacer este análisis utiliza una base de datos de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, la cual contiene los balances y límites crediticios para cada banco y prestatario entre enero de 2006 y agosto de 2012. Para resolver el problema de endogeneidad, Correia utiliza una estimación por IV, empleando como instrumento el hecho de que algunos bancos pertenecen al mismo conglomerado económico de determinadas tiendas minoristas; por lo tanto, cuando una nueva sede abre, los bancos relacionados a la tienda titular incrementan la emisión de tarjetas de créditos en los distritos adyacentes. Asimismo, Correia encuentra que este incremento en el número de tarjetas de crédito expande la oferta total de crédito, así como el riesgo de *default*. Finalmente, observa que los prestamistas incumbentes reaccionan al aumento de riesgo disminuyendo su propia oferta.

⁶ CompUSA liquidó todas sus operaciones de *retail*. Igualmente, Mervyn’s liquidó todas sus tiendas en siete estados.

⁷ Utilizan bases de datos de hogares y empresas con un alto nivel de detalle, siendo la característica más importante el hecho de que se encuentran georreferenciadas.

2. El impacto de la explotación de recursos naturales

La explotación de los recursos naturales se encuentra asociada a un incremento del nivel de ingreso y recaudación. Sin embargo, la literatura ha reconocido que dicha mejora no está exenta de dificultades. En particular, se ha demostrado la asociación que existe entre la explotación de recursos, conflictos sociales, contaminación y corrupción (Agüero *et al.* 2016).

El caso de la minería es un ejemplo emblemático. Aragon y Rud (2012) estudiaron la minería de oro en Ghana y hallaron resultados poco alentadores. Utilizaron datos de hogares, la localización geográfica de las minas activas antes del 2005 y estimaron una función de producción agrícola, así descubrieron que la minería redujo la productividad agropecuaria en un 40%. Asimismo, encontraron que este resultado se debe principalmente a la contaminación de las minas, no a la poca disponibilidad de insumos. Finalmente, observaron que la actividad minera está asociada a un incremento de la pobreza, de la malnutrición y de la incidencia de enfermedades respiratorias.

Otro trabajo que estudia el impacto de la minería en África es el de Kotsadam y Tolonen (2016). A diferencia de Aragon y Rud (2012), Kotsadam y Tolonen encontraron resultados más alentadores. En particular, demostraron que las mujeres que viven a 20 kilómetros de la mina abandonan el auto-empleo en la agricultura para trabajar en el sector de servicios o, en su defecto, salir de la fuerza laboral. Igualmente, los varones dejan la agricultura para unirse al trabajo manual. Por su parte, Tolonen (2014) se centró en la rápida expansión de las minas de oro para estimar el efecto de esta sobre la salud local. Tolonen encontró que la mortalidad infantil de los niños ubicados a 100 kilómetros o menos disminuye en más de la mitad. Ver von der Gotz y Barnwal (2014) para más evidencia relacionada.

En otro trabajo, Aragon *et al.* (2015) examinaron el efecto heterogéneo de choques mineros sobre el empleo, diferenciándolo por género. Para ello, utilizaron el cierre masivo de minas de carbón ocurrido en el Reino Unido durante la década de 1980, y encontraron evidencia de un incremento del empleo en manufactura de los varones y una reducción del empleo en manufactura de las mujeres. Asimismo, descubrieron que este cierre masivo generó efectos persistentes en el tamaño de la población. Al igual que en sus demás estudios, utilizaron la distancia a la mina para definir al grupo de control y tratamiento, con la diferencia de que en este caso emplean el número de minas que cerraron y el número de trabajadores despedidos como tratamiento.

Un estudio que ha tenido gran impacto en la literatura es el de Aragon y Rud (2013), quienes estudiaron el caso peruano estimando el impacto de la expansión de Yanacocha en la economía local. Para ello, utilizaron la Enaho de entre 1997 y 2006, y encontraron evidencia de un incremento en la demanda de insumos locales y, por lo tanto, del ingreso real a causa de la expansión de la mina. Asimismo, hallaron evidencia a favor de un incremento de las medidas de bienestar y de una reducción de la pobreza. Para identificar estos resultados, aprovecharon un cambio en la política de la empresa: Yanacocha decidió dejar de comprar todos sus insumos a Lima, para así recurrir en mayor medida al mercado local. Asimismo, definieron un grupo de tratamiento y de control utilizando la distancia a Cajamarca, la ciudad donde se ubica la mina⁸.

Debido a que toda expansión minera conlleva un incremento de la bonanza fiscal, ciertos políticos se aprovechan de las circunstancias para desviar fondos a beneficio personal. Maldonado (2011) encontró evidencia a favor de esta conjetura para el caso peruano. Para lograrlo, explotan la variación de las condiciones fiscales de un subconjunto de gobiernos locales generada a partir de una norma, la cual obliga al Gobierno central a transferir el 50% de los impuestos pagados por los titulares mineros hacia los gobiernos locales que fueron más afectados por el incremento de los precios internacionales. Los trabajos de Arellano-Yanguas (2011), James y Aadland (2011), y Fleming y Measham (2013) son similares y encuentran resultados semejantes.

Cabe destacar que, para el caso peruano, existe cierta evidencia adicional de que la minería puede reducir la pobreza e incrementar el consumo de los hogares ubicados en zonas rurales, a pesar de los costos sociales y ambientales inherentes a esta actividad económica (Loayza *et al.* 2013 y Zambrano *et al.* 2014). El mecanismo de transmisión que parecería estar operando se encuentra relacionado íntimamente con la migración de personas altamente capacitadas que llegan a la economía local y generan un incremento de la desigualdad salarial (Loayza y Rigolini 2016). También existe evidencia de que la actividad minera ayuda a la formación de capital humano. Agüero *et al.* (2016) estima que la producción minera, a través del canon minero, se encuentra asociada con una mejora considerable en la formación de capital humano. Un resumen de la literatura se puede encontrar en Cust y Poelhekke (2015).

⁸ Si el distrito donde se ubicaba el hogar estaba dentro de una distancia de 100 km, se le consideró como parte del grupo de tratamiento.

Capítulo III. La inversión en exploración minera en el Perú

1. Descripción general

De acuerdo con un informe de APEC, la exploración minera es el proceso por el cual las empresas estudian y compilan información acerca de los recursos minerales disponibles en una determinada zona geográfica. Los resultados de esta actividad proveen de la información requerida para determinar si es que desarrollar o expandir una mina es rentable.

La decisión de invertir y el monto que se va a invertir dependen, en líneas generales, de cuatro grupos de factores: geológicos, técnicos, sociales y políticos, y económicos (Eggert 2010). El primer grupo hace referencia a la probabilidad de que existan recursos minerales en la región. Asimismo, hace referencia al riesgo geológico, es decir, una vez empezado el minado, el riesgo de que el grado y la calidad del mineral difiera de lo que inicialmente se había estimado. El segundo grupo de factores aluden a la dificultad tecnológica para explotar un determinado mineral en una determinada zona. El tercer grupo, por otro lado, hace referencia al impacto social y político que puede tener la explotación de un mineral en una zona en particular. Finalmente, el último grupo de factores responde principalmente al precio internacional del mineral en cuestión. De estos cuatro grupos, el primero y el último suelen ser los que inciden mayormente en la decisión de invertir o no.

En general, antes de empezar la explotación se debe realizar una serie de procesos que en total toman entre 5 y 15 años. Estos se dividen en 4 etapas que se dan de manera continua: (i) exploración previa a la detección o identificación de un depósito geológico; (ii) exploración avanzada en la que se determina si se debe desarrollar la mina o no; (iii) desarrollo del depósito minero, lo que implica una completa evaluación económica y técnica; y (iv) desarrollo de la mina, proceso en el que se planea, diseña y construye todas las instalaciones que serán necesarias para empezar la producción (Eggert 2010 y Gandhi y Sarkar 2016).

Las actividades realizadas en la primera etapa suelen requerir una inversión de hasta US\$ 10 millones, y constan del estudio del área, la compra del terreno, de estudios regionales (geología, geoquímica y geofísica), y del primer contacto con la comunidad local. En la segunda etapa se realizan estudios mucho más detallados, se taladra la zona, se esboza la localización de los depósitos, se construyen caminos, se recauda información ambiental y social, y finalmente, se continúa con el contacto y compromiso con la comunidad local. Estas actividades suelen

requerir una inversión de hasta US\$ 100 millones. Finalmente, en la tercera y cuarta etapa se continúa con el taladro de la zona (aunque con mucha más precisión), se planea la mina, se continúan los estudios ambientales y el contacto con la comunidad local, y además se construyen las instalaciones que se requerirán para la explotación. La inversión en esta etapa suele ser de hasta US\$ 1.000 millones.

2. Marco legislativo

El Estado peruano es el dueño de todos los recursos minerales que existen en el territorio nacional. Es por ello que el Estado es el que concede el derecho de explorar y extraer minerales a las empresas. Una concesión minera es independiente de la propiedad ubicada en la superficie. Si es que una empresa tiene una concesión, pero no posee la propiedad localizada en la superficie y quiere ejercer su derecho, puede (a) comprar el territorio; o (b) negociar el uso temporal de la superficie. De lo contrario, no podrá ejercer los derechos otorgados por el Estado.

El organismo que se encarga de conceder los derechos mineros es el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), institución que legalmente se encuentra bajo la jurisdicción del Minem. El proceso para conseguir una concesión para explorar es el siguiente: en primer lugar, se debe evaluar el tipo de proyecto que se va a implementar. La tipología se divide en tres categorías: (i) exploración minera que generará pocas alteraciones a la superficie, (ii) exploración que generará desechos capaces de degradar el ambiente y de perturbar el área (construcción de túneles, taladro, etc.) y (iii) exploración que requerirá la construcción de más de 50 metros de túneles, o la construcción de más de 20 plataformas de taladro, etc.

Los proyectos del primer tipo suelen ser aceptados de manera directa. El segundo requiere que la empresa presente cierta documentación y que comunique a las autoridades su intención de empezar la exploración. La autorización, por lo general, se da automáticamente tras recibir la documentación solicitada. Finalmente, el último tipo de inversión suele ser autorizada luego de que el Minem realice una evaluación ambiental que dura alrededor de cuatro meses.

Por último, el Minem provee de ciertas facilidades tributarias a los titulares de concesiones mineras que realicen actividades de exploración de minerales, sin antes haber iniciado operaciones productivas. Para ser beneficiarios de estas facilidades⁹, el titular debe suscribir un

⁹ Estas facilidades tributarias constan de una devolución del Impuesto General a las Ventas (IGV).

contrato de inversión en exploración con el Estado, acción legal cuyos requisitos son los siguientes:

- El programa de inversión debe de ser por un monto no menor a US\$ 500.000.
- El presupuesto y cronograma de ejecución debe estar detallado de forma mensual.
- Debe proveer información adicional que permita una mejor apreciación del programa de inversión como, por ejemplo, la relación de derechos mineros a nombre del titular.
- Debe incluir solo las concesiones en las cuales se ejecutará la inversión en exploración.

Una vez cumplidas estas restricciones, el inversor recibirá un beneficio tributario, en particular, la devolución del IGV por la compra de ciertos bienes y servicios.

Capítulo IV. Modelo económico

A continuación, se presentará un modelo de equilibrio general para mercados laborales en dos regiones. Este modelo trata de explicar cómo dos regiones pueden diferenciarse en productividad persistentemente en el largo plazo, y cómo esta diferencia incide sobre los trabajadores de dichas regiones. En particular, sirve de ejercicio para ejemplificar el impacto que puede tener una gran inversión (en exploración), sobre la economía local. Gran parte del modelo ha sido tomado de Moretti (2011).

1. Supuestos y equilibrio

Se considera que existen dos regiones: a y b . En cada una se produce un bien y , el cual se comercia en el mercado internacional, por lo que (normalizándolo) su precio es igual a 1 en todos los lugares. Tanto empresas como trabajadores son móviles y se localizan en la región donde se maximice su utilidad. Asimismo, los trabajadores proveen solo una unidad de trabajo, de tal modo que la oferta de trabajo depende solamente del lugar donde se localizan las personas.

La función indirecta de utilidad del trabajador i en la región j :

$$U_{ij} = w_j - r_j + A_j + e_{ij} \quad (1)$$

donde w_j es el salario nominal en la región j ; r_j es el costo de alquiler en la región j ; A_j es una medida local de *amenities*¹⁰. Igualmente, e_{ij} es una variable aleatoria que representa la utilidad que tiene la persona i por vivir en la región j . Un gran valor para e_{ij} significa que el trabajador i siente gran apego por vivir en j , *ceteris paribus*¹¹.

Se va a suponer que la preferencia relativa del trabajador i por la región a , con relación a la región b , se distribuye uniformemente:

$$e_{ia} - e_{ib} \sim \mathcal{U}[-s, s] \quad (2)$$

El parámetro s mide qué tan importante es para el trabajador vivir en una determinada región. Valores altos para este parámetro hacen que el trabajador sea menos sensible a diferencias entre

¹⁰ Esta función de utilidad indirecta se deriva al maximizar una función de utilidad Cobb-Douglas (con coeficientes igual a 1), $U(z_{ij}, \tilde{H}, \tilde{A})$, donde z_{ij} y h son las cantidades de consumo del bien transable y de vivienda, respectivamente, sujeto a una restricción presupuestaria tradicional.

¹¹ Tener familia o haber nacido en j , por ejemplo, hace que e_{ij} sea mayor.

salarios, precios de vivienda o *amenities*¹². Dado que en este modelo se ha supuesto que cada persona solo brinda una unidad de trabajo, este parámetro caracteriza la oferta laboral.

El atractivo de este modelo, tal como lo señala Moretti (2011), está en que es capaz de explicar las decisiones de localización de las personas en función de los factores más importantes tales como los salarios, el costo de alquiler, *amenities*, y las preferencias individuales. En ese sentido, un trabajador va a preferir ubicarse en la región a , si y solo si:

$$U_{ia} > U_{ib} \leftrightarrow e_{ia} - e_{ib} > (w_b - r_b) - (w_a - r_a) + (A_b - A_a) \quad (3)$$

En equilibrio, el individuo marginal deberá ser indiferente entre las dos regiones:

$$\tilde{e}_{ia} - \tilde{e}_{ib} = \tilde{s} = (w_b - r_b) - (w_a - r_a) + (A_b - A_a) \quad (4)$$

Es decir, existe una realización de $e_{ia} - e_{ib}$ que se llamará \tilde{s} , la cual hace indiferente al individuo entre estar en cualquiera de las dos regiones. Por lo tanto, la probabilidad de que $e_{ia} - e_{ib} > \tilde{s}$ es $\frac{s-\tilde{s}}{2s}$ (teniendo en cuenta que s se distribuye de manera uniforme). Dado que existen $N = N_a + N_b$ trabajadores, N_a será igual a $\frac{s-\tilde{s}}{2s}N$. De lo anterior se desprende que $\tilde{s} = s \frac{N_b - N_a}{N}$. Finalmente, esto se reemplaza en la ecuación (4), y se obtiene que la oferta laboral de la región b :

$$w_b = w_a + (r_b - r_a) + (A_a - A_b) + s \frac{N_b - N_a}{N} \quad (5)$$

Según la ecuación (5), los salarios en la región b deberán ser iguales a los de la región a , a menos que los precios de alquiler, las cantidades de *amenities*, o las poblaciones locales sean distintas. Asimismo, la elasticidad de la oferta de trabajo, $\frac{\partial N_b}{\partial w_b}$, se encuentra caracterizada por el parámetro s . Si la importancia de vivir en una determinada región es alta, es decir, s es alto, los trabajadores serán poco móviles, lo que significa que la elasticidad será baja. Por el contrario, si los individuos son perfectamente móviles, es decir, si $s = 0$, la elasticidad de la oferta laboral será infinita: una curva totalmente horizontal. En este caso, cualquier cambio en el salario real, o en los *amenities*, resultará en que un número infinito de personas estén dispuestas a abandonar una región para ir a la otra.

Luego, se asume que la función de producción de las firmas en la región j es:

¹² Si $s = 0$, la ubicación no importa, y el trabajador es perfectamente móvil.

$$\ln y_j = X_j + hN_j + (1 - h)K_j \quad (6)$$

donde X_j es la productividad total de los factores, y K_j es el logaritmo del capital. Asimismo, se supondrá que X_j depende del total de trabajadores en la región j , de manera que $X_j = X_{j0} + \gamma N_j$. Este supuesto se racionaliza con los argumentos a favor de las economías de aglomeración dados por Duranton y Puga (2004). Otro supuesto que será relevante para el modelo es el de perfecta movilidad de las firmas. Las empresas entonces maximizarán sus beneficios de la siguiente manera:

$$\max_{\tilde{N}_j, \tilde{K}_j} \{\Pi_j\} = \max_{\tilde{N}_j, \tilde{K}_j} \{ \tilde{X}_{j0} \tilde{N}_j^\gamma \tilde{N}_j^h \tilde{K}_j^{1-h} - \tilde{w}_j \tilde{N}_j - \tilde{i} \tilde{K}_j \} \quad (7)$$

De esta maximización, se encuentra la demanda de trabajo:

$$\tilde{w}_j = (\gamma + h) \tilde{X}_{j0} \tilde{N}_j^{\gamma+h-1} \tilde{K}_j^{1-h} \quad (8)$$

En logaritmos:

$$w_j = \ln(\gamma + h) + X_{j0} - (1 - \gamma - h)N_j + (1 - h)K_j \quad (9)$$

Por otro lado, el equilibrio de la demanda de capital con la oferta de capital, en logaritmos, es la siguiente (asumiendo que existe un mercado internacional del capital, y que el capital es ofrecido infinitamente al precio \tilde{i}):

$$i = \ln(1 - h) + X_{j0} + hN_j - hK_j \quad (10)$$

Adicionalmente, se va a suponer que cada trabajador consume solo una unidad de vivienda, con lo que la demanda de arrendamiento proviene directamente de reescribir la ecuación (5):

$$r_b = r_a + (w_b - w_a) + (A_b - A_a) - s \frac{N_b - N_a}{N} \quad (11)$$

Para cerrar el modelo, se supone que la oferta de arrendamiento es la siguiente:

$$r_j = z + k_j N_j \quad (12)$$

donde k_j caracteriza la elasticidad de esta oferta. Se supone que este parámetro se encuentra exógenamente determinado por el gobierno y la geografía. En regiones donde es muy difícil construir nuevas casas, k_j recibirá un valor muy alto¹³.

Finalmente, con las ecuaciones (5), (9), (10), (11), (12) y $N = N_a + N_b$ se resuelve el modelo.

¹³ La ecuación (12) supone que no se utilizan insumos locales para producir casas y el hecho de que las casas de deprecian, lo que podría generar una asimetría en el efecto de los *shocks* de demanda.

2. Los efectos de un *shock* a la demanda laboral

Al igual que Moretti (2011), se considerará un aumento en la demanda laboral de la región b . Este aumento en la demanda puede darse como producto de un choque tecnológico localizado. Para términos de esta investigación, las inversiones en exploración se pueden interpretar como un choque de esas características.

En primer lugar, se supondrá que en el periodo 1 ambas regiones son idénticas y que en el periodo 2, la productividad total de los factores de b , $X_{b0,2}$, aumenta, tal que: $X_{b0,2} = X_{b0,1} + \Delta$, con $\Delta > 0$. Los subíndices 1 y 2 hacen referencia al periodo en el que se encuentra la variable. Se supondrá, además, que los *amenities* de ambas regiones se mantienen constantes.

La resolución del modelo se encuentra en el anexo 2. Gracias a que los trabajadores en la región b son ahora más productivos, los salarios aumentan lo que atrae a algunos trabajadores de la región a :

$$N_{b2} - N_{b1} = \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \geq 0 \quad (13)$$

La ecuación (13) claramente muestra que mientras más pequeño sea s , es decir, mientras más alta sea la elasticidad de la oferta laboral, mayor será el número de personas que se van de la región a , a la región b . Igualmente, mientras más bajo sea k_j , i.e. mientras más alta sea la elasticidad de la oferta de alojamiento (con lo que se podría alojar a más personas), mayor será la migración. Finalmente, mientras más altas sean las economías de aglomeración (i.e. γ alto), el salario de las personas será incluso mayor, con lo que más personas estarán dispuestas a migrar hacia la región b .

Esto último se puede observar analizando la ecuación (14):

$$w_{b2} - w_{b1} = \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N(k_a + k_b - \gamma) + 2s}{N(k_a + k_b - 2\gamma) + 2s} \right] \geq \frac{\Delta}{h} \geq 0 \quad (14)$$

Cuando existen economías de aglomeración, el cambio en el salario nominal para la región b es más grande comparado con el escenario en el que no existen. De hecho, mientras más alto sea γ , más alto será el cambio en el salario nominal.

Por otro lado, si la oferta de hogares no es infinitamente elástica, el aumento de la población en la región b causará un aumento en los costos por alquiler:

$$r_{b2} - r_{b1} = k_b \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \geq 0 \quad (15)$$

Al igual que con las demás ecuaciones, mientras mayores sean las economías de aglomeración, mayor será el incremento en la renta.

Dado que tanto los salarios nominales como la renta están aumentando, el efecto sobre los salarios reales es ambiguo:

$$(w_{b2} - w_{b1}) - (r_{b2} - r_{b1}) = \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N(k_a - \gamma) + 2s}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \quad (16)$$

Cuando no existen economías de aglomeración, el cambio en el salario real siempre es positivo. Sin embargo, a medida que el tamaño de γ aumenta, el efecto sobre el salario real se torna ambiguo:

$$\frac{\partial [(w_{b2} - w_{b1}) - (r_{b2} - r_{b1})]}{\partial \gamma} = \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N^2(k_a - k_b) + 2Ns}{(N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s)^2} \right] \quad (17)$$

Si la elasticidad de la región b es más alta que la elasticidad de alojamiento de la región a , es decir, $k_a \geq k_b$, la derivada será necesariamente positiva. Esto significaría que, dado que la región b puede proveer de alojamiento relativamente fácil, el incremento en el cambio del salario nominal (gracias a unas economías de aglomeración más altas), será mayor que el incremento en el cambio del valor de la renta.

En la región a sucederá un cambio negativo en los salarios nominales, negativo en las rentas, pero positivo en el salario real:

$$w_{a2} - w_{a1} = -\gamma \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \leq 0 \quad (18)$$

$$r_{a2} - r_{a1} = -k_a \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \leq 0 \quad (19)$$

$$(w_{a2} - w_{a1}) - (r_{a2} - r_{a1}) = \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N(k_a - \gamma)}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \geq 0 \quad (20)$$

Se puede demostrar que, calculando la derivada de la ecuación (18) respecto a las economías de aglomeración, la disminución en el salario real de la región a será mayor a medida que las

economías de aglomeración sean mayores: la caída en el precio de los alquileres se hace muy pronunciada debido a la migración generada por las economías de aglomeración.

Luego de haber resuelto este modelo, se tienen las siguientes predicciones ante un aumento de la demanda de trabajo como producto de una gran inversión minera en exploración:

- a. Asumiendo que las elasticidades de las ofertas de alojamiento son finitas, se espera un aumento de los salarios nominales en la región impactada por el *shock*, mientras que se espera que los salarios nominales de la otra región disminuyan. Las magnitudes de estos cambios (en valor absoluto) serán mayores a medida que las economías de aglomeración sean más altas. De no existir economías de aglomeración, los salarios nominales de la región *a* no caerán; solo aumentarán los de la región *b*.
- b. De igual modo, se espera un aumento en el valor del alquiler en la región afectada, y un decrecimiento en la otra región. De nuevo, la magnitud del aumento del alquiler en la región *a* estará en función de la elasticidad de oferta de casas de la región afectada (mientras mayor sea la elasticidad, menor será el aumento) y de las economías de aglomeración (mientras mayores sean las economías de aglomeración, mayor será el aumento). La caída en la región *a* será más pronunciada si las economías de aglomeración son altas.
- c. Si se asume que las elasticidades de las ofertas por alojamiento de las dos regiones son idénticas, se espera que el aumento en el salario real sea positivo en ambas regiones, aunque este aumento será mayor en la región afectada.
- d. Por último, se espera que haya una migración de personas desde la región *a* hacia la región *b*, lo que implica (bajo los supuestos del modelo) mayores unidades de empleo utilizadas en el equilibrio. Esta migración será más acentuada en la medida en que las economías de aglomeración sean más altas.

Capítulo V. Datos y estadísticos descriptivos

1. Catastro de concesiones mineras

El Ingemmet posee disponible en su página web el servicio de mapa en web (WMS) del catastro minero, el cual contiene información acerca de la ubicación de cada concesión y su código único de identificación. Gracias a dicho código fue posible georreferenciar la información de las concesiones disponibles en otras fuentes de datos, tal como se explicará más adelante.

Antes de continuar, es necesario describir qué tipo de concesiones están incluidas en este catastro. Así, las concesiones mineras que conforman este catastro son aquellas que se encuentran vigentes y que fueron otorgadas a través del Decreto Legislativo N° 708¹⁴. Asimismo, se consideran las concesiones otorgadas en amparo del Texto Único Ordenado¹⁵, y las concesiones de beneficio, de labor general y de transporte minero. Todas cuentan con coordenadas UTM definitivas¹⁶. La información disponible en esta base de datos se actualiza permanentemente utilizando los datos que procesan diariamente los ingenieros y abogados de la Dirección de Concesiones Mineras y que se encuentran sustentados en los documentos de tramitación, titulación e incorporación. Tal como se puede dilucidar en la tabla 1, este catastro cuenta con la georreferencia del 99,66% de concesiones vigentes al 2016 (para ubicarlas, ver anexo 1).

Tabla 1. Concesiones mineras vigentes incorporadas al catastro minero nacional al 31/12/2016 formuladas con el Decreto Legislativo N° 708 y normas anteriores

Concesiones Mineras Vigentes Incorporadas al Catastro Minero Nacional al 31/12/2016 Formuladas con el Decreto Legislativo 708 y normas anteriores				
	Cantidad	%	Hectáreas	%
Antes del D.L. 708	6.113	19,38	1.169.483	8,89
Con el D.L. 708	25.319	80,28	11.966.742	90,94
Observadas y en proceso de incorporación	106	0,34	23.380	0,18
Total	31.538	100	13.159.605	100

Fuente: Ingemmet

¹⁴ Dicho decreto tiene como objetivo promover las inversiones mineras y otorga a los titulares de dichas actividades los siguientes beneficios: (i) estabilidad tributaria, cambiaria y administrativa; (ii) se grava únicamente la renta que sea distribuida por los titulares; (iii) deducción de tributos internos; (iv) se deducirán las inversiones en infraestructura pública; entre otros.

¹⁵ Esta ley «comprende todo lo relativo al aprovechamiento de las sustancias minerales del suelo y del subsuelo del territorio nacional, así como del dominio marítimo. Se exceptúan del ámbito de aplicación de esta Ley, el petróleo e hidrocarburos análogos, los depósitos de guano, los recursos geotérmicos y las agua minero-medicinales».

¹⁶ Estas coordenadas provienen del “sistema de coordenadas universal transversal de Mercator”. Este sistema se basa en la proyección cartográfica transversa de Mercator.

2. Contratos de exploración

El Minem provee de ciertas facilidades tributarias a los titulares de concesiones mineras que realicen actividades de exploración de minerales, sin antes haber iniciado operaciones productivas. Para ser beneficiarios de estas facilidades¹⁷, el titular debe suscribir un Contrato de Inversión en Exploración con el Estado, acción legal cuyos requisitos son los siguientes:

- El programa de inversión debe de ser por un monto no menor a US\$ 500.000,00.
- El presupuesto y cronograma de ejecución debe estar detallado de forma mensual.
- Debe proveer de información adicional que permita una mejor apreciación del programa de inversión como, por ejemplo, la relación de derechos mineros a nombre del titular.
- Debe incluir solo las concesiones en las cuales se ejecutará la inversión en exploración.

Cada contrato de inversión en exploración (celebrado por el Estado y un titular minero) se encuentra disponible en la página web del Minem¹⁸. A partir de estos documentos se desarrolló una base de datos que cuenta con el listado de todas las concesiones implicadas, los códigos únicos de identificación de cada una, los montos totales de inversión planeados, y la fecha en la que se iniciaría cada plan de inversión.

En la tabla 2 se exhibe el detalle de las inversiones desde 2003, por percentil. En la primera columna se indica un intervalo, mientras que en la segunda se indica el valor máximo correspondiente a dicho intervalo. De la tercera a la quinta columna se presentan los valores promedios de la inversión, la duración del contrato y la extensión en hectáreas para el intervalo mostrado en la primera columna. Así, por ejemplo, la inversión promedio US\$ 827.827 correspondería al valor promedio de la inversión entre el percentil 10 y el percentil 25.

Al observar esta tabla, lo primero que resalta a la vista es la magnitud de estas inversiones, y la alta varianza de su distribución. El valor de la inversión en el percentil 99 (US\$ 287.104.378) equivale a más de diez veces el valor del percentil 95 (US\$ 28.038.756). Un segundo hecho que destaca es la correlación positiva que existe entre la duración del contrato y el monto de la inversión: a mayor inversión, mayor duración del contrato. En cambio, la relación entre el monto de la inversión y la extensión en hectáreas parece ser cuadrática, no lineal.

Tal como se explicará en la sección de metodología, en el presente trabajo solo se analizará las inversiones del percentil 75 en adelante. La idea central es utilizar la variabilidad que genera un

¹⁷ Estas facilidades tributarias constan de una devolución del IGV.

¹⁸ Dado que esta figura legal existe desde el 2003, solo se cuenta con información desde dicho año. Ver: http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=189&idMenu=sub154&idCateg=189

gran *shock* sobre las condiciones de una pequeña localidad: US\$ 6.086.025,00 –el percentil 75– representa 1,6 veces el gasto ejecutado de una municipalidad distrital en promedio durante el año 2016 (US\$ 3.800.000,00).

Finalmente, gracias a la disponibilidad de los códigos únicos de identificación en los contratos y en el catastro, fue posible emparejar la base de datos de contratos con el catastro minero y así georreferenciar dichos documentos. Para ubicar en el mapa las inversiones en exploración analizadas en el estudio, ver anexo 3.

Tabla 2. Inversiones en exploración desde el 2003

Percentil	Inversión máxima (\$)	Inversión promedio (\$)	Duración promedio del contrato (años)	Hectáreas promedio	Número de inversiones
0-10%	603.200	558.381	0,6	7.828	15
10-25%	1.013.500	827.827	0,7	7.368	22
25-50%	2.714.000	1.704.498	0,9	18.568	37
50-75%	6.086.025	4.081.338	1,3	26.333	37
75-90%	16.580.232	9.502.082	1,8	13.248	22
90-95%	28.038.756	18.992.758	2,6	14.160	6
95-99%	287.104.378	55.119.276	4,0	18.395	6

Fuente: Elaboración propia 2017

3. Enaho 2004-2016

El análisis empírico requiere el uso de la Enaho. Esta es una encuesta estratificada de hogares que se realiza trimestralmente por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Su nivel de inferencia alcanza el nivel regional y considera tanto las regiones naturales como la localización geográfica. El objetivo de esta es medir el nivel y el alcance de la pobreza, por lo que contiene información detallada acerca de los ingresos, los gastos, algunas variables sociodemográficas, las características del hogar, los problemas de salud, entre otros factores.

En este análisis se utilizará un *pool* conformado por las encuestas correspondientes a los años 2004 hasta 2016. Tal como se explicará en la sección de metodología, ciertos distritos serán considerados como distritos de tratamiento, y a ciertos otros, de control. La unión del grupo de tratamiento y de control vendría a conformar la totalidad de distritos incluidos en el estudio.

Finalmente, en línea con las predicciones del modelo visto el capítulo IV se analizarán las siguientes variables: salario por hora y horas trabajadas de los trabajadores dependientes,

ganancias por hora y horas trabajadas de los trabajadores independientes, alquiler autorreportado, tasa de ocupación, PEA, problemas crónicos de salud, y salud en general. Asimismo, se estudiarán otras variables adicionales, tales como la salud de los adolescentes y niños, la informalidad y la pobreza. Otras características que formarán parte del análisis como posibles variables de control son: (i) años de educación, (ii) indicador de distrito rural, (iii) indicador de mujer, (iv) años cumplidos, (v) años trabajando, (vi) indicador de que el hogar posee electricidad, (vii) indicador de quechua o aimara como lengua materna, y (viii) indicador de si nació en el distrito donde fue encuestado. Para mayor detalle, ver el anexo 4.

Capítulo VI. Estimación y estrategia de identificación

1. Metodología y estrategia de identificación

El objetivo del estudio es determinar si la expansión minera genera externalidades positivas o negativas sobre la población local. Para ello, se explotará el hecho de que las empresas mineras deciden dónde invertir en función de los precios internacionales. Otras variables, como las características locales, no son tan importantes a la hora de tomar esa decisión. En otras palabras, es poco probable que las empresas mineras elijan invertir en lugares particularmente productivos; más se van a preocupar por invertir en lugares donde *ex ante* perciban que la probabilidad de encontrar minerales es alta. Asimismo, preferirán invertir cuando los precios internacionales se encuentren en una tendencia ascendente.

Para complementar estos supuestos, se empleará una estrategia similar a la empleada por Aragon y Rud (2013). La estrategia de identificación se basa en que la distancia entre una inversión minera y los hogares permite medir el grado de exposición que tienen los hogares frente a las externalidades generadas por la inversión. Así, a medida que el hogar se aleja de la inversión minera, el efecto de esta tiende a cero: se desvanece la interacción económica entre los hogares y la inversión. Asimismo, presumo que los distritos ubicados justamente al costado de las zonas tratadas son muy parecidos a estas últimas. La única diferencia es que no están tan expuestos a las inversiones mineras. Es por ello que se podría utilizar a los distritos inmediatamente yuxtapuestos a los distritos de tratamiento como contrafactual.

Así, el proceso para identificar al grupo de tratamiento y al grupo de control fue el siguiente:

- Se identificó, gracias a los datos de contratos de exploración, las inversiones más grandes hechas en concesiones carentes de producción. En particular, se definió como “grandes inversiones” a aquellas que se ubicaron en el percentil 75 o superior de la distribución histórica de inversiones en exploración (desde 2003).
- Hecha esta identificación, se emparejaron las inversiones descritas en el punto anterior con el catastro minero para poder georreferenciarlas.
- Luego, utilizando el programa ArcGis, se bosquejó un área alrededor de estas grandes inversiones cuyo radio fue de 15 km (distancia euclidiana)¹⁹.
- Paso siguiente, se definió a todo distrito que se intersectaba con esta área como “distrito de tratamiento”. Luego, los distritos yuxtapuestos fueron rotulados como “distritos de control”.

¹⁹ En la sección de robustez se probó utilizando otros umbrales, en particular, 10 km y 20 km.

Con esta información se generó una base a nivel de distritos en la que se muestra qué distritos son de control y qué distritos son de tratamiento.

- Finalmente, se emparejó la base descrita en el punto anterior (cuyas observaciones se encuentran a nivel de distrito) con un *pool* de individuos de la Enaho (años 2004-2016).

El resultado de este proceso se muestra en la tabla 3 y en el gráfico 2. Al inspeccionar dicha tabla, se puede ver que el número de casos que finalmente fueron mapeados es 25. De estos, 14 corresponden al periodo 2005-2010, mientras que 11 pertenecen al periodo 2011-2015. En otras palabras, existen casos tanto para el periodo de auge como para el periodo de caída de los precios internacionales de los minerales. Luego, se puede observar que, en la mayor parte de la muestra, se tienen alrededor de 1-10 distritos de tratamiento y de control por cada caso.

Al examinar el segundo panel de la tabla 3 se puede observar que la muestra parece estar balanceada a nivel de distritos: existen 276 distritos de tratamiento y 282 de control. Aquí es importante notar que de estos 276 distritos, 57 fueron tratados más de una vez; es decir, hubo una inversión cerca en más de una ocasión. Estas cifras a nivel distrital se traducen a nivel individual de la siguiente manera: 164.614 personas en el grupo de tratamiento (de las cuales el 32% fueron tratadas más de una vez) y 146.829 personas en el grupo de control. Finalmente, la muestra no está del todo balanceada en el tiempo: existen más observaciones antes de las inversiones que para después. En la sección de robustez se tratará de atacar este pequeño problema.

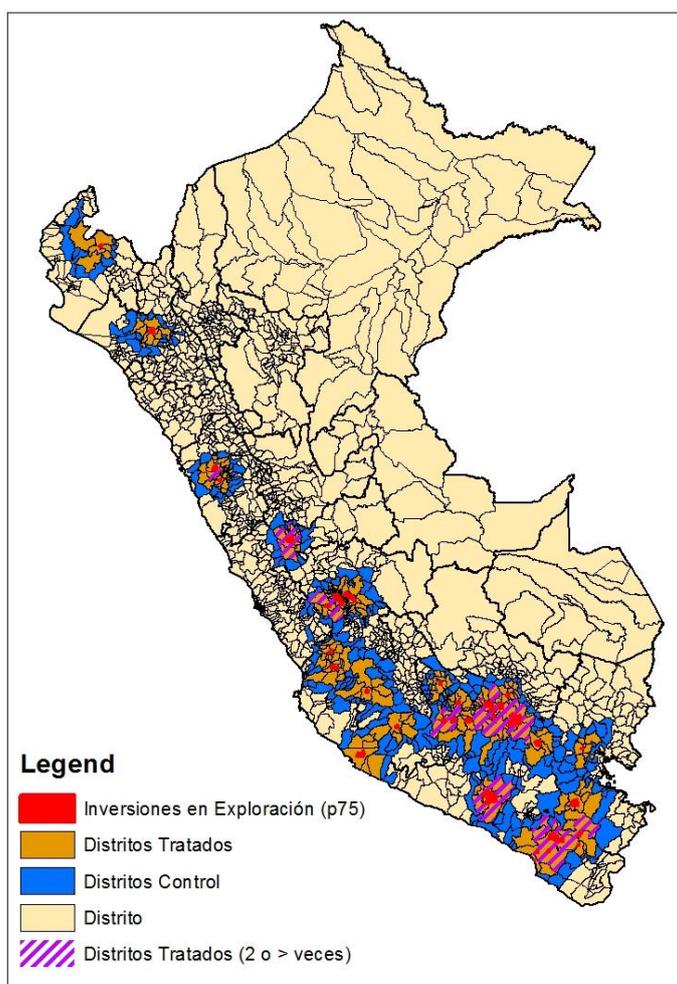
Tabla 3. Características de las inversiones en exploración en la Enaho 2004-2015

A nivel de caso	
# de casos	25
# de casos por fecha de inversión	
2005-2010	14
2011-2015	11
# de casos por número de distritos de tratamiento	
0-10	18
11-20	5
21 o más	2
# de casos por número de distritos de control	
0-10	14
11-20	8
21 o más	2
A nivel de distrito	
# de distritos de tratamiento:	276
1 vez	219
2 veces	41
3 o 4 veces	16

A nivel de distrito	
# de distritos de control	282
A nivel individual	
# de individuos de control	133,208
# de individuos de tratamiento:	148,523
1 vez	86,062
2 veces	29,041
3 o 4 veces	18,105
# de individuos por T	
de -40 a -	
21	56,133
de -20 a -1	104,296
de 0 a +20	110,161
de +21 a +45	40,853

Fuente: Elaboración propia 2017

Gráfico 2. Mapa de las grandes inversiones en exploración y las respectivas áreas de tratamiento y control (15 km)



Fuente: Elaboración propia 2017

La distribución espacial de los casos se puede observar en el gráfico 2. Tal como se pudo examinar en la tabla anterior, existen algunas áreas en las que se traslapan las zonas de tratamiento. Idealmente, estas áreas deberían recibir un especial trato econométrico. Este trato especial será mostrado en la sección de robustez.

Dado que no todas las inversiones sucedieron en el mismo momento, para realizar el análisis empírico se homogenizó la muestra de la Enaho tomando el trimestre en el que se inicia la inversión como $T = 0$. Por ejemplo, si una inversión en particular empezó en el segundo trimestre del año 2013, todas las personas que fueron encuestadas en dicho trimestre y que se encontraron cerca de dicha inversión fueron asociadas con la variable $T = 0$ ²⁰. A toda persona (cerca de esa inversión) cuyo momento de encuesta fue el tercer trimestre se le colocó el valor de 1 a la variable en cuestión. Se realizó el mismo ejercicio para las observaciones que sucedieron antes de $T = 0$, pero con el signo cambiado.

Por consiguiente, la estrategia de evaluación es una estimación de diferencias-en-diferencias, en la que se compara la diferencia entre tratamiento y control para antes y después de las grandes inversiones. La ecuación que se estima y considera como “Modelo 1” es la siguiente:

$$y_{i,t,c} = \alpha_0 + \alpha_1 Treat_i + \alpha_2 [T \geq 0]_{i,t,c} + \theta_1 (Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + X\beta + \gamma_c + \gamma_T + \varepsilon_{i,t,c}$$

Donde $y_{i,t,c}$ hace referencia a alguna variable de resultado para el individuo i , en el año t , para el caso c . $Treat_i$ es una variable dicotómica que toma el valor de 1 cuando la persona pertenece a distrito de tratamiento y 0 cuando pertenece a un distrito de control. $[T \geq 0]_{i,t,c}$ es una dicotómica que toma el valor de 1 cuando la persona i fue encuestada en $T = 0$ o luego, y 0 de otro modo. $X\beta$ representa un conjunto de controles, mientras que γ_c y γ_t representan efectos fijos a nivel de caso y a nivel de año, respectivamente. Dado lo anterior, θ_1 representa un cambio en el promedio de la variable $y_{i,t,c}$ como producto de las inversiones.

Alternativamente, se estima una segunda especificación en la que no solo se permite un cambio en el nivel, sino también un cambio en la tendencia. Esta especificación se llama “Modelo 2”:

$$y_{i,t,c} = \tilde{\alpha}_0 + \tilde{\alpha}_1 Treat_i + \tilde{\alpha}_2 [T \geq 0]_{i,t,c} + \tilde{\alpha}_3 T_{i,t,c} + \tilde{\alpha}_4 (Treat_i \times T_{i,t,c}) + \tilde{\alpha}_5 (T_{i,t,c} \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \tilde{\theta}_1 (Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \tilde{\theta}_2 (Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c} \times T_{i,t,c}) + X\beta + \gamma_c + \gamma_t + \tilde{\varepsilon}_{i,t,c}$$

En esta ecuación, $T_{i,t,c}$ es una simple tendencia lineal (con frecuencia trimestral). Vale la pena analizar qué significa cada coeficiente de esta ecuación. En primer lugar, $\tilde{\alpha}_1$ permite controlar

²⁰ Basker (2005) toma un criterio similar para homogenizar el tiempo. Él utiliza la fecha planeada de ingreso de las tiendas de Walmart como punto de partida, bajo el supuesto de que las empresas no pueden predecir con exactitud las condiciones económicas que sucederán alrededor de esa fecha.

por las diferencias (en niveles) entre tratamiento y control, *ex ante* de las inversiones. Por otro lado, $\tilde{\alpha}_4$ permite controlar por toda tendencia lineal que se proyecte sobre los individuos de tratamiento antes de que ocurran las inversiones. Al igual que Greenstone *et al.* (2010), se espera que dicho parámetro sea no significativo. De ser así, se puede validar la consistencia de θ_1 en el “Modelo 1”: no habría tendencias previas disímiles entre el grupo de tratamiento y control. Finalmente, los parámetros de interés son $\tilde{\theta}_1$ y $\tilde{\theta}_2$, donde el primero representa el cambio en nivel causado directamente por la gran inversión minera, mientras que el segundo representa un cambio en tendencia.

El supuesto que permite estimar consistentemente θ_1 , $\tilde{\theta}_1$ y $\tilde{\theta}_2$ es que, en ausencia de la gran inversión, la evolución de $y_{i,t,c}$ en el área de tratamiento hubiera sido similar a su evolución en el área de control. En otras palabras, quiere decir que $E(Treat_i \varepsilon_{i,t,c} | X) = 0$, supuesto que he justificado en el primer y segundo párrafo de esta sección.

Adicionalmente, es interesante estimar cómo este efecto se diferencia entre subgrupos de la población. Para ello, se utilizarán las siguientes expresiones, las cuales son llamadas “Modelo 3” y “Modelo 4”, respectivamente:

$$y_{i,t,d} = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 Treat_i + \hat{\alpha}_2 [T \geq 0]_{i,t,c} + \hat{\delta}_0 Z_{i,t,c} + \hat{\delta}_1 (Z_{i,t,c} \times Treat_i) + \hat{\delta}_2 (Z_{i,t,c} \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \hat{\theta}_1 (Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,d}) + \hat{\theta}_2 (Z_{i,t,c} \times Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + X\beta + \gamma_c + \gamma_t + \hat{\varepsilon}_{i,t,c}$$

$$y_{i,t,c} = \bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_1 Treat_i + \bar{\alpha}_2 [T \geq 0]_{i,t,c} + \bar{\alpha}_3 T_{i,t,c} + \bar{\alpha}_4 (Treat_i \times T_{i,t,c}) + \bar{\alpha}_5 (T_{i,t,c} \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \bar{\delta}_0 Z_{i,t,c} + \bar{\delta}_1 (Z_{i,t,c} \times Treat_i) + \bar{\delta}_2 (Z_{i,t,c} \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \bar{\delta}_3 (Z_{i,t,c} \times T_{i,t,c}) + \bar{\delta}_4 (Z_{i,t,c} \times Treat_i \times T_{i,t,c}) + \bar{\delta}_5 (Z_{i,t,c} \times T_{i,t,c} \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \bar{\theta}_1 (Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \bar{\theta}_3 (Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c} \times T_{i,t,c}) + \bar{\theta}_2 (Z_{i,t,c} \times Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c}) + \bar{\theta}_4 (Z_{i,t,c} \times Treat_i \times [T \geq 0]_{i,t,c} \times T_{i,t,c}) + X\beta + \gamma_c + \gamma_t + \varepsilon_{i,t,c}$$

Estas ecuaciones simplemente son las contrapartes del “Modelo 1” y del “Modelo 2”, agregando la interacción de $Z_{i,t,c}$ con todos los demás términos. $Z_{i,t,c}$ es una variable que toma el valor de 1 si la persona i pertenece a un determinado subgrupo de la población y 0 de otro modo. Al analizar el “Modelo 3”, $\hat{\theta}_2$ representa el cambio en media adicional de $y_{i,t,c}$ para la subpoblación $Z_{i,t,c}$; mientras que $\hat{\theta}_1$ representa el efecto sobre la subpoblación usada como base ($Z_{i,t,c} = 0$). En cuanto al “Modelo 4”, $\bar{\theta}_2$ representa el cambio adicional en el nivel para la subpoblación $Z_{i,t,c}$ ($\bar{\theta}_1$ representa el cambio en el nivel, para la subpoblación usada como base).

Finalmente, $\bar{\theta}_4$ equivaldría al cambio incremental en tendencia para la subpoblación $Z_{i,t,c}$ ($\bar{\theta}_3$ representa el cambio en tendencia, para la subpoblación usada como base)²¹.

2. Validez metodológica

Para que se cumpla el supuesto descrito líneas arriba, necesariamente se debe cumplir que las tendencias previas de las variables de interés no difieran entre tratamiento y control. Esta es una condición necesaria, pero no suficiente.

En la tabla 4 se muestra el balance de algunas características de la muestra de personas que (i) pertenecen al hogar, (ii) trabajan y (iii) son mayores a 18 años. En el panel de la izquierda se evalúa si, previo a las inversiones, existió alguna diferencia en media entre tratamiento y control (“Modelo 1”). En el panel de la derecha, en cambio, se examina si es que antes de las inversiones prevaleció alguna diferencia en nivel y en tendencia (“Modelo 2”). Idealmente, las áreas de tratamiento y control deberían estar balanceadas antes de que sucedan las inversiones, es decir, cuando $T < 0$.

Tabla 4. Balance de las variables de control entre el grupo de tratamiento y control, previo a las inversiones

Tendencias previas	Residentes ocupados mayores a 18 años (N=66,240)								
	Modelo 1			Modelo 2					
	Media			Nivel			Tendencia		
	Tratamiento	Control	Tr - C	Tratamiento	Control	Tr - C	Tratamiento	Control	Tr-C
Mujer	0,465 (0,002)	0,458 (0,002)	0,007** (0,003)	0,484 (0,004)	0,468 (0,004)	0,015*** (0,006)	0,001 (0,000)	0,001 (0,000)	0,001** (0,000)
Edad	42,475 (0,124)	42,176 (0,110)	0,299* (0,166)	43,281 (0,226)	43,423 (0,204)	-0,142 (0,304)	0,056 (0,013)	0,079 (0,010)	-0,023 (0,016)
Rural	0,423 (0,011)	0,364 (0,010)	0,059** (0,015)	0,382 (0,020)	0,362 (0,018)	0,020 (0,027)	-0,003 (0,001)	-0,000 (0,001)	-0,003* (0,001)
Electricidad	0,810 (0,007)	0,811 (0,007)	-0,001 (0,010)	0,878 (0,013)	0,864 (0,012)	0,014 (0,018)	0,005 (0,001)	0,003 (0,001)	0,001 (0,001)
Quechua o aimara	0,401 (0,008)	0,367 (0,008)	0,034** (0,011)	0,418 (0,015)	0,445 (0,014)	-0,027 (0,020)	0,001 (0,001)	0,005 (0,001)	-0,004*** (0,001)
Nacido en el distrito	0,628 (0,006)	0,629 (0,006)	-0,001 (0,009)	0,618 (0,012)	0,638 (0,010)	-0,020 (0,016)	-0,001 (0,001)	0,001 (0,001)	-0,001 (0,001)

²¹ En el presente trabajo se analiza la heterogeneidad de los efectos de los más educados vis a vis los menos educados, de las mujeres vis a vis los varones, y de los pobres vis a vis los no-pobres.

Tendencias previas	Residentes ocupados mayores a 18 años (N=66,240)								
	Modelo 1			Modelo 2					
	Media			Nivel			Tendencia		
	Tratamiento	Control	Tr - C	Tratamiento	Control	Tr - C	Tratamiento	Control	Tr-C
Años de educación	9,000 (0,070)	9,124 (0,061)	-0,125 (0,93)	9,248 (0,130)	9,281 (0,113)	-0,033 (0,173)	0,017 (0,007)	0,010 (0,006)	0,007 (0,009)
Años trabajando	10,899 (0,121)	9,970 (0,104)	0,929*** (0,16)	10,528 (0,216)	9,863 (0,193)	0,665** (0,289)	-0,026 (0,013)	-0,007 (0,010)	-0,019 (0,017)
Distancia	0,136 (0,002)	0,471 (0,003)	- 0,335*** (0,004)	0,116 (0,004)	0,444 (0,005)	- 0,329*** (0,006)	-0,001 (0,000)	-0,002 (0,000)	0,000 (0,000)
Case Fixed Effects									
Year Fixed Effects									

1/ Se ha conglomerado la varianza a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ Solo se han reportado las significancias de la diferencia entre Tratamiento y Control.

4/ "Mujer" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona es mujer, y 0 si es varón; "Edad" indica los años cumplidos al momento de la encuesta; "Rural" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona vive en un distrito rural, y 0 si vive en un distrito urbano; "Electricidad" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona vive en un hogar que tiene electricidad, y 0 si no; "Quechua o aimara" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la lengua materna de la persona es quechua o aimara, y 0 si es otra lengua; "Nacido en el distrito" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona nació en el distrito, y 0 si no; "Años de educación" indica los número de años de educación cumplidos al momento de la encuesta; "Años trabajando" indica el número de años que la persona viene trabajando en su ocupación principal; "Distancia" indica la distancia (en grados UTM) del centro del distrito donde se ubica la persona a la inversión en exploración más cercana.

Fuente: Elaboración propia 2017

Luego de examinar dicha tabla se llega a la conclusión de que la estrategia utilizada para generar estos grupos permite balancear la mayoría de las características personales. Lo primero que se puede observar, al analizar el "Modelo 1", es que el área de tratamiento es un poco más rural y se habla un poco más de quechua (la probabilidad de que una persona viva en una zona rural es 6% más en tratamiento). Igualmente, en el área de tratamiento, las personas reportan tener un año más de experiencia laboral. Por último, tal como es de esperarse, los distritos de control se encuentran más alejados de las inversiones que los distritos de tratamiento.

En cuanto al "Modelo 2", parece ser que hay más mujeres en el área de tratamiento, tanto en nivel, como en tendencia: a medida que se acerca el momento de la inversión, la probabilidad de encontrar una mujer en el área de tratamiento aumenta. No obstante, si bien estas diferencias son significativas, las magnitudes son muy pequeñas comparadas al grupo de control. Otra diferencia estadística se encuentra en la probabilidad de que alguien posea al quechua o aimara como lengua materna. De nuevo, la diferencia con respecto al grupo de control es muy pequeña. Finalmente, en consonancia con las estimaciones para el "Modelo 1", en el área de tratamiento, las personas reportan tener más experiencia (en nivel), y se encuentran más cerca de las inversiones (en nivel).

A manera de conclusión, dado que las magnitudes son muy pequeñas, los pocos desbalances encontrados no son de preocupación. De hecho, en la sección de anexos (ver anexo 5) se encuentra una tabla similar a la vista anteriormente, solo que controlando por efectos fijos de caso y año. La conclusión a la que se llega analizando dicha tabla es la misma: no existen mayores desbalances.

Capítulo VII. Resultados base

A continuación, se describirán los principales hallazgos sobre las variables que se encuentran relacionadas directamente con el modelo planteado en el capítulo IV (salario, horas trabajadas, empleo, alquiler), relacionadas con *amenities*, como la salud y otros resultados de interés.

1. Mercado laboral

En el capítulo IV, utilizando el modelo de Moretti (2011), se realizaron algunas predicciones. En particular, de acuerdo con dicho modelo, ante un *shock* de demanda localizado en cierta región, el salario de los trabajadores de esa área debería aumentar. Una observación importante es que, de acuerdo con las ecuaciones (16) y (17), el aumento del salario de los trabajadores en el área tratada será ser creciente en las economías de aglomeración (suponiendo que la elasticidad de la oferta de alojamiento es idéntica en ambas regiones). Asimismo, el modelo predice que las horas trabajadas deberían expandirse²². Finalmente, el modelo prevé un aumento del salario real en ambas áreas, aunque el aumento sería mayor en el área tratada.

Así, en la tabla 5 se muestran los resultados de estimar el “Modelo 1” (en el primer panel) y el “Modelo 2” (en el segundo panel). Debajo de la columnas (1) y (2) se muestran los resultados para el logaritmo del salario por hora de los dependientes; debajo de las columnas (3) y (4), para el logaritmo de las ganancias por hora de los independientes, y debajo de las columnas (5), (6), (7) y (8), para las horas trabajadas²³. Es preciso recordar que el “Modelo 1” es simplemente una estimación por diferencias en diferencias en la que se evalúa si es que existe un cambio en media, como producto de las inversiones. Por ello, solo se presenta la estimación de dicho cambio en media. Respecto al “Modelo 2”, se muestran más estadísticas. Primero, se exhiben las estimaciones para $\tilde{\alpha}_4$, parámetro que identifica la diferencia en tendencia (entre tratamiento y control) antes de las inversiones. Luego, se presentan las estimaciones para $\tilde{\theta}_1$, el cambio en nivel, y $\tilde{\theta}_2$, el cambio en tendencia. Adicionalmente, en las filas debajo, se muestra el ejercicio contrafactual de estimar el efecto de las inversiones luego de 2 y 5 años. Finalmente, las regresiones que se exhiben debajo de las columnas pares controlan por las siguientes variables (además de los efectos fijos de caso y de año): (i) años de educación, (ii) años de experiencia, (iii) años cumplidos, (iv) una *dummy* que indica si el lenguaje materno del individuo es quechua

²² Por simplicidad, en el modelo se asumió que el empleo en el lugar era igual al número de personas, es decir, cada persona aportaba una unidad de empleo. Sería fácil modelar no solo el margen extensivo, sino también el margen intensivo.

²³ Se ha utilizado el salario y las ganancias en términos reales, con base en el año 2009.

(o aimara), (v) una *dummy* que indica si es mujer, y (vi) un polinomio cuadrático de la distancia del centro del distrito a la inversión más cercana.

De este modo, consistente con las predicciones del modelo teórico, se ha encontrado que el salario de los dependientes aumenta en el área tratada. Si bien en el “Modelo 1” no se puede encontrar un cambio en media significativo (aunque sí positivo), en el “Modelo 2” se observa un cambio en tendencia significativo al 1%. Si se pone a prueba el modelo y se calcula el efecto luego de 5 años, se encuentra que el salario real se expande en 10,1% (con una significancia del 5%). Por el contrario, las ganancias de los independientes parecen no moverse. En todo caso, si hubiese un cambio, parecería que este es negativo.

Tabla 5. Efecto de las inversiones en exploración los ingresos laborales y las horas trabajadas

	Logaritmo del ingreso por hora ^{4/}				Horas trabajadas mensualmente			
	Dependientes		Independientes		Dependientes		Independientes	
Model 1 ^{1/2/}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,038 (0,023)	0,018 (0,016)	-0,026 (0,039)	-0,045 (0,034)	2,976* (1,666)	2,994* (1,636)	-1,563 (1,839)	-1,886 (1,816)
R-squared	0,146	0,446	0,109	0,224	0,018	0,054	0,023	0,043
Observations	47.469	47.469	53.910	53.910	50.945	50.945	65.169	65.169
Model 2 ^{1/2/}								
Pre-Trend: (Treat x T)	-0,001 (0,002)	-0,002 (0,001)	0,003 (0,003)	0,000 (0,002)	-0,282** (0,130)	-0,282** (0,127)	-0,704*** (0,141)	-0,742*** (0,137)
Level Change: (Treat x [T>=0])	0,001 (0,040)	-0,007 (0,028)	-0,084 (0,068)	-0,059 (0,059)	7,163** (2,912)	7,682*** (2,837)	5,119 (3,163)	5,518* (3,112)
Trend break: (Treat x [T>=0] x T)	0,006** (0,002)	0,005*** (0,002)	-0,004 (0,004)	-0,000 (0,003)	0,293* (0,169)	0,254 (0,164)	0,990*** (0,179)	1,012*** (0,176)
After 2 Years: θ1 + 8θ2	0,047 (0,046)	0,036 (0,032)	-0,116 (0,076)	-0,062 (0,066)	9,509*** (3,388)	9,716*** (3,303)	13,04*** (3,676)	13,611*** (3,607)
After 5 Years: θ1 + 20θ2	0,116 (0,064)	0,101** (0,044)	-0,164 (0,104)	-0,067 (0,091)	13,028** (4,780)	12,766** (4,656)	24,92*** (5,147)	25,751*** (5,041)
R-squared	0,147	0,447	0,110	0,224	0,019	0,054	0,024	0,044
Observations	47.469	47.469	53.910	53.910	50.945	50.945	65.169	65.169
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}		X		X		X		X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (6) y (8) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

Fuente: Elaboración propia 2017

En cuanto a las horas trabajadas mensualmente, para los dependientes se estima un aumento significativo al 10% de 3 horas según el “Modelo 1”. Utilizando el “Modelo 2” se encuentra una expansión del nivel de 7,7 horas (significativa al 5%). Sin embargo, no se encuentra ningún cambio en tendencia significativo. En todo caso, si hubiese un cambio en tendencia, este sería positivo, lo que se ve reflejado en el efecto de largo plazo: luego de 2 y 5 años, se estima que las horas aumentan en 9,7 y 12,8, respectivamente (significativos al 1% y 5%). Por último, cabe mencionar que los trabajadores del área de tratamiento, previamente a las inversiones, trabajaban cada vez menos (-0,282 horas por trimestre). Esta tendencia diferenciada implica que el “Modelo 1” subestima el efecto de la inversión.

Para los trabajadores independientes, se encuentra una dinámica similar. En primer lugar, el “Modelo 1” subestima el efecto del tratamiento por la misma razón que para los trabajadores dependientes. Luego, se encontró que hay un cambio en nivel de 5,5 horas (significativo al 10%) y un cambio en tendencia de 1 hora (significativo al 1%). Dichos aumentos se traducen en un cambio de 13,6 horas luego de 2 años, y de 25,7 horas luego de 5 años (ambos significativos al 1%). Finalmente, vale la pena mencionar que los ingresos mensuales, luego de 5 años, aumentan para los dos tipos de trabajadores: 22% para los dependientes, y 17% para los independientes²⁴.

En el anexo 7, se muestra la construcción semiparamétrica de las series utilizando los coeficientes de la especificación del “Modelo 2” con controles y efectos fijos de caso y año.

2. Alquileres y salud

Tal como lo predice el modelo, el precio del alquiler aumenta respecto al grupo de control como producto de las inversiones (ver debajo de las columnas (1) y (2) de la tabla 6). El “Modelo 1” predice un cambio en media de 6,3%, significativo al 5%. El “Modelo 2”, en cambio, predice un cambio en nivel de 6,6% (aunque no significativo) y un cambio en tendencia de 0,6% por cada trimestre que pasa luego de las inversiones (significativo al 10%). Vale la pena mencionar que no se encuentra una diferencia significativa en las tendencias previas. No obstante, se estima un parámetro negativo que parece estar afectando la estimación hecha para el “Modelo 1”. Finalmente, luego de 2 y 5 años se estima un cambio en el alquiler de 11,4% y 18,5%, respectivamente.

²⁴ Adicionalmente, también se evaluó el impacto sobre la tasa de empleo. Al cabo de 5 años se encuentran cambios positivos, pero muy modestos. La tabla se presenta en el anexo 6.

Según las teorías tradicionales sobre precios hedónicos, bajo ciertos supuestos, el precio del alquiler captura el valor de los servicios públicos y *amenities* de la zona. En el modelo presentado anteriormente, se apagó este mecanismo al suponer que los *amenities* se mantenían constantes luego del *shock* para resaltar la dinámica en el mercado de trabajo. Sin embargo, en la vida real el precio del alquiler podría estar incrementándose en parte, gracias a la mejora de condiciones locales, como la construcción de postas médicas, caminos, salud pública, etc.

En todo caso, a continuación, se presentan los resultados correspondientes a la salud de los trabajadores. Dado que el precio de los alquileres parecería estar aumentando, si es que los servicios públicos están mejorando, debería suceder que las personas mejoren su salud. En primer lugar, para la probabilidad de tener enfermedad crónica, según el “Modelo 1” debajo de las columnas (3) y (4), se encuentra que aumenta en 3,1%. No obstante, según el “Modelo 2”, existe una tendencia previa positiva que estaría haciendo que el “Modelo 1” sobreestime el efecto. De acuerdo con el “Modelo 2”, en cambio, los resultados son otros. En primer lugar, se encontró que apenas suceden las inversiones, la probabilidad de tener una enfermedad crónica aumenta en 2,4% (significativo al 5%). Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, la probabilidad se va reduciendo en 0,2% por trimestre (significativo al 1%). Al cabo de 2 años, la probabilidad de tener una enfermedad crónica regresa a su estado inicial. Al cabo de 5 años, dicha probabilidad se reduce en 2,8% (significativo al 15%).

Tabla 6. Efecto de las inversiones en exploración sobre el precio del alquiler, la probabilidad de padecer una enfermedad crónica y de estar sano

	Logaritmo del alquiler		Probabilidad de:			
			...tener enfermedad crónica		...estar sano	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Model 1 ^{1/2}						
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,081** (0,035)	0,063** (0,025)	0,029*** (0,007)	0,031*** (0,007)	-0,009 (0,007)	-0,012* (0,007)
R-squared	0,253	0,481	0,049	0,198	0,028	0,078
Observations	134.163	134.163	146.644	146.644	146.645	146.645
Model 2 ^{1/2}						
Pre-Trend (Treat x T)	0,000 (0,003)	-0,003 (0,002)	0,001*** (0,001)	0,001*** (0,000)	-0,003*** (0,001)	-0,003*** (0,001)
Level Change (Treat x [T>=0])	0,060 (0,059)	0,066 (0,042)	0,019 (0,012)	0,024** (0,011)	0,007 (0,012)	0,005 (0,011)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,001 (0,003)	0,006** (0,002)	-0,002*** (0,001)	-0,002*** (0,001)	0,004*** (0,001)	0,005*** (0,001)
After 2 Years: θ1 + 8θ2	0,070 (0,069)	0,114** (0,048)	0,000 (0,013)	0,006 (0,012)	0,042*** (0,013)	0,041*** (0,013)
After 5 Years: θ1 + 20θ2	0,087 (0,096)	0,185*** (0,068)	-0,030 (0,018)	-0,022 (0,017)	0,095*** (0,019)	0,094*** (0,018)
R-squared	0,253	0,482	0,049	0,198	0,028	0,079
Observations	134.163	134.163	146.644	146.644	146.645	146.645

	Logaritmo del alquiler		Probabilidad de:			
			...tener enfermedad crónica		...estar sano	
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}		X		X		X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), y (6) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

Fuente: Elaboración propia 2017

Una segunda medida de salud se presenta en las columnas (5) y (6) de la tabla 6. Esta es la probabilidad de estar sano, es decir, la probabilidad de que la persona no reporte ningún problema de salud (a excepción de una enfermedad crónica). De acuerdo con el “Modelo 1”, la probabilidad de estar sano parecería estar reduciéndose en 1,2%. Sin embargo, al igual que en la probabilidad de tener una enfermedad crónica, existe una tendencia diferenciada específica en la zona de tratamiento. Si se controla por esa tendencia diferenciada en el “Modelo 2”, se detecta un pequeño salto en el nivel (0,5% y no significativo) y un cambio en tendencia: por cada trimestre que pasa, la probabilidad de estar sano aumenta en 0,5% (significativo al 1%). De hecho, al cabo de 2 años, el efecto es de 4,1% (significativo al 1%) y 9,4% al cabo de 5 años (significativo al 1%).

Cabe mencionar que también se estimó el efecto de las inversiones sobre la salud de los adolescentes (entre 12 y 18 años) y de los niños (menores a 12 años). Para el caso de los adolescentes, se encuentra que al cabo 2 y 5 años la probabilidad de tener una enfermedad crónica aumenta en 3,2% y 4,9% (significativos al 5%)²⁵. La probabilidad de estar sano aumenta no significativamente en 1,4% y 4,0% al cabo de 2 y 5 años. Para el caso de los niños, las estimaciones son semejantes a la de la muestra de adultos mostradas en la tabla 6: la probabilidad de tener una enfermedad crónica aumenta en 0,5% y 1,7% luego de 2 y 5 años respectiva (aunque no significativamente). La probabilidad de estar sano aumenta en 5,1% y 9,6% (significativos al 5% y 1%, respectivamente).

Por último, en el anexo 8 se muestra la construcción de estas series utilizando los parámetros estimados por el “Modelo 2”.

²⁵ No parece haber un cambio muy alto en nivel, pero sí se encuentra un aumento en tendencia.

3. Otros resultados

Rápidamente, se repasarán otros resultados (ver tabla 7). Primero, respecto a la informalidad, se construyeron dos índices de informalidad, uno para dependientes, y otro para independientes. La definición de ambos se explica en el anexo 4.

Según los resultados, parecería que la informalidad de los dependientes cae en 3,4% de acuerdo con el “Modelo 1”. Dado que no se encuentran tendencias diferenciadas, los resultados del “Modelo 1” parecen reflejar la realidad. Para el caso de los informales, en cambio, la informalidad parece estar aumentando en 1,1%, de acuerdo con el “Modelo 1”.

Luego, se estimó la probabilidad de que una persona se encuentre en la pobreza y en la pobreza extrema, utilizando las variables creadas por el INEI. Así, al cabo de 2 y 5 años, la probabilidad de que una persona esté en la pobreza se reduce en 4,6% y 7,2% (significativos al 5% y al 10%). Sin embargo, parecería que la pobreza extrema aumenta como producto de las inversiones: al cabo de 2 y 5 años, se estima un incremento de 3,8% y 4,3% significativos al 5% y 10%, respectivamente)²⁶. En el anexo 9 se encuentran las series estimadas semiparamétricamente.

Tabla 7. Efecto de las inversiones en exploración en la probabilidad de ser informal, ser pobre, y ser pobre extremo

	Informalidad				Probabilidad de:			
	Dependientes		Independientes		...ser pobre		...ser pobre extremo	
Model 1 ^{1/2/}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Mean shift (Treat x [T>=0])	-0,044*** (0,012)	-0,034*** (0,010)	0,011* (0,005)	0,011** (0,005)	-0,021 (0,014)	-0,012 (0,011)	0,022** (0,011)	0,025*** (0,009)
R-squared	0,064	0,297	0,034	0,059	0,157	0,285	0,091	0,194
Observations	51.300	51.300	65.498	65.498	211.510	211.510	211.510	211.510
Model 2 ^{1/2/}								
Pre-Trend (Treat x T)	-0,001 (0,001)	-0,001 (0,001)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	0,000 (0,001)	0,002** (0,001)	-0,001 (0,001)	-0,000 (0,001)
Level Change (Treat x [T>=0])	-0,018 (0,021)	-0,015 (0,016)	0,017** (0,008)	0,015* (0,008)	-0,030 (0,023)	-0,029 (0,018)	0,036** (0,017)	0,035** (0,015)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,002)	-0,002* (0,001)	0,002 (0,001)	0,000 (0,001)
After 2 Years: θ1 + 8θ2	-0,014 (0,023)	-0,012 (0,018)	0,019* (0,010)	0,017 (0,010)	-0,028 (0,025)	-0,046** (0,019)	0,051*** (0,019)	0,038** (0,016)
After 5 Years: θ1 + 20θ2	-0,008 (0,032)	-0,008 (0,026)	0,023 (0,015)	0,018 (0,014)	-0,027 (0,035)	-0,072*** (0,028)	0,073** (0,029)	0,043* (0,024)
R-squared	0,064	0,297	0,034	0,059	0,157	0,285	0,092	0,195
Observations	51.300	51.300	65.498	65.498	211.510	211.510	211.510	211.510

²⁶ Al utilizar otra medida de pobreza, la probabilidad de que alguna necesidad se encuentre insatisfecha en el hogar, se encontró que la pobreza se reduce: al cabo de 2 y 5 años, dicha probabilidad disminuye en 1,7% y 3,3% (aunque no significativamente). Sin embargo, se estima un cambio en media de -3,3% porcentuales, significativos al 1% (utilizando el “Modelo 1”).

	Informalidad				Probabilidad de:			
	Dependientes		Independientes		...ser pobre		...ser pobre extremo	
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}		X		X		X		X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (6) y (8) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua. En la regresiones (2) y (4) se controló adicionalmente por la variable: años trabajando

Fuente: Elaboración propia 2017

Capítulo VIII. Robustez

En esta sección se realizarán algunas pruebas de robustez para confirmar que los resultados mostrados en la sección anterior no se deben simplemente a la especificación que he utilizado.

1. Definiciones alternativas para la regla de tratamiento

- Radio de 10 km

Los resultados base están fundados en el radio de 15 km utilizado para discernir entre distritos de tratamiento y distritos de control. En esta sección se vuelven a estimar las ecuaciones anteriores, pero utilizando un radio de 10 km. Para ver la conformación de los grupos de tratamiento y control en un mapa, examinar el anexo 10.

Antes de que se repasen los resultados hallados, vale la pena mencionar que se mantiene el balance ex-ante luego de incluir los efectos fijos de caso y año.

Tabla 8. Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; *buffer* de 10 km

	Logaritmo del ingreso por hora ^{d/}		Horas trabajadas mensualmente		Logaritmo del alquiler	Probabilidad de	
	Dependientes	Independientes	Dependientes	Independientes		... tener enfermedad crónica	... estar sano
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Model 1 ^{1/ 2/}							
Mean shift	0,030*	0,010	5,320***	0,880	0,105***	0,010	0,001
(Treat x [T>=0])	(0,018)	(0,037)	(1,828)	(1,952)	(0,028)	(0,007)	(0,007)
R-squared	0,451	0,223	0,059	0,044	0,471	0,205	0,077
Observations	38.425	45.046	41.325	54.996	112.791	123.023	123.024
Model 2 ^{1/ 2/}							
Pre-Trend	-0,001	0,006**	-0,002	-0,635***	-0,004*	0,001*	-0,002***
(Treat x T)	(0,001)	(0,003)	(0,151)	(0,149)	(0,002)	(0,001)	(0,001)
Level Change	0,004	-0,053	7,237**	9,177**	0,163***	0,006	0,014
(Treat x [T>=0])	(0,032)	(0,065)	(3,204)	(3,376)	(0,047)	(0,012)	(0,012)
Trend break	0,003*	-0,007**	-0,138	0,684***	0,004	-0,002**	0,003***
(Treat x [T>=0] x T)	(0,002)	(0,004)	(0,187)	(0,189)	(0,003)	(0,001)	(0,001)
After 2 Years:	0,030	-0,112	6,134	14,653***	0,195***	-0,008	0,034**
01 + 802	(0,037)	(0,073)	(3,798)	(3,93)	(0,054)	(0,014)	(0,015)
After 5 Years:	0,069	-0,199**	4,481	22,867***	0,243***	-0,030	0,064***
01 + 2002	(0,053)	(0,101)	(5,392)	(5,484)	(0,076)	(0,019)	(0,021)
R-squared	0,452	0,224	0,059	0,045	0,471	0,205	0,077
Observations	38.425	45.046	41.325	54.996	112.791	123.023	123.024

	Logaritmo del ingreso por hora ^{4/}		Horas trabajadas mensualmente		Logaritmo del alquiler	Probabilidad de	
	Dependientes	Independientes	Dependientes	Independientes		... tener enfermedad crónica	... estar sano
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (5) y (7) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

Fuente: Elaboración propia 2017

Primero se repasarán los resultados para las ecuaciones de salario y horas trabajadas mensualmente. En la tabla 8 se pueden dilucidar dos pequeñas diferencias. En primer lugar, ya no se encuentra un cambio significativo en el salario por hora de los dependientes (aunque se mantiene el signo). Ahora se encuentra que los signos negativos que se había estimado para las ganancias de los independientes se tornan significativos. De hecho, al cabo de 5 años, se estima que las ganancias de los independientes se reducen en 20% (significativo al 5%). Las horas trabajadas en cambio, mantienen la misma magnitud (aunque para los dependientes, el efecto en horas es un poco más modesto). En todo caso, se mantienen los mismos signos que antes.

Respecto al alquiler y a la salud, de acuerdo con la tabla 8, la principal diferencia es que las estimaciones para el cambio en el alquiler son más pronunciados: antes se estimó un aumento del 18,5% al cabo de 5 años. Ahora se estima un aumento del 24,3%. Respecto a la probabilidad de tener una enfermedad crónica, las magnitudes prácticamente se mantienen. En cuanto a la probabilidad de estar sano, las estimaciones se tornan un poco más modestas: al cabo de 5 años se encuentra un efecto de 6,4% y ya no 9,5%. Finalmente, las estimaciones para las demás variables mantienen las mismas características cualitativas. En conclusión, no existen cambios drásticos en las conclusiones al utilizar un *buffer* de 10 km: las predicciones del modelo teórico se mantienen, tal como en el caso del *buffer* de 15 km.

- Radio de 20 km

Ahora, se utilizará un radio de 20 km. Para ver la conformación de los grupos de tratamiento y control en un mapa, ver el anexo 11. Un resultado natural de utilizar un mayor radio es que el contrafactual empeora su “calidad” porque se encuentra geográficamente más alejado, lo que genera que se diferencie más del grupo de tratamiento. Sin embargo, lo anterior no se ve tan

reflejado en el balance: las características de ambas regiones no se diferencian sustancialmente, luego de incluir efectos fijos de caso y año.

Entonces, respecto al efecto sobre el ingreso por hora de los dependientes, ahora se estima un cambio en nivel negativo y un cambio en tendencia positivo (ver tabla 9). Al cabo de 5 años, no se encuentra cambio alguno. Por el contrario, para los independientes, se encuentra que luego de 5 años, el efecto es positivo: el salario por hora aumenta en 7,7% aunque no significativamente. Respecto a las horas trabajadas, en el caso de los dependientes, el efecto se torna un poco más modesto que en el caso del *buffer* de 15km: luego de 5 años, el efecto es de 8,9 horas (significativo al 5%) y ya no 12,8 (significativo al 5%). Una disminución similar se ve para el caso de los independientes: al cabo de 5 años, el efecto es de 13,1 horas (significativo al 1%) y ya no 23 (significativo al 1%).

En cuanto al alquiler y la salud, se encuentran resultados similares. Al igual que en el caso base, pasado los 5 años se estima un aumento en el alquiler de 18% aproximadamente. Para la probabilidad de tener una enfermedad crónica, los resultados son prácticamente idénticos al caso base. Por último, en cuanto a la probabilidad de estar sano, de nuevo se encuentran resultados más modestos: luego de 5 años, se estima un efecto de 4,3% (significativo al 5%), lo que se contrasta con el efecto de 9,5% (significativo al 1%) hallado en el caso base. Cabe mencionar que las estimaciones sobre las demás variables mantienen cualitativamente el mismo signo. Luego de haber revisado estos resultados, se puede concluir que utilizar un radio de 20 km no cambia radicalmente las conclusiones alcanzadas analizando el escenario base de 15 km.

Tabla 9. Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; *buffer* de 20 km

	Logaritmo del ingreso por hora ⁴⁷		Horas trabajadas mensualmente		Logaritmo del alquiler	Probabilidad de:	
	Dependientes	Independientes	Dependientes	Independientes		... tener enfermedad crónica	... estar sano
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Model 1 ^{1/27}							
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,003 (0,015)	-0,045 (0,031)	5,075*** (1,513)	-5,393*** (1,652)	0,061*** (0,023)	0,029*** (0,006)	-0,006 (0,006)
R-squared	0,439	0,217	0,051	0,044	0,466	0,195	0,077
Observations	55.443	63.903	59.529	76.714	157.083	171.891	171.892
Model 2 ^{1/27}							
Pre-Trend (Treat x T)	0,001 (0,001)	-0,004 (0,002)	-0,088 (0,121)	-0,525*** (0,127)	-0,002 (0,002)	0,001** (0,000)	-0,001** (0,001)
Level Change (Treat x [T>=0])	-0,057** (0,026)	-0,047 (0,054)	5,850** (2,657)	2,043 (2,880)	0,002 (0,039)	0,019* (0,010)	-0,000 (0,010)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,003* (0,001)	0,006** (0,003)	0,151 (0,153)	0,555*** (0,162)	0,009*** (0,002)	-0,001** (0,001)	0,002*** (0,001)
After 2 Years: 01 + 802	-0,035 (0,030)	0,003 (0,062)	7,055** (3,119)	6,483* (3,349)	0,071 (0,045)	0,007 (0,012)	0,017 (0,013)
After 5 Years: 01 + 2002	-0,001 (0,042)	0,077 (0,085)	8,862** (4,397)	13,142*** (4,683)	0,175*** (0,063)	-0,011 (0,016)	0,043** (0,017)
R-squared	0,440	0,218	0,051	0,045	0,467	0,195	0,077
Observations	55.443	63.903	59.529	76.714	157.083	171.891	171.892

	Logaritmo del ingreso por hora ^{4/}		Horas trabajadas mensualmente		Logaritmo del alquiler	Probabilidad de:	
	Dependientes	Independientes	Dependientes	Independientes		... tener enfermedad crónica	... estar sano
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (5) y (7) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

Fuente: Elaboración propia 2017

2. Otras pruebas de robustez

- Al excluir a los distritos tratados múltiples veces

Una preocupación que surge de observar el gráfico 2 es que existen distritos que han sido tratados más de una vez. A continuación, se presentará la estimación de los parámetros del “Modelo 1” y “Modelo 2” para la submuestra compuesta solo por distritos que fueron tratados una vez. La idea de este ejercicio es mostrar que los resultados que se analizaron en las secciones anteriores no se encuentran inducidos solamente por las áreas tratadas más de una vez.

En tal sentido, luego de observar las cifras presentadas en la tabla 10 se puede afirmar que el impacto sobre el salario de los dependientes es muy similar al estimado sobre la muestra completa. Si bien en las estimaciones base se calcula que al cabo de 5 años el efecto es de 10,1% (al 1% de significancia), ahora se estima que dicho efecto es de 16,1% (al 1% de significancia). Por otro lado, en las estimaciones base no se encontró mayor efecto sobre las ganancias por hora de los independientes (se concluyó que si es que hay algún impacto, este es negativo); no obstante, ahora se estima que, al cabo de 5 años, la ganancia de los independientes decrece en 26,2% (al 5% de significancia). Respecto a las horas trabajadas, el efecto sobre los dependientes es un poco menor: luego de 5 años, aumentan las horas trabajadas en 7,3 horas de manera no significativa, lo que se compara con el efecto de 12,8 horas hallado previamente (significativas al 5%). En cuanto a los independientes, se encuentra un impacto de orden similar: pasado los 5 años, las horas aumentan en 22,7 (significativas al 1%). En el caso base aumentaban en 25,8 horas (significativas al 1%).

Tabla 10. Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; distritos tratados una vez

	Logaritmo del ingreso por hora ^{4/}		Horas trabajadas mensualmente		Logaritmo del alquiler	Probabilidad de:	
	Dependientes	Independientes	Dependientes	Independientes		...tener enfermedad crónica	... de estar sano
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Model 1^{1/ 2/}							
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,016 (0,019)	-0,044 (0,048)	3,623* (1,885)	1,220 (2,524)	0,056* (0,029)	0,022*** (0,007)	-0,012 (0,008)
R-squared	0,444	0,221	0,049	0,048	0,483	0,191	0,079
Observations	38.459	45.516	41.178	55.037	111.866	122.097	122.098
Model 2^{1/ 2/}							
Pre-Trend (Treat x T)	-0,004** (0,002)	0,006* (0,003)	-0,087 (0,157)	-0,576*** (0,158)	-0,001 (0,002)	-0,000 (0,001)	-0,003*** (0,001)
Level Change (Treat x [T>=0])	0,036 (0,045)	-0,115* (0,068)	5,726* (3,284)	7,507** (3,503)	0,014 (0,003)	0,036*** (0,013)	0,009 (0,013)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,006*** (0,002)	-0,007* (0,004)	0,076 (0,195)	0,761*** (0,201)	0,006* (0,003)	-0,001 (0,001)	0,004*** (0,001)
After 2 Years: 01 + 802	0,086** (0,039)	-0,174** (0,078)	6,336 (3,931)	13,595*** (4,107)	0,059 (0,059)	0,029* (0,015)	0,043*** (0,015)
After 5 Years: 01 + 2002	0,161*** (0,044)	-0,262** (0,108)	7,251 (5,622)	22,728*** (5,784)	0,126 (0,083)	0,017 (0,020)	0,095*** (0,022)
R-squared	0,444	0,221	0,049	0,049	0,483	0,192	0,080
Observations	38.459	45.516	41.178	55.037	111.866	122.097	122.098
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (5) y (7) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

Fuente: Elaboración propia 2017

Finalmente, el efecto sobre el alquiler parece desaparecer bajo esta especificación: si bien se mantiene el signo positivo, la significancia se pierde, quizás por la disminución de la muestra. Respecto a la probabilidad de tener enfermedad crónica, se encuentra que aumenta en 1,7% (aunque no significativamente) pasado los 5 años. En cuanto a la probabilidad de estar sano, el efecto sobre esta se mantiene en el mismo orden de magnitud que el efecto hallado sobre la muestra general. Se concluye que los resultados no difieren radicalmente que los hallados con la muestra en general.

- Balance de la muestra

Dado que cada inversión sucedió en un momento distinto en el tiempo, el número de periodos considerado antes y luego de las inversiones difieren. Por ejemplo, para una inversión que sucedió en 2008 se consideraron 4 años (antes de las inversiones) y 8 años (luego de las inversiones). Para emparejar esta asimetría se procedió a considerar el mismo número de periodos antes y después de las inversiones. Para el ejemplo anterior, ya no se incluyeron los 8 años posteriores, sino solo 4. Este mismo procedimiento se repitió para todos los casos. Naturalmente, un resultado de hacer esto es que el número de observaciones cae dramáticamente: en el caso base se contaba con aproximadamente 47 mil observaciones para la ecuación de salario de los dependientes, ahora se cuenta con 33 mil. Dado que se está perdiendo variabilidad en el tiempo, la potencia del “Modelo 2”, en particular, probablemente decrezca considerablemente.

Con lo anterior en mente, se analiza la tabla 11. Respecto al salario por hora de los dependientes, se encuentra que al cabo de 5 años aumenta en 6,1%, aunque no significativamente (tal como era de esperarse). En todo caso, se está manteniendo el mismo signo (pero se tiene una menor magnitud). Las ganancias por hora de los independientes de nuevo parecen caer, aunque al cabo de 5 años se encuentra que aumentan en 9,7% (con una desviación estándar de 16,3%). Por otro lado, las horas trabajadas por los dependientes e independientes mantienen el mismo signo y una misma magnitud (salvo en el caso de los dependientes, para quienes el aumento no es tan pronunciado como en el caso base, ni significativo).

En cuanto al alquiler, de acuerdo con el “Modelo 1”, aumenta en 8%. No obstante, el “Modelo 2” predice que, al cabo de 5 años, el efecto sobre el alquiler es de -3,4% (con una desviación estándar de 12,6%). Finalmente, respecto a las variables para la salud, se encuentra que la probabilidad de tener una enfermedad crónica aumenta en 7,5%, pasado los 5 años (con una significancia del 5%). La probabilidad de estar sano aumenta también, aunque en 4,3% (y de manera no significativa) y ya no 9,5%.

Dado todo lo anterior se concluye que, a pesar de restringir fuertemente la muestra, los signos se mantienen en varios casos, aunque los errores estándares de las estimaciones aumentan considerablemente.

Tabla 11. Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales, las horas trabajadas, el precio del alquiler y la salud; balanceando la muestra

	Logaritmo del ingreso por hora ^{4/}		Horas trabajadas mensualmente		Logaritmo del alquiler	Probabilidad de:	
	Dependientes	Independientes	Dependientes	Independientes		... tener enfermedad crónica	... estar sano
Model 1 ^{1/2/}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,009 (0,019)	-0,064 (0,041)	4,955** (1,923)	-0,413 (2,179)	0,080*** (0,030)	0,015** (0,008)	-0,011 (0,008)
R-squared	0,440	0,231	0,053	0,042	0,487	0,204	0,086
Observations	33.043	35.877	35.451	43.449	90.162	98.759	98.759
Model 2 ^{1/2/}							
Pre-Trend (Treat x T)	-0,001 (0,003)	-0,003 (0,005)	-0,015 (0,253)	-0,969*** (0,299)	0,006 (0,004)	-0,002* (0,001)	-0,002* (0,001)
Level Change (Treat x [T>=0])	-0,014 (0,034)	-0,126* (0,074)	6,182* (3,497)	6,439 (3,922)	-0,033 (0,053)	0,019 (0,014)	0,001 (0,014)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,004 (0,003)	0,011* (0,007)	-0,093 (0,314)	1,134*** (0,367)	-0,000 (0,005)	0,003** (0,001)	0,002 (0,001)
After 2 Years: 01 + 802	0,016 (0,048)	-0,037 (0,099)	5,438 (4,783)	15,515*** (5,458)	-0,034 (0,074)	0,041** (0,019)	0,018 (0,019)
After 5 Years: 01 + 2002	0,061 (0,080)	0,097 (0,163)	4,323 (7,909)	29,128*** (9,154)	-0,034 (0,126)	0,075** (0,032)	0,043 (0,032)
R-squared	0,440	0,232	0,053	0,043	0,487	0,204	0,086
Observations	33.043	35.877	35.451	43.449	90.162	98.759	98.759
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (5) y (7) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

Fuente: Elaboración propia 2017

Capítulo IX. Efectos heterogéneos

A continuación, se presentarán las estimaciones del “Modelo 3” y “Modelo 4”. Dado que para realizar estas estimaciones se debe “partir” la muestra en cierta medida, los resultados a continuación deberán ser tomados como preliminares.

- Educados vis a vis no-educados

En la tabla 12 se exhiben las estimaciones para los ingresos laborales y las horas trabajadas. En primer lugar, se ha definido la variable $Z_{i,t,c}$ de la siguiente manera: toma el valor de 1 si el individuo cuenta con más de 11 años de educación y 0 si es que cuenta con igual o menos. Al utilizar esta definición, cerca del 73% de los trabajadores dependientes cuenta con más de 11 años de educación, lo que se contrapone con el 48% de trabajadores independientes que cumplen con la misma condición.

Luego de examinar los resultados, se puede observar que tanto los no-educados como los educados están ganando más por cada trimestre que pasa luego de la inversión: existe un cambio en tendencia. No obstante, estadísticamente ambos quiebres son equivalentes. Asimismo, pareciera que los no-educados tienen un salto en el nivel de sus ingresos mayor que el de los educados; sin embargo, no se puede rechazar la hipótesis nula de que ambos coeficientes son iguales. Más aun, al cabo de 2 y 5 años, pareciera que las diferencias entre ambos grupos poblacionales se incrementan: los no-educados van aumentando sus ingresos por hora en 11,3% y 19,7%, respectivamente, lo que se compara con el crecimiento de 1,2% y 7,1% de los educados. Pese a esta aparente gran distancia, no existen diferencias significativas entre ambos grupos.

Respecto al ingreso por hora de los independientes, parece que los educados se llevan la peor parte, puesto que los no-educados no ven ningún cambio sobre sus ingresos, a diferencia de los educados, quienes ven disminuidas sus ganancias por hora: al cabo de 5 años, sus ingresos por hora caen en 28,1% (significativo al 5%), lo que se contrapone con el aumento de 4,4% de los no-educados (aunque no significativo). Esta diferencia de 32% entre ambos grupos es significativa al 5%. En cuanto a las horas trabajadas de los dependientes, prácticamente no existen diferencias entre ambos grupos; sin embargo, para los independientes sí se encuentran diferencias significativas: ¡los educados trabajan 40 horas más pasados los 5 años! Los no-educados, en cambio, trabajan casi 20 horas más al mes. Esta diferencia de aproximadamente 20

horas entre ambos grupos poblacionales es significativa al 5%. Finalmente, se realizó este mismo ejercicio para el alquiler y para las variables relacionadas a la salud, y no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos, salvo para el caso de enfermedades crónicas: al cabo de 5 años, la probabilidad de que alguien “educado” tenga una enfermedad crónica se reduce en 5,4% , a diferencia de los no-educados, para los cuales el efecto de la inversión es nulo. La diferencia entre ambos es significativa al 10%.

A manera de conclusión, principalmente se encuentra que los educados independientes ganan menos por hora, pero trabajan más que antes. Por otro lado, parecería que para los no-educados dependientes el efecto sobre sus ingresos por hora es mayor que para los educados, aunque la diferencia no es significativa. Estos resultados parecen indicar que el *shock* de demanda se está concentrando sobre los no-educados.

Tabla 12. Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales y las horas trabajadas para los educados vs. los no-educados

	Logaritmo del ingreso por hora ^{4/}				Horas trabajadas mensualmente			
	Dependientes		Independientes		Dependientes		Independientes	
	Educados	No educados	Educados	No educados	Educados	No educados	Educados	No educados
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Model 3 ^{1/2}								
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,003 (0,02)	0,059** (0,030)	-0,050 (0,045)	-0,042 (0,042)	3,289* (1,853)	1,955 (2,848)	-0,276 (2,845)	-2,731 (2,085)
R-squared	0,453	0,453	0,224	0,224	0,055	0,055	0,043	0,043
Observations	47.469	47.469	53.910	53.910	50.945	50.945	65.169	65.169
Model 4 ^{1/2}								
Pre-Trend (Treat x T)	-0,001 (0,001)	-0,003 (0,002)	0,006* (0,003)	-0,003 (0,003)	-0,256* (0,148)	-0,327 (0,207)	-1,087*** (0,214)	-0,570*** (0,157)
Level Change (Treat x [T>=0])	-0,027 (0,030)	0,057 (0,053)	-0,104 (0,078)	-0,035 (0,075)	6,808** (3,255)	9,214* (4,889)	10,491** (4,972)	2,911 (3,582)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,005*** (0,002)	0,007** (0,003)	-0,009* (0,004)	0,004 (0,004)	0,283 (0,192)	0,185 (0,269)	1,463*** (0,279)	0,789*** (0,201)
After 2 Years: θ1 + θ2	0,012 (0,035)	0,113* (0,060)	-0,175** (0,088)	-0,003 (0,084)	9,073** (3,792)	10,696* (5,667)	22,195*** (5,69)	9,22** (4,165)
After 5 Years: θ1 + 20θ2	0,071 (0,049)	0,197** (0,081)	-0,281** (0,123)	0,044 (0,115)	12,471** (5,373)	12,92 (7,864)	39,751*** (7,908)	18,682** (5,818)
R-squared	0,453	0,453	0,225	0,225	0,056	0,056	0,044	0,044
Observations	47.469	47.469	53.910	53.910	50.945	50.945	65.169	65.169
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}	X	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (6) y (8) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

- Mujeres vis a vis varones

Para esta sección, se definió a $Z_{i,t,c}$ de la siguiente manera: toma el valor de 1 si el individuo es mujer y 0 si es varón. Así, cerca del 36% de los trabajadores dependientes son mujeres, lo que se parece al caso de los trabajadores independientes de los cuales 43% son mujeres.

Tabla 13. Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales y las horas trabajadas para las mujeres vs. los varones

	Logaritmo de ingresos por hora ^{4/}				Horas trabajadas mensualmente			
	Dependientes		Independientes		Dependientes		Independientes	
	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones
Model 3 ^{1/2/}	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,007 (0,026)	0,023 (0,018)	-0,012 (0,047)	-0,072* (0,041)	8,808*** (2,442)	-0,116 (1,964)	-6,592** (2,506)	1,706 (2,232)
R-squared	0,447	0,447	0,224	0,224	0,054	0,054	0,044	0,044
Observations	47.469	47.469	53.910	53.910	50.945	50.945	65.169	65.169
Model 4 ^{1/2/}								
Pre-Trend (Treat x T)	-0,002 (0,002)	-0,002 (0,001)	-0,001 (0,004)	0,001 (0,003)	-0,060 (0,200)	-0,365** (0,153)	-1,059*** (0,197)	-0,521*** (0,164)
Level Change (Treat x [T>=0])	-0,016 (0,045)	-0,001 (0,031)	0,052 (0,083)	-0,146** (0,073)	9,554*** (4,266)	6,221* (3,457)	2,577 (4,368)	7,879** (3,830)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,005* (0,003)	0,006*** (0,002)	-0,003 (0,005)	0,002 (0,004)	0,108 (0,253)	0,302 (0,198)	1,553*** (0,251)	0,635*** (0,211)
After 2 Years: θ1 + 8θ2	0,024 (0,053)	0,045 (0,036)	0,029 (0,096)	-0,132 (0,082)	10,422** (5,053)	8,635** (4,021)	15,001*** (5,103)	12,96** (4,423)
After 5 Years: θ1 + 20θ2	0,085 (0,076)	0,115** (0,050)	-0,006 (0,135)	-0,110 (0,112)	11,724 (7,206)	12,257** (5,650)	33,638*** (7,180)	20,581*** (6,133)
R-squared	0,447	0,447	0,225	0,225	0,054	0,054	0,046	0,046
Observations	47.469	47.469	53.910	53.910	50.945	50.945	65.169	65.169
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}	X	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (6) y (8) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

Fuente: Elaboración propia 2017

Los resultados para el “Modelo 3” y “Modelo 4” se encuentran en la tabla 13. A simple vista parece que el efecto es mayor para los trabajadores varones y dependientes: al cabo de 5 años su salario está aumentando en 11,5% (significativo al 5%), a diferencia de las mujeres, cuyos ingresos están aumentando en 8,5% (de manera no significativa). No obstante, la diferencia entre ambos no es significativa. En el caso de los independientes, en cambio, pareciera que el efecto es negativo sobre los varones: al cabo de 5 años, sus ingresos por hora caen en 11%, a diferencia de las mujeres cuyos ingresos por hora no sufren ningún cambio. No obstante, esta diferencia tampoco es significativa. En cuanto a las horas trabajadas por los dependientes, el

efecto sobre las mujeres y varones es prácticamente el mismo. Lo contrario sucede para el caso de los trabajadores independientes: las mujeres, luego de 5 años, parecen trabajar 34 horas más al mes, a diferencia de los varones, quienes trabajan 21 horas más. No obstante, la diferencia entre ambos otra vez no es significativa. También se estimaron las mismas regresiones para el alquiler y para las variables relacionadas a la salud y no se encontraron diferencias significativas.

Luego de este análisis, no queda claro si este *shock* de demanda se encuentra sesgado hacia las mujeres o hacia los varones. Para el caso de los dependientes, la balanza se encuentra levemente a favor de los varones, y para el caso de los independientes, la balanza parece estar levemente a favor de las mujeres²⁷.

²⁷ Se realizó una estimación similar, pero comparando a los nacidos en el distrito vs. los que nacieron en otras zonas, y prácticamente no se encontraron diferencias. Las únicas diferencias que se encontraron fueron a nivel de la salud: los nacidos en el distrito no mejoran tanto su salud como los que nacieron en otros distritos.

Capítulo X. Mecanismos

1. Proximidad económica: efectos dentro de la misma industria

En esta sección se explorará el rol que juega la proximidad económica con los *spillovers* generados por las inversiones mineras en exploración. Para ello, se utilizará una especificación similar a la del “Modelo 3” y “Modelo 4”, definiendo a $Z_{i,t,c}$ como una *dummy* que toma el valor de 1 si es que el individuo trabaja en un sector cercano a la minería y 0 si trabaja en otro sector.

Tabla 14. Efecto de las inversiones en exploración sobre los ingresos laborales y las horas trabajadas para los trabajadores del sector minero respecto a los de otros sectores

	Logaritmo del ingreso por hora ^{4/}				Horas trabajadas mensualmente			
	Dependientes		Independientes		Dependientes		Independientes	
	Misma industria	Otras industrias	Misma industria	Otras industrias	Misma industria	Otras industrias	Misma industria	Otras industrias
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Model 3 ^{1/ 2/}								
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,076 (0,048)	0,013 (0,016)	-0,243 (0,163)	-0,038 (0,034)	-6,866 (5,956)	3,491* (1,656)	0,734 (11,961)	-1,836 (1,828)
R-squared	0,456	0,456	0,226	0,226	0,065	0,065	0,043	0,043
Observations	47.467	47.467	53.909	53.909	50.943	50.943	65.168	65.168
Model 4 ^{1/}								
Pre-Trend (Treat x T)	-0,006* (0,003)	-0,001 (0,001)	-0,002 (0,011)	0,000 (0,002)	0,204 (0,471)	-0,369*** (0,128)	-0,341 (0,854)	-0,746*** (0,138)
Level Change (Treat x [T>=0])	0,157* (0,081)	-0,024 (0,028)	-0,093 (0,279)	-0,064 (0,059)	-3,974 (10,800)	8,955*** (2,852)	19,047 (21,151)	5,261* (3,135)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,007 (0,005)	0,005*** (0,002)	-0,002 (0,015)	0,001 (0,003)	-0,652 (0,615)	0,380** (0,165)	-0,662 (1,119)	1,043*** (0,177)
After 2 Years: 01 + 802	0,215** (0,090)	0,018 (0,032)	-0,111 (0,303)	-0,059 (0,067)	-9,191 (12,447)	11,994*** (3,327)	13,749 (23,962)	13,602** (3,636)
After 5 Years: 01 + 2002	0,302** (0,126)	0,081* (0,045)	-0,139 (0,410)	-0,051 (0,092)	-17,018 (17,412)	16,552*** (4,694)	5,803 (32,630)	26,113** (5,082)
R-squared	0,457	0,457	0,227	0,227	0,065	0,065	0,044	0,044
Observations	47.467	47.467	53.909	53.909	50.943	50.943	65.168	65.168
Case Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X	X	X	X	X
Controls ^{3/}	X	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), (6) y (8) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

Fuente: Elaboración propia 2017

Así, en la tabla 14 se presentan los resultados de dicha estimación para los ingresos laborales y las horas trabajadas. Tal como era de esperarse, el ingreso por hora de los dependientes que se

encuentran en los sectores próximos a la minería (extracción de petróleo, extracción de minerales, refinación de petróleo, fabricación de minerales no metálicos, caucho, siderurgia, transformación de metales no ferrosos, productos metálicos) se elevan en 21,5% al cabo de 2 años y 30,2% pasados los 5 años (significativos al 5%), a diferencia de los otros sectores, cuyos ingresos por hora aumentan en 1,8% (no significativo) y 8,1% (significativo al 10%). La distancia entre estos efectos acumulados es significativa al 5% (para el caso de 2 años) y al 10% (para el caso de 5 años). Por el contrario, para los trabajadores independientes no se encuentran efectos diferenciados estadísticamente significativos.

Las horas trabajadas también muestran efectos diferenciados. Llama la atención que el efecto sobre las horas trabajadas por los dependientes se concentre principalmente en industrias distintas. Quizás esto se deba a que, en industrias como la minería, los horarios de trabajo suelen ser particularmente constantes. Al cabo de 5 años, los trabajadores de otras industrias parecen trabajar 12 horas más al mes (significativo al 1%), mientras que los trabajadores de la industria minera trabajarían 17 horas menos (con un error estándar de 17 horas). Pese a estos altos errores estándares, se rechaza la hipótesis nula de que se trabaja el mismo número de horas al mes en ambos sectores, con una significancia del 10%. Para el caso de los independientes, pareciera que los trabajadores de otras industrias trabajan más, aunque la diferencia entre dichos trabajadores y los de las industrias cercanas a la minería no es significativa.

Respecto al alquiler, tal como se presenta en la tabla 15, ¡los trabajadores de la industria minera reportan un crecimiento del 75,4% luego de 5 años de haber empezado las inversiones! El alquiler para trabajadores de otras industrias también parece haber incrementado: al cabo de 5 años, se estima un aumento del 25,7% (significativo al 1%). Quizás parte de este incremento diferenciado se deba a una mayor producción de *amenities* que estaría favoreciendo al sector minero en mayor medida. La diferencia (al cabo de 5 años) en el alquiler de los trabajadores de la industria minera respecto a los de otras industrias es significativa al 5%²⁸ (ver anexos 12 y 13).

Otro hecho que es importante resaltar es que no solo las condiciones en la industria minera están mejorando, sino también en las demás. Esto demuestra que existen ciertos *spillovers* que el sector minero puede absorber en mayor medida pero otros sectores también son capaces de capturar.

²⁸ Para las variables relacionadas a la salud, no se encuentran diferencias estadísticas entre ambos grupos.

En el capítulo II se discutieron los posibles mecanismos que están detrás de las economías de aglomeración. De acuerdo con Duranton y Puga (2004), estos se pueden dividir en tres grandes grupos: (i) compartir bienes y servicios, (ii) mejoramiento de emparejamientos laborales, y (iii) desbordamiento de conocimientos. Según la revisión que se realizó en dicho capítulo, parecería que uno de los mecanismos que estaría detrás de los resultados aquí mostrados es la producción de *amenities* (más valorados por el sector minero). Quizás estos *amenities* requieren de altos costos fijos, con lo que se generan economías de escala, tal como se describió en la revisión de la literatura. Otro mecanismo que podría estar detrás es la mejora en la probabilidad y calidad de los emparejamientos laborales alrededor del sector minero. Sin embargo, este mecanismo no será probado en este trabajo. Finalmente, el desbordamiento de aprendizaje podría estar detrás de los resultados aquí mostrados, puesto que, tal como se estimó en la tabla 14, los *spillovers* parecen ser mayores en las industrias relacionadas a la minera y otros recursos naturales.

Tabla 15. Efecto de las inversiones en exploración del alquiler reportado por los trabajadores del sector minero respecto a los de otros sectores

	Logaritmo del precio del alquiler	
	Misma industria	Otras industrias
Model 3 ^{1/2/}	(1)	(2)
Mean shift (Treat x [T>=0])	0,010 (0,081)	0,124*** (0,030)
R-squared	0,477	0,477
Observations	107.072	107.072
Model 4 ^{1/2/}		
Pre-Trend (Treat x T)	-0,019*** (0,005)	-0,002 (0,002)
Level Change (Treat x [T>=0])	0,164 (0,131)	0,071 (0,046)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,030*** (0,008)	0,009*** (0,003)
After 2 Years: θ1 + 8θ2	0,400*** (0,140)	0,145*** (0,050)
After 5 Years: θ1 + 20θ2	0,754*** (0,196)	0,257*** (0,073)
R-squared	0,478	0,478
Observations	107.072	107.072
Case Fixed Effects	X	X
Year Fixed Effects	X	X
Controls	X	X

1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ En las regresiones (2), (4), y (6) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado años de educación, mujer, edad, quechua, y años trabajando.

Fuente: Elaboración propia 2017

2. Densidad de caminos

En la tabla 15 se estimó un aumento de los alquileres, especialmente para los trabajadores de la industria minera. Es posible que parte de este aumento se deba a la construcción de obras de infraestructura con altos costos fijos y que generan un beneficio diferenciado por sector económico. Un posible candidato que cumpliría con estas características son las carreteras. A continuación, se estimará si es que la densidad por km² (aproximadamente) ha aumentado como producto de las inversiones en exploración minera.

Para ello, se realizó el siguiente procedimiento:

- Se dividió a la zona de tratamiento y de control en celdas de 1 km² aproximadamente (ver anexo 14)²⁹.
- Utilizando unos *shapes* de ArcGis en los que se describen las vías vecinales, se calculó la densidad utilizando un comando de dicho *software* (para un bosquejo de la función de distribución, ver anexo 15)³⁰.
- Este proceso fue realizado para datos correspondientes al año 2014, 2015 y 2017, los únicos disponibles³¹.
- Finalmente, se utilizaron los distritos en los que hubo una inversión en el 2014 y se estimaron las siguientes regresiones:

$$d_{i,c,2017} = \omega + \alpha d_{i,c,t} + \beta Treat_{i,c} + \gamma_c + \varepsilon_{i,c,2017} \quad (\text{A})$$

$$d_{i,c,t} = \omega + \alpha_1 Treat_{i,c} + \alpha_2 [T > 0]_{i,t,c} + \beta (Treat_i \times [T > 0]_{i,t,c}) + \gamma_c + \varepsilon_{i,c,t} \quad (\text{B})$$

Donde $d_{i,c,t}$ es la densidad por km² de la celda i , perteneciente al caso c , del año t ; β es el efecto de las inversiones mineras en exploración sobre la densidad por kilómetro cuadrado; y γ_c es un efecto fijo de caso. Para estas regresiones se conglomeró la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de celda.

Así, estimando la ecuación (A) sobre la muestra de casos ocurridos en el 2014, se encontró que β es igual a 0,27 (con una significancia de 1%), lo que quiere decir que, como producto de las inversiones mineras, la densidad de los caminos aumentó en 0,27 km por km² en el área tratada, aproximadamente. Vale la pena mencionar que dicho β equivale a un impacto de 0,025

²⁹ En realidad, fueron divididos en un área de 0,05 grados UTM.

³⁰ De acuerdo con un informe del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, un camino vecinal es un "camino rural destinado fundamentalmente para acceso a las poblaciones pequeñas y a chacras o predios rurales

³¹ Estos datos se encuentran disponibles en la página web del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

desviaciones estándar^{32,33}. Por último, utilizando la muestra completa (no solo los casos ocurridos en el 2014), se calculó un β equivalente a 0,32 (controlando por la densidad en el 2014), magnitud que representa un efecto de 0,03 desviaciones estándar^{34,35}.

Al estimar la ecuación (B) sobre la muestra de casos ocurridos en el 2014, se halla que β es igual a 0,21, y significativo al 1% (conglomerando la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de celda)³⁶. Si se utiliza la muestra completa, se encuentra un β igual a 1,9, significativo al 1%³⁷. Este β es equivalente a un efecto de 0,17 desviaciones estándar.

Entonces, parece ser que la densidad de los caminos está aumentando gracias a las inversiones en exploración. Si bien este ejercicio se debe tomar con pinzas, igual representa evidencia a favor de la hipótesis de que parte de las economías de aglomeración se debe a la construcción de infraestructura, resultado que se complementa con el hecho de que los alquileres parecen estar aumentando, especialmente para los trabajadores de la industria de metales y recursos minerales.

3. Urbanización

Un problema de los datos de caminos es que solo existen para pocos años. Por ello, a continuación, se realizará un análisis similar utilizando la luz nocturna registrada por los satélites de la NASA, para los años 2000, 2004, 2009 y 2013. Estos satélites registran la intensidad de la luz y la miden en un intervalo de 0 a 63. Para más información respecto a estos datos, revisar Henderson *et al.* (2012). En general, en la literatura se tiene el consenso de que la intensidad de la luz es una buena aproximación de actividad económica y urbanización. A medida que un área se torna más urbana, la intensidad de la luz registrada por los satélites suele incrementarse.

³²Para esta regresión se utilizó a la densidad en el año 2014 como control. Utilizando al año 2015 como control se encontró que β es igual a 0,28 (significativo al 1%). Controlando por la densidad de los dos años, se estima un β igual a 0,27 (significativo al 1%).

³³ Si se conglomeran la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de distrito, la hipótesis nula de que $\beta = 0$ no se puede rechazar con un p-value de 0,25. Si, en cambio, se utiliza la corrección a la White, se rechaza dicha hipótesis nula con una significancia de 1%.

³⁴ Si se controla por la densidad en el 2014 y 2015, se encuentra un β igual a 0,33.

³⁵ De nuevo, si se conglomeran la varianza a nivel de distritos, este resultado se vuelve no significativo.

³⁶ Si se conglomeran la varianza a nivel de distrito, se pierde significancia.

³⁷ Se mantiene la significancia al 10% aunque se conglomeren la varianza a nivel de distritos.

Así, estimando el equivalente de la ecuación (B) y utilizando la probabilidad de que se registre una intensidad mayor a 0 y la intensidad de la luz (condicionado que en el pixel se registró una intensidad positiva) como variables dependientes, se encontraron los siguientes resultados^{38,39}:

- La probabilidad de que la celda esté iluminada aumenta en 1,9% con un grado de significancia al 1% (para el grupo de control antes de las inversiones dicha probabilidad es igual a 6,1%).
- Condicionado a que la celda se encuentra iluminada, la intensidad de la luz en el área de tratamiento luego de las inversiones aumenta en 0,54 desviaciones estándar, con una significancia al 1%.

Para hacer este análisis, no se ha modelado la censura hacia arriba que naturalmente tiene esta variable, ni los posibles efectos del *overgloom*ing. Esto se da cuando se registra una luz muy intensa, y genera que parte de esta intensidad quede reflejada en los alrededores, como si los alrededores también estuviesen iluminados. Con todo esto en mente, solo queda tomar estos resultados con cautela.

En conclusión, parece que las inversiones en exploración generan mayor actividad económica y urbanización en la zona de tratamiento, dado que se encuentra una intensidad de la luz en las zonas tratadas. Esto permite explicar parte del porqué de los resultados que se detallaron en las secciones anteriores.

³⁸ Para ver la función de distribución de la intensidad de la luz (incondicional y condicionado a que es positiva), ver anexo 16.

³⁹ Se conglomeró la varianza a nivel de celda. Si se utilizan otras especificaciones para la matriz de varianzas y covarianzas, los resultados no cambian mucho.

Conclusiones

La estimación del “Modelo 2” sugiere que luego de 5 años de haber empezado las inversiones, el salario por hora de los trabajadores dependientes aumenta en 10,1% y las horas que trabajan mensualmente en 12,8 respecto al grupo de control. Para los trabajadores independientes, no se encuentran efectos sobre sus ingresos por hora, pero sí sobre las horas que trabajan: al cabo de 5 años, trabajan 25,8 horas más respecto al grupo de control. Asimismo, se encuentra que el precio del alquiler aumenta en 18,5%, lo cual, según el modelo presentado en el capítulo IV, tiene perfecto sentido. Finalmente, se estima que la probabilidad de que la persona se encuentre sana aumenta en 9,4%.

Para poner en perspectiva lo que estas magnitudes implican, se ha calculado la variación total que causan las inversiones en exploración. Así, el cambio en el salario por hora equivale a pasar del percentil 10 al percentil 12, o pasar del percentil 90 al percentil 92. En el caso de las horas trabajadas, el efecto equivale a pasar del percentil 10, al percentil 14, o pasar del percentil 90, al 95. En cuanto al ingreso mensual, implica pasar del percentil 10 al 14 y del percentil 90 al 95. Finalmente, para el alquiler, los resultados implican pasar del percentil 10 al 13, o del percentil 90 al 93.

Asimismo, se encontró evidencia de que los trabajadores de otras industrias también están mejorando en promedio, aunque el efecto positivo se concentra en los que pertenecen a la industria minera. El hecho de que los trabajadores de otras industrias mejoren es una demostración de que existen *spillovers* que van más allá del sector minero solamente. Así, las estimaciones sugieren que luego de 5 años, el ingreso por hora de los trabajadores dependientes del sector minero aumenta en 30,2%, mientras que para otras industrias aumenta en 8,1%. En cambio, los trabajadores de otros sectores son aumentan sus horas trabajadas: 16,5 horas adicionales al mes. Más aun, el precio del alquiler también podría estar incrementándose de manera diferenciada: para los trabajadores de la industria minera, el alquiler aumenta en 75,4%, mientras que para los otros trabajadores aumenta 25,7%

Estos resultados implican que un trabajador del sector minero pasaría de estar en el percentil 10 a estar en el percentil 15, o de estar en el percentil 90 al percentil 95, en la distribución de ingresos por hora. En la distribución del precio del alquiler, el efecto de las inversiones implica que un trabajador del sector minero se trasladaría del percentil 10 al 36, o del percentil 90 al 97.

Para interpretar estas magnitudes se deben resaltar ciertos hechos. Primero, estos efectos vendrían a ser de equilibrio general, es decir, luego de la migración de personas predicha por la teoría y el incremento en la producción de *amenities*. En otras palabras, no se deben interpretar como efectos de equilibrio parcial o *ceteris paribus*. Segundo, dado que la Enaho carece de repetitividad a nivel distrital, tampoco se pueden interpretar estos resultados como si tuvieran validez externa. Lo único que se ha intentado asegurar a lo largo del trabajo es la validez interna.

Para concluir, la principal contribución del presente trabajo es el haber estimado el efecto y las externalidades que genera una actividad tan importante como lo es la inversión en exploración minera. Asimismo, se ha encontrado evidencia a favor de la existencia de economías de aglomeración. El hecho de que se estimen efectos diferenciados entre industrias y se estime una mayor producción de infraestructura sugiere la presencia de economías de aglomeración. Todo esto se ha logrado utilizando el método de diferencias en diferencias, lo cual, como ya se mencionó anteriormente, posee ciertas ventajas metodológicas frente a otras estimaciones. Finalmente, si bien las magnitudes no aparentan ser excesivamente altas, sí representan un cambio en las condiciones de vida y bienestar de los locales, ya que se encuentran mejoras en el nivel de ingresos y en el bienestar medido a través de la salud y el precio del alquiler.

Bibliografía

Aguero, J., Balcázar, C., Maldonado, S. y Ñopo, H. (2016). “Natural Resources, Redistribution and Human Capital Formation”. *Series Documentos de Trabajo No. 192*. Universidad del Rosario.

APEC (2007). *Mineral Exploration in APEC Economies: A Framework for Investment*. [En línea]. Foro de Cooperación Económica de Asia-Pacífico (APEC). Disponible en: <http://publications.apec.org/publication-detail.php?pub_id=244>.

Aragon, F. y Rud, J. (2012). “Mining, Pollution and Agricultural Productivity: Evidence from Ghana”. *Discussion Papers dp 12-08*. Department of Economics, Simon Fraser University.

Aragon, F. y Rud, J. (2013). “Natural Resources and Local Communities: Evidence from a Peruvian Gold Mine”. *American Economic Journal: Economic Policy*, 5(2), 1-25.

Aragon, F., Rud, J. y Toews, G. (2015). “Mining closure, gender and employment reallocations: the case of UK coal mines”. *Discussion Papers dp15-09*. Department of Economics, Simon Fraser University.

Arellano-Yanguas (2011). “Aggravating the Resource Curse: Decentralization, Mining and Conflict in Peru”. *Journal of Development Studies*, 474, p. 617-638.

Basker, E. (2005). “Job Creation or Destruction? Labor Market Effects of Wal-Mart Expansion”. *Review of Economics and Statistics*, 87(1), p. 174-183.

Ciccone, A. y Hall, R. (1996). “Productivity and the density of economic activity”. *Annual Economic Review*, 86, p. 54-70.

Combes, P., Duranton, G. y Gobillon, L. (2008). “Spatial wage disparities: sorting matters”. *Journal of Urban Economics*, 63, p. 217-243.

Combes, P., Duranton, G., Gobillon, L. y Roux, S. (2012). “Sorting and local wage and skill distributions in France”. *Reg. Sci. Urban. Econ.*, 42, p. 913-930.

- Combes, P.-P. y Gobillon, L. (2015). "Chapter 5: The Empirics of Agglomeration Economies". *Handbook of Regional and Urban Economics*, vol. 5A, p. 248-348.
- Correia, S. (2015). *Credit Supply Shocks, Consumer Borrowing and Bank Competitive Response: Evidence from Credit Card Markets*. Duke University, Fuqua School of Business. Job Market Paper.
- Cust, J. y Poelhekke, S. (2015). "The Local Economic Impacts of Natural Resource Extraction". *Annual Review of Resource Economics*, 7(1), p. 261-268.
- De la Roca, J. y Puga, D. (2017). "Learning by working in big cities". *Review of Economic Studies*, 84(1), p. 106-142.
- Dixit, A. y Stiglitz, J. (1977). "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity". *American Economic Review*, 67(3), p. 297-308.
- Duranton, G. y Puga, D. (2004). "Microfundation of urban agglomeration economies". En J. Henderson y J. Thisse, *Handbook of Regional and Urban Economics*. North-Holland, Amsterdam, vol 4. p. 2063-2117.
- Egger, R. (2010). Mineral Exploration and Development: Risk and Reward. *International Conference on Mining, "Staking a Claim for Cambodia"*.
- Fleming, D. y Measham, T. (2013). Disentangling the Natural Resource Curse: National and Regional Socioeconomic Impacts of Resource Windfalls. *Agricultural and Applied Economics Association*.
- Gandhi y Sarkar. (2016). *Essentials of Mineral Exploration and Evaluation*. Elsevier.
- Glaeser, E. y Maré, D. (2001). "Cities and skills". *Journal of Labor Economics*, 19, p. 316-342.
- Greenstone, M., Hornbeck, R. y Moretti, E. (2010). "Identifying agglomeration spillovers: Evidence from Winners and Losers of Large Plant Openings". *Journal of Political Economy*, 118, p. 536-598.

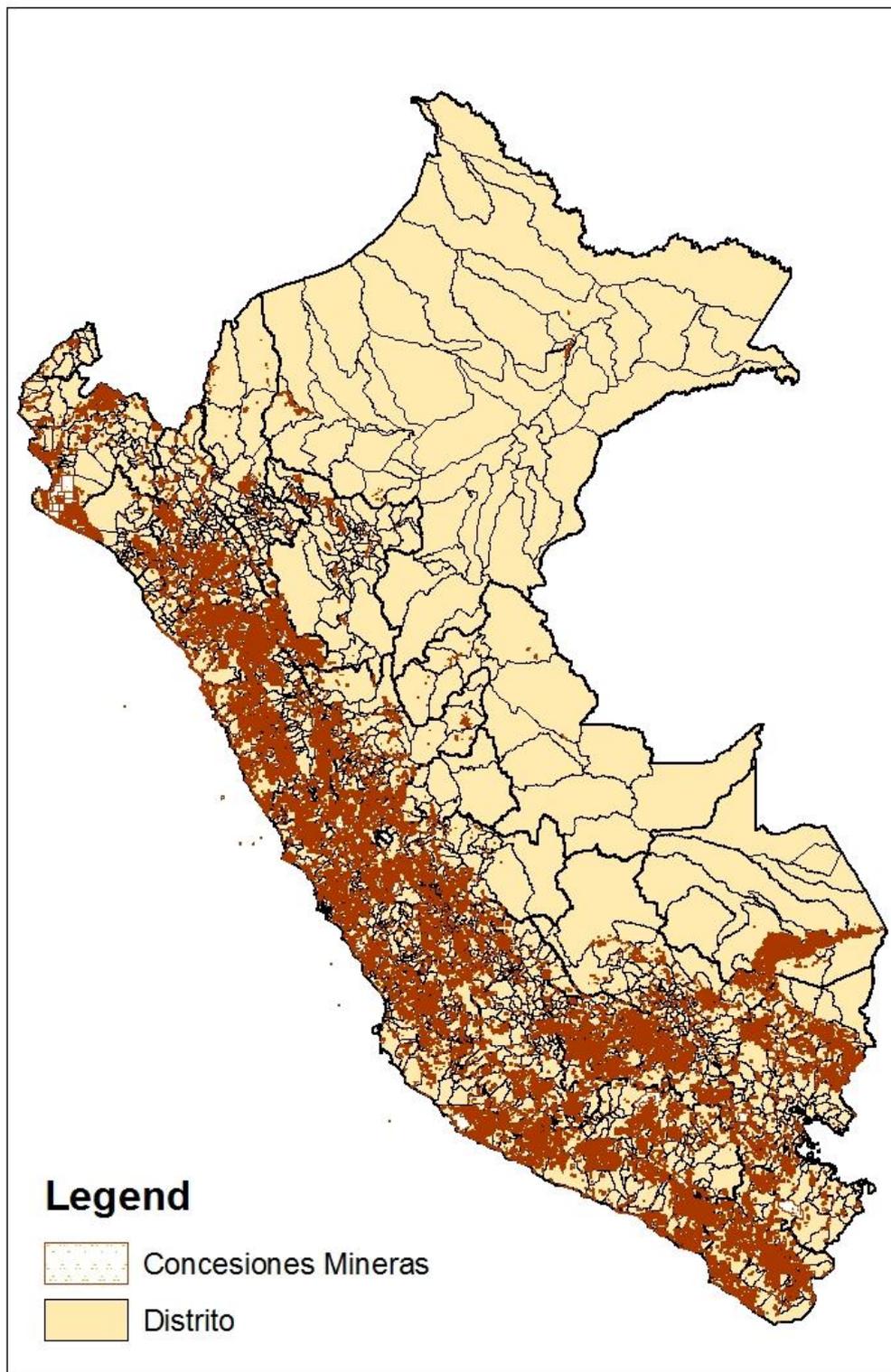
- Harris, C. (1954). "The market as a factor in the localization of industry in the United States". *Annals of the Association of American Geographers*, 44, p. 315-348.
- Henderson, J., Storeygard, A. y Weil, D. (2012). "Measuring Economic Growth from Outer Space". *American Economic Review*, p. 994-1028.
- James, A. y Aadland, D. (2011). "The Curse of Natural Resources: An Empirical Investigation of U.S. Counties". *Resource and Energy Economics*, 33, p. 440-453.
- Kotsadam y Tolonen. (2016). "African Mining, Gender and Local Employment". *World Development*, p. 325-339.
- Loayza, N. y Rigolini, J. (2016). "The Local Impact of Mining on Poverty and Inequality: Evidence from the Commodity Boom in Peru". *World Development*, 84, p. 219-234.
- Loayza, N., Mier y Teran, A. y Rigolini, J. (2013). "Poverty, Inequality, and the Local Natural". *World Bank working Paper Series No. 6366*.
- Lucas, R. (1988). "On the mechanics of economic development". *Journal of Monetary Economics*, 22(1), p. 3-42.
- Maldonado, S. (2011). Resource Windfall and Corruption: Evidence from Peru. Unpublished Manuscript, University of California, Berkley.
- Moretti. (2011). *Local Labor Market*. En Ashenfelter y Card, *Handbook of Labor Economics* (Vol. 4(5)). 1.
- Rosenthal, S. y Strange, W. (2008). "The attenuation of human capital spillovers". *Journal of Urban Economics*, 64, p. 373-389.
- Tolonen. (2015). "Local Industrial Shocks and Women's Empowerment". *Job Market Paper*.
- Veuger, S. y Shoag, D. (de 2016). "Shops and the City: Evidence on Local Externalities and Local Government Policy from Big-Box Bankruptcies. Revise and Resubmit at 'The Review of Economics and Statistics'". Working Paper.

Von der Goltz y Barnwal (2014). *Mines: The Local Welfare Effects of Mining in Developing Countries*. Columbia University Academic Commons.

Zambrano, O., Robles, M. y Laos, D. (2014). “Global boom, local impacts: mining revenues and subnational outcomes in Peru 2007-2011”. *IDB Working Paper Series No. 509*.

Anexos

Anexo 1. Georreferenciación de las concesiones mineras según el catastro minero



Anexo 2. Resolución del modelo ante un aumento de la productividad total de factores

De las ecuaciones, tomando primeras diferencias, (5), (9), (10), (11) y (12), se desprende que:

$$\Delta w_b = \Delta - (1 - \gamma - h)\Delta N_b + (1 - h)\Delta K_b \quad (\text{A1})$$

$$\Delta w_a = -(1 - \gamma - h)\Delta N_a + (1 - h)\Delta K_a \quad (\text{A2})$$

$$\Delta w_b = \Delta w_a + (\Delta r_b - \Delta r_a) + (s/N)(\Delta N_b - \Delta N_a) \quad (\text{A3})$$

$$\Delta i = \Delta + h\Delta N_b - h\Delta K_b \quad (\text{A4})$$

$$\Delta i = h\Delta N_a - h\Delta K_a \quad (\text{A5})$$

$$\Delta r_b = k_b \Delta N_b \quad (\text{A6})$$

$$\Delta r_a = k_a \Delta N_a \quad (\text{A7})$$

$$\Delta N_a = -\Delta N_b \quad (\text{A8})$$

De (A4) y (A5), dado que el mercado de capitales es internacional:

$$\Delta K_b = \Delta N_b + \frac{\Delta}{h} \quad (\text{A9})$$

$$\Delta K_a = \Delta N_a \quad (\text{A10})$$

De ahí, reemplazando (A9) en (A1) y (A10) en (A2):

$$\Delta w_b = \gamma \Delta N_b + \frac{1}{h} \Delta \quad (\text{A11})$$

$$\Delta w_a = \gamma \Delta N_a \quad (\text{A12})$$

En (A3), reemplazando (A12), (A6) y (A7).

$$\Delta w_b = \gamma \Delta N_a + (k_b \Delta N_b - k_a \Delta N_a) + (s/N)(\Delta N_b - \Delta N_a) \quad (\text{A13})$$

Luego, en (A13), se reemplaza (A8) y (A11):

$$\gamma \Delta N_b + \frac{1}{h} \Delta = -\gamma \Delta N_b + (k_b \Delta N_b + k_a \Delta N_b) + (s/N)(\Delta N_b + \Delta N_b) \quad (\text{A14})$$

Despejando para ΔN_b :

$$\Delta N_b = \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] = -\Delta N_a \quad (\text{A15})$$

Finalmente, utilizando (A11), (A12), (A6) y (A7) se encuentran las soluciones para Δw_b , Δw_a , Δr_b , y Δr_a :

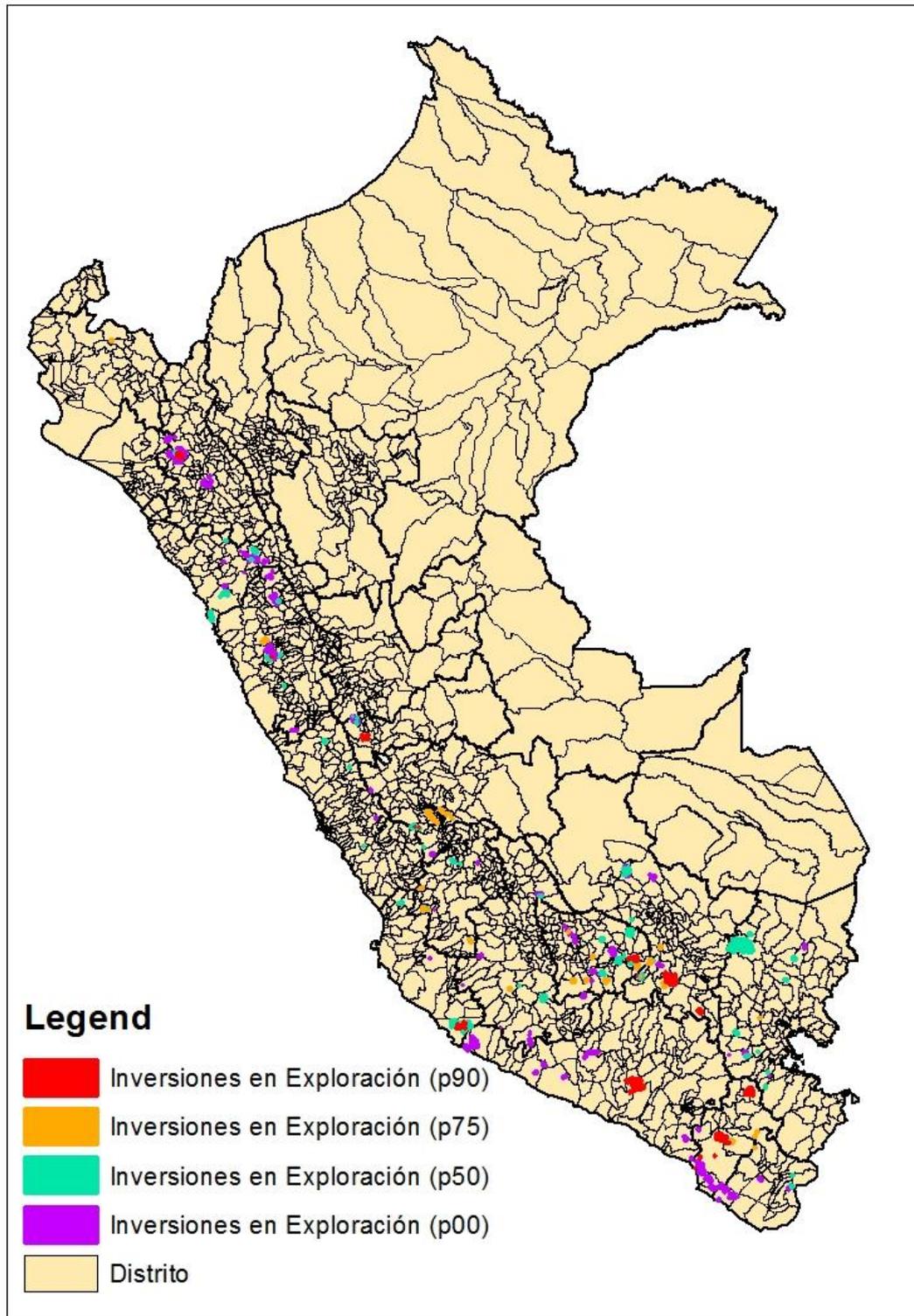
$$\Delta w_b = \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N(k_a + k_b - \gamma) + 2s}{N(k_a + k_b - 2\gamma) + 2s} \right] \quad (\text{A16})$$

$$\Delta w_a = -\gamma \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \quad (\text{A17})$$

$$\Delta r_b = k_b \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \quad (\text{A18})$$

$$\Delta r_a = -k_a \frac{\Delta}{h} \left[\frac{N}{N(k_b + k_a - 2\gamma) + 2s} \right] \quad (\text{A19})$$

Anexo 3. Concesiones mineras emparejadas con los contratos de exploración



Anexo 4. Definición de variables de resultado y posibles variables de control

Variables de resultado base	
Variables	Descripción
Salario por hora en logaritmos (dependientes)	Logaritmo natural del salario por hora de los habitantes del hogar, mayores a 18 años. Se considera solo a los “dependientes”.
Ganancias por hora en logaritmos (independientes)	Logaritmo natural de las ganancias por hora de los habitantes del hogar, mayores a 18 años. Se considera solo a los “independientes”.
Horas trabajadas mensualmente (dependientes)	Horas trabajadas mensualmente en la ocupación primaria de los habitantes del hogar mayores a 18 años. Se considera solo a los “dependientes”.
Horas trabajadas mensualmente (independientes)	Horas trabajadas mensualmente en la ocupación primaria de los habitantes del hogar mayores a 18 años. Se considera solo a los “independientes”.
Alquiler en logaritmos (auto-reportado)	Logaritmo natural del alquiler auto-reportado por los habitantes del hogar mayores a 18 años.
Tasa de ocupación	Toma el valor de 1 si el habitante del hogar (mayor a 18 años) se encuentra ocupado, y 0 si es que no se encuentra ocupado y pertenece a la población económicamente activa.
No PEA	Toma el valor de 1 si la persona NO pertenece a la población económicamente activa y 0 si es que SÍ pertenece. Solo se considera a los habitantes del hogar mayores a 18 años.
Crónico	Toma el valor de 1 si la persona reporta tener una enfermedad crónica. Se restringe a los habitantes del hogar mayores a 18 años.
Sano	Toma el valor de 1 si la persona reporta haber estado sano durante el último mes (no cuenta si tiene una enfermedad crónica. Se restringe a los habitantes del hogar mayores a 18 años.
Variables de resultado adicionales	
Variables	Descripción
Informal (dependientes)	Toma el valor de 1 si el habitante del hogar (mayor a 18 años) está empleado, pero no está afiliado al sistema de pensiones o al sistema de salud. Solo para “dependientes”.
Informal (independientes)	Toma el valor de 1 si el habitante del hogar (mayor a 18 años) está empleado, pero: i) es trabajador independiente y el tipo de ingreso que recibe no es por honorarios (RUC); ii) es empleador o patrono de una empresa que no está registrada en la SUNAT; o iii) es trabajador del hogar.
Crónico (adolescentes)	Igual que “Crónico” solo que para los habitantes del hogar entre 12 y 18 años.
Sano (adolescentes)	Igual que “Sano” solo que para los habitantes del hogar entre 12 y 18 años.
Crónico (niños)	Igual que “Crónico” solo que para los habitantes del hogar menores a 12 años.
Sano (niños)	Igual que “Sano” solo que para los habitantes del hogar menores a 12 años.
Pobre	Toma el valor de 1 si el habitante del hogar es pobre o pobre extremo y 0 si no lo es.
Pobre extremo	Toma el valor de 1 si el habitante del hogar es pobre extremo y 0 si no lo es.
Hogares con alguna necesidad básica insatisfecha	Toma el valor de 1 si la persona vive en un hogar con alguna necesidad básica insatisfecha (NBI1, NBI2, NBI3, NBI4, NBI5).
Controles	
Variable	Descripción
Años de educación	Número de años de educación.
Rural	Toma el valor de 1 si la persona vive en una zona rural y 0 si vive en una zona urbana.
Mujer	Toma el valor de 1 si la persona es mujer y 0 si es varón.
Edad	Número de años cumplidos.
Años trabajando	Número de años trabajando en la ocupación principal.
Electricidad	Toma el valor de 1 si la persona vive en un hogar que cuenta con electricidad y 0 si no.
Quechua o aimara	Toma el valor de 1 si la lengua materna del individuo es el quechua o el aimara, y 0 si es otra lengua.
Nacido en el distrito	Toma el valor de 1 si el individuo nació en el distrito donde se realizó la encuesta y 0 si nació en otro distrito

Anexo 5. Balance de las variables observables entre el grupo de tratamiento y control, previo a las inversiones, y controlando por efectos fijos de año y caso

Tendencias previas		Residentes ocupados mayores a 18 años (<i>within year and case</i>)								
		Modelo 1			Modelo 2					
	N	Media			Nivel			Tendencia		
		Tratamiento	Control	T - C	Tratamiento	Control	T - C	Tratamiento	Control	T-C
Mujer	66.240	0,378 (0,016)	0,376 (0,016)	0,002 (0,004)	0,410 (0,033)	0,397 (0,034)	0,014** (0,006)	0,002 (0,001)	0,001 (0,001)	0,001** (0,000)
Edad	66.240	44,700 (0,636)	44,427 (0,648)	0,273 (0,201)	44,673 (1,671)	44,681 (1,695)	-0,008 (0,322)	-0,006 (0,072)	0,013 (0,073)	-0,019 (0,017)
Rural	66.240	0,487 (0,055)	0,418 (0,055)	0,069*** (0,018)	0,254 (0,148)	0,224 (0,148)	0,030 (0,027)	-0,011 (0,006)	-0,009 (0,006)	-0,003* (0,001)
Electricidad	66.240	0,708 (0,041)	0,744 (0,042)	-0,036*** (0,013)	1,023 (0,107)	1,047 (0,108)	-0,024 (0,018)	0,015 (0,004)	0,014 (0,004)	0,001 (0,001)
Quechua o aimara	66.240	0,350 (0,032)	0,381 (0,032)	-0,032*** (0,010)	0,058 (0,083)	0,111 (0,083)	-0,053*** (0,016)	-0,014 (0,003)	-0,012 (0,004)	-0,001* (0,001)
Nacido en el distrito	66.240	0,639 (0,033)	0,631 (0,033)	0,008 (0,009)	0,699 (0,082)	0,694 (0,082)	0,005 (0,015)	0,003 (0,003)	0,003 (0,003)	0,000 (0,001)
Años de educación	66.240	8,081 (0,306)	8,189 (0,307)	-0,108 (0,106)	9,777 (0,899)	9,801 (0,902)	-0,024 (0,171)	0,080 (0,039)	0,074 (0,039)	0,006 (0,009)
Años Trabajando	66.234	17,616 (0,666)	17,140 (0,672)	0,476** (0,186)	14,466 (1,565)	14,096 (1,570)	0,371 (0,288)	-0,148 (0,067)	-0,141 (0,066)	-0,007 (0,016)
Distancia	66.240	0,110 (0,010)	0,374 (0,010)	-0,263*** (0,003)	0,105 (0,032)	0,384 (0,032)	-0,279*** (0,006)	-0,000 (0,001)	0,001 (0,001)	-0,001*** (0,000)
Year Fixed Effects		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Case Fixed Effects		X	X	X	X	X	X	X	X	X

1/ Se ha clusterizado la varianza a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

3/ Solo se han reportado las significancias de la diferencia entre Tratamiento y Control.

4/ "Mujer" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona es mujer, y 0 si es varón; "Edad" indica los años cumplidos al momento de la encuesta; "Rural" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona vive en un distrito rural, y 0 si vive en un distrito urbano; "Electricidad" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona vive en un hogar que tiene electricidad, y 0 si no; "Quechua" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la lengua materna de la persona es quechua o aimara, y 0 si es otra lengua; "Nacido en el distrito" es una dicotómica que toma el valor de 1 si la persona nació en el distrito, y 0 si no; "Años de educación" indica los número de años de educación cumplidos al momento de la encuesta; "Años trabajando" indica el número de años que la persona viene trabajando en su ocupación principal; "Distancia" indica la distancia (en grados UTM) del centro del distrito donde se ubica la persona a la inversión en exploración más cercana.

Anexo 6. Efecto de las inversiones en exploración sobre la tasa de empleo y sobre la no-pea

Model 1 ^{1/2/}	Tasa de empleo		1-Tasa de actividad	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Mean shift (Treat x [T>=0])	-0,007*** (0,003)	-0,006** (0,003)	-0,004 (0,005)	-0,005 (0,004)
R-squared	0,015	0,030	0,009	0,057
Observations	146.655	146.655	181.115	181.115
<hr/>				
Model 2 ^{1/2/}				
Pre-Trend (Treat x T)	-0,001** (0,000)	-0,000* (0,000)	-0,001** (0,000)	-0,001*** (0,000)
Level Change (Treat x [T>=0])	-0,003 (0,005)	-0,003 (0,005)	0,002 (0,008)	0,004 (0,007)
Trend break (Treat x [T>=0] x T)	0,001*** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,001*** (0,000)	0,002*** (0,000)
After 2 Years: 01 + 802	0,004 (0,006)	0,003 (0,006)	0,011 (0,009)	0,018** (0,008)
After 5 Years: 01 + 2002	0,016* (0,009)	0,012 (0,008)	0,025** (0,012)	0,038*** (0,012)
R-squared	0,016	0,031	0,009	0,058
Observations	146.655	146.655	181.115	181.115
Case Fixed Effects	X	X	X	X
Year Fixed Effects	X	X	X	X
Controls ^{3/}		X		

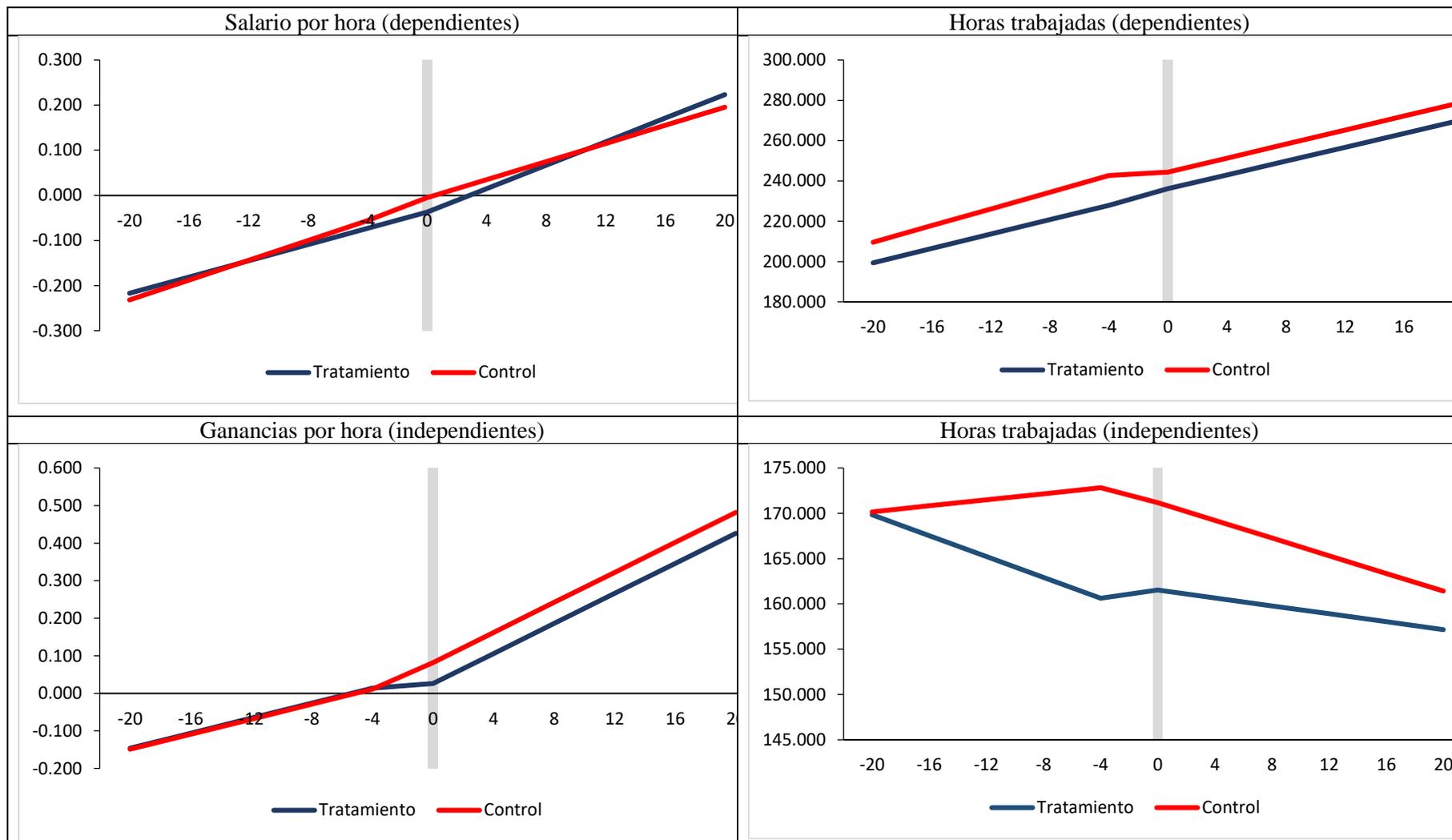
1/ Se ha conglomerado la matriz de varianzas y covarianzas a nivel de conglomerado, la unidad primaria de muestreo. Entre paréntesis se muestran los errores estándar estimados.

2/ *** indica una significancia del 1%; ** indica una significancia del 5%, y * indica una significancia del 10%.

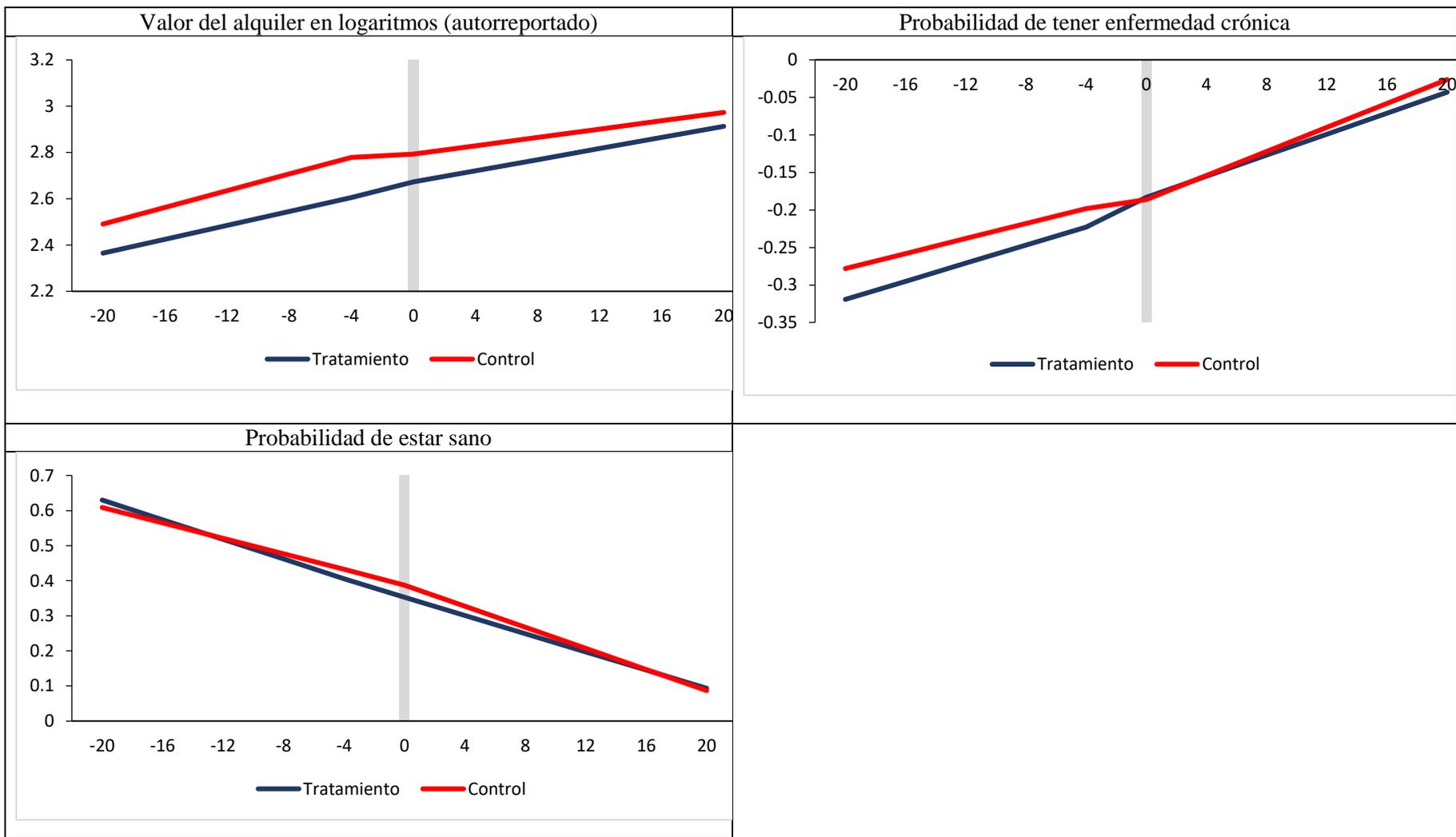
3/ En las regresiones (2) y (4) se controlaron por las siguientes variables: distancia a la inversión, distancia a la inversión al cuadrado, años de educación, mujer, edad, y quechua.

4/ Para los dependientes, los ingresos vendrían a ser el salario que reportan. Para los independientes, vendrían a ser las ganancias que reportan.

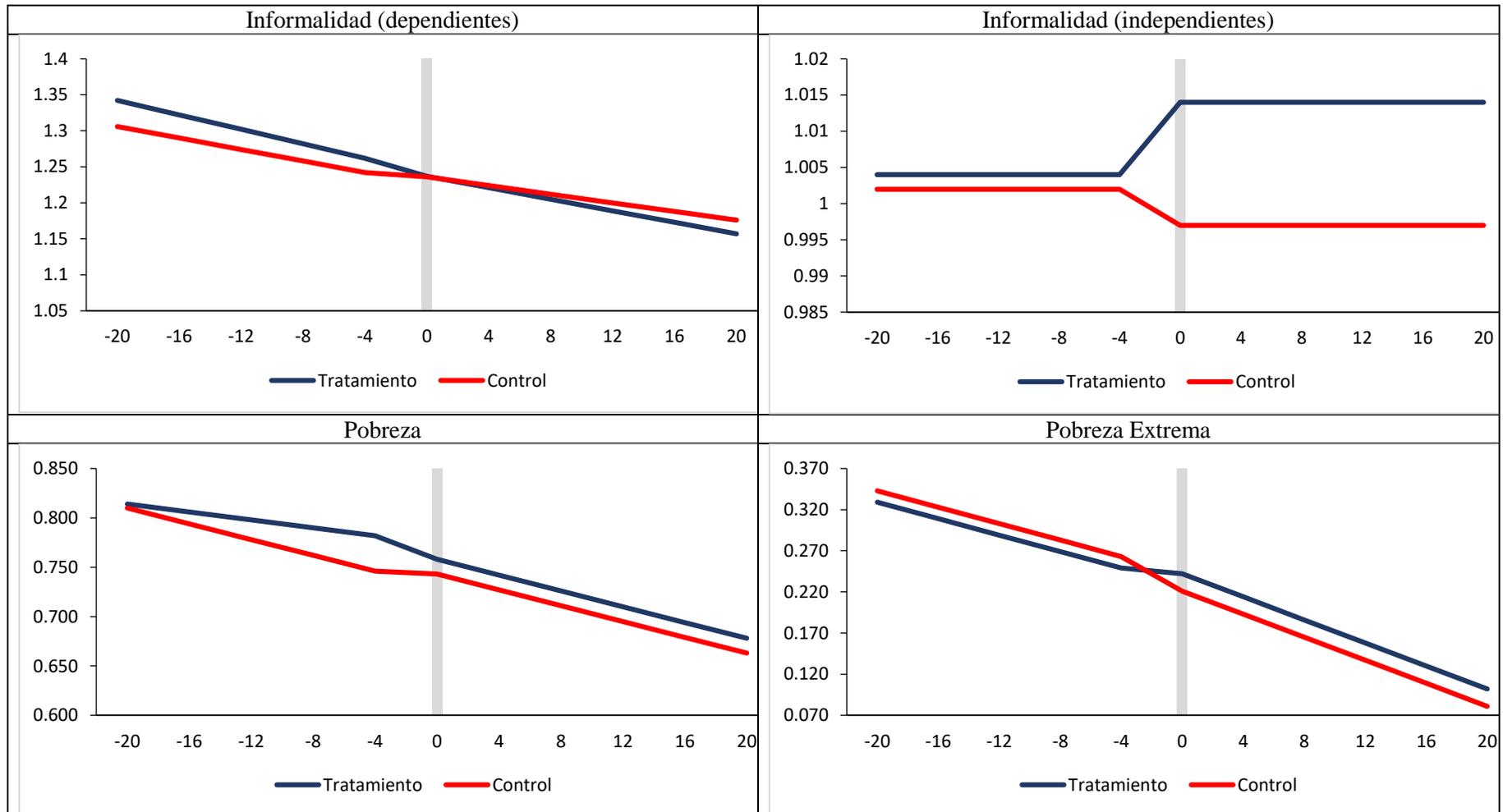
Anexo 7. Construcción semiparamétrica de las series de salarios y horas trabajadas



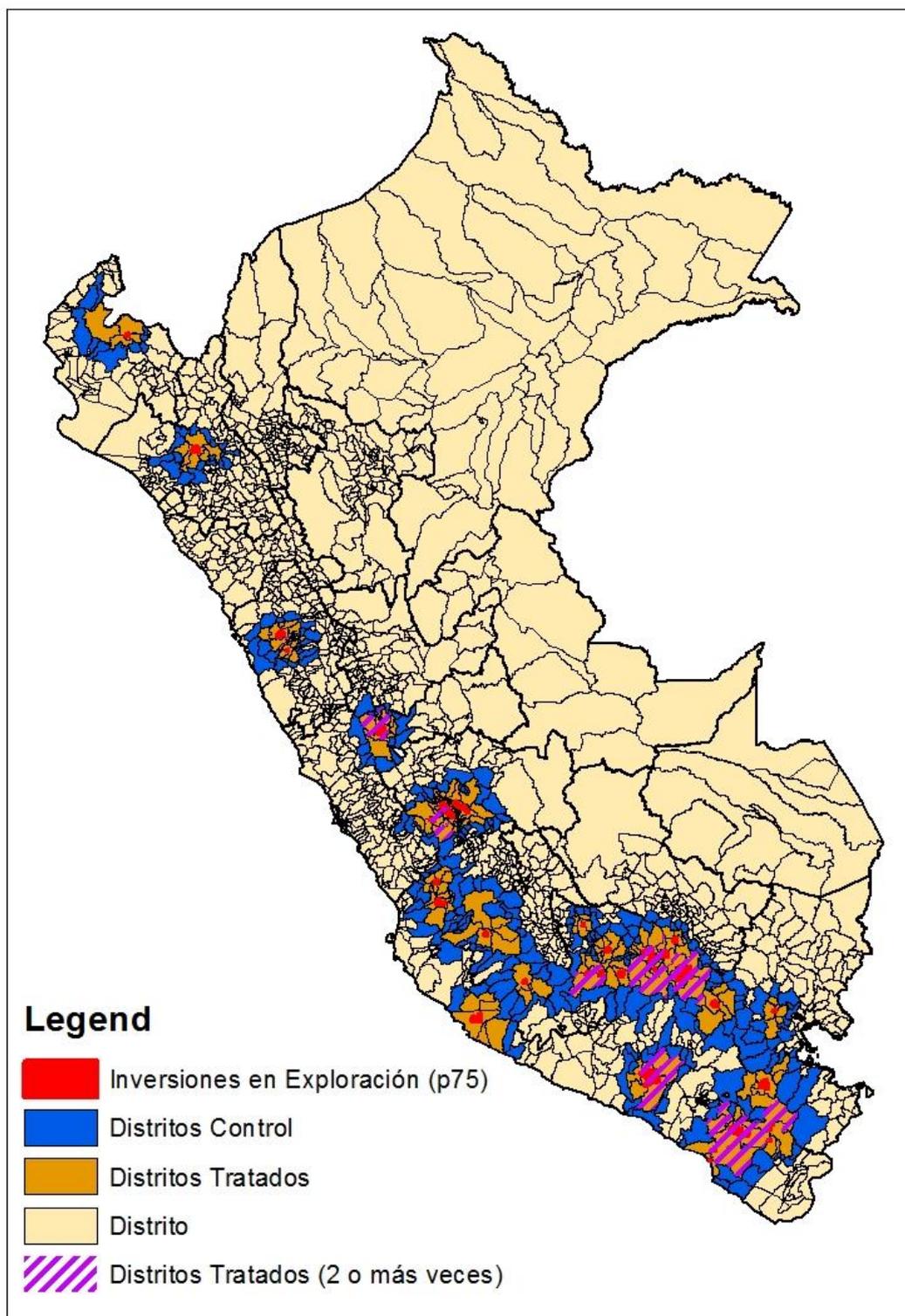
Anexo 8. Construcción semiparamétrica de las series de alquiler y medidas de salud



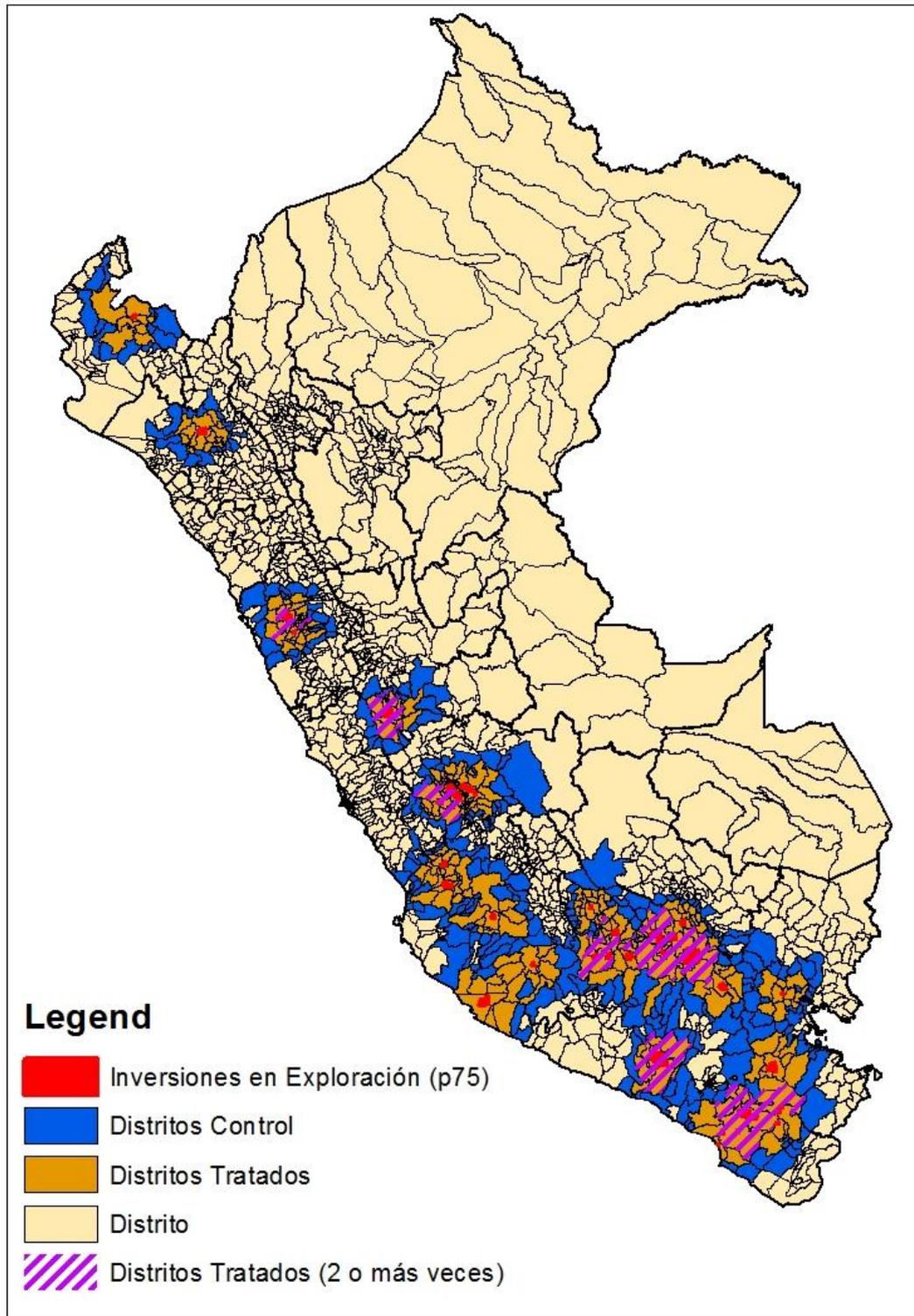
Anexo 9. Construcción semiparamétrica de las series de informalidad y pobreza



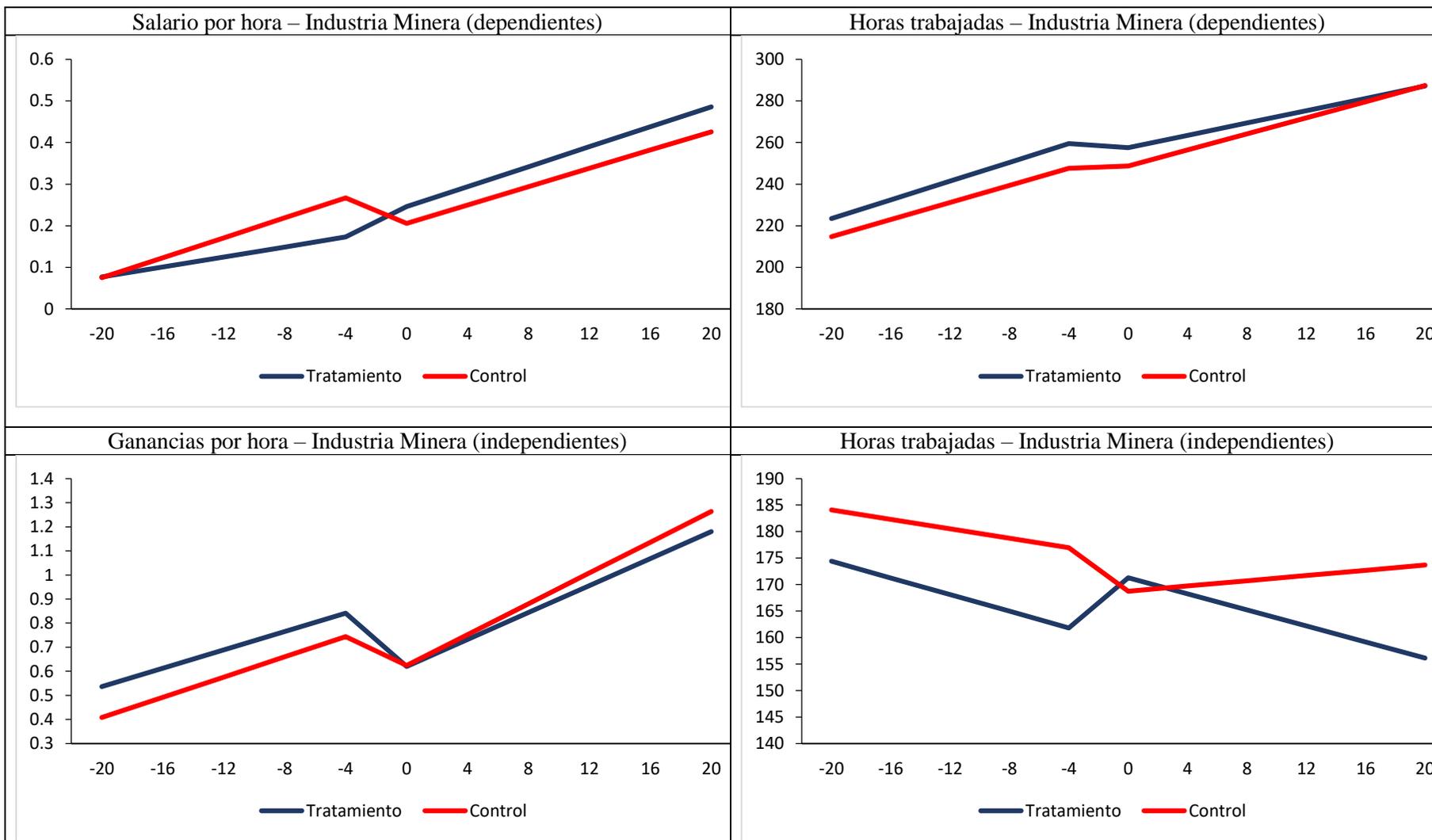
Anexo 10. Mapa de las grandes inversiones en exploración y las respectivas áreas de tratamiento y control (10 km)



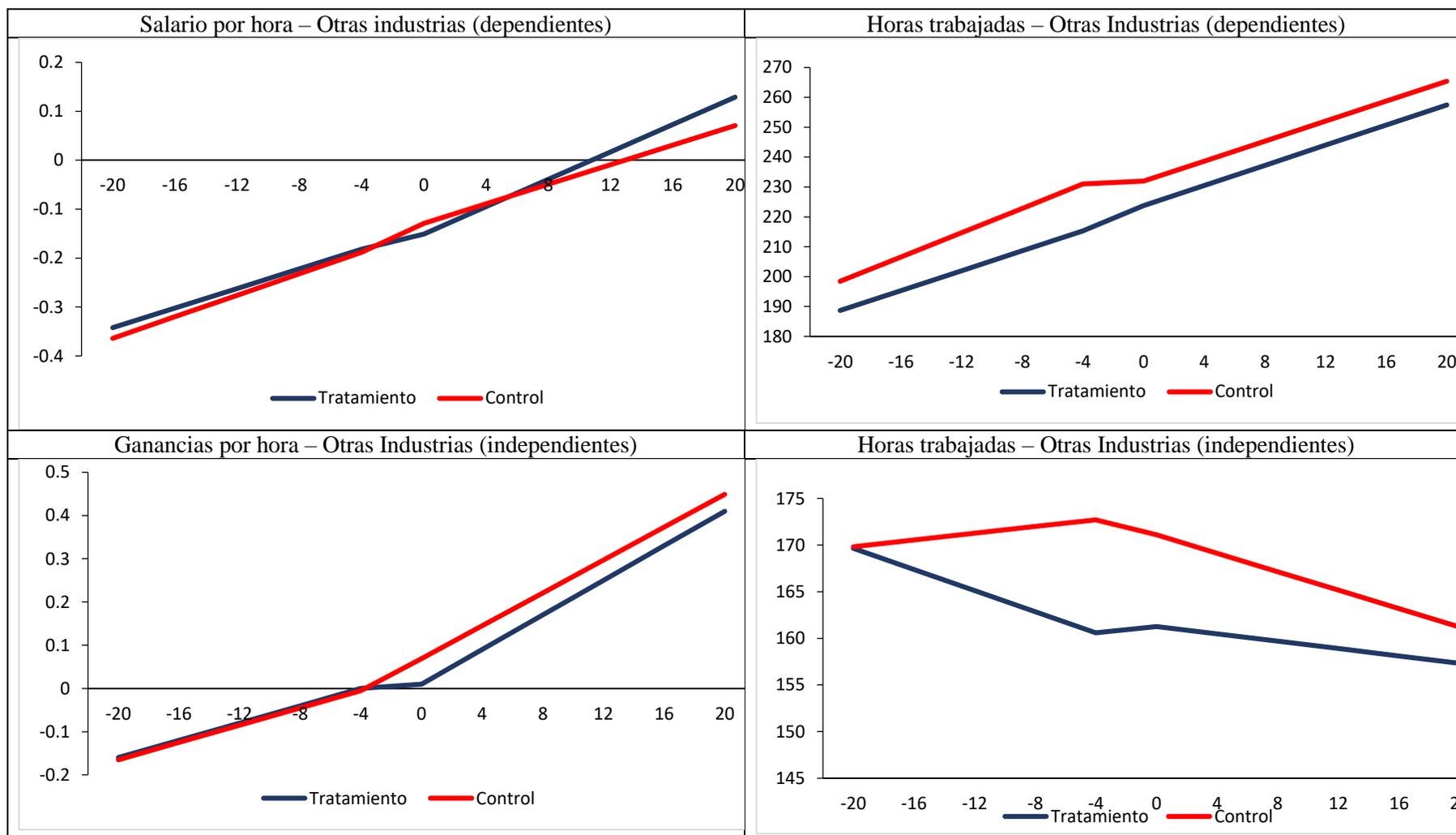
Anexo 11. Mapa de las grandes inversiones en exploración y las respectivas áreas de tratamiento y control (20 km)



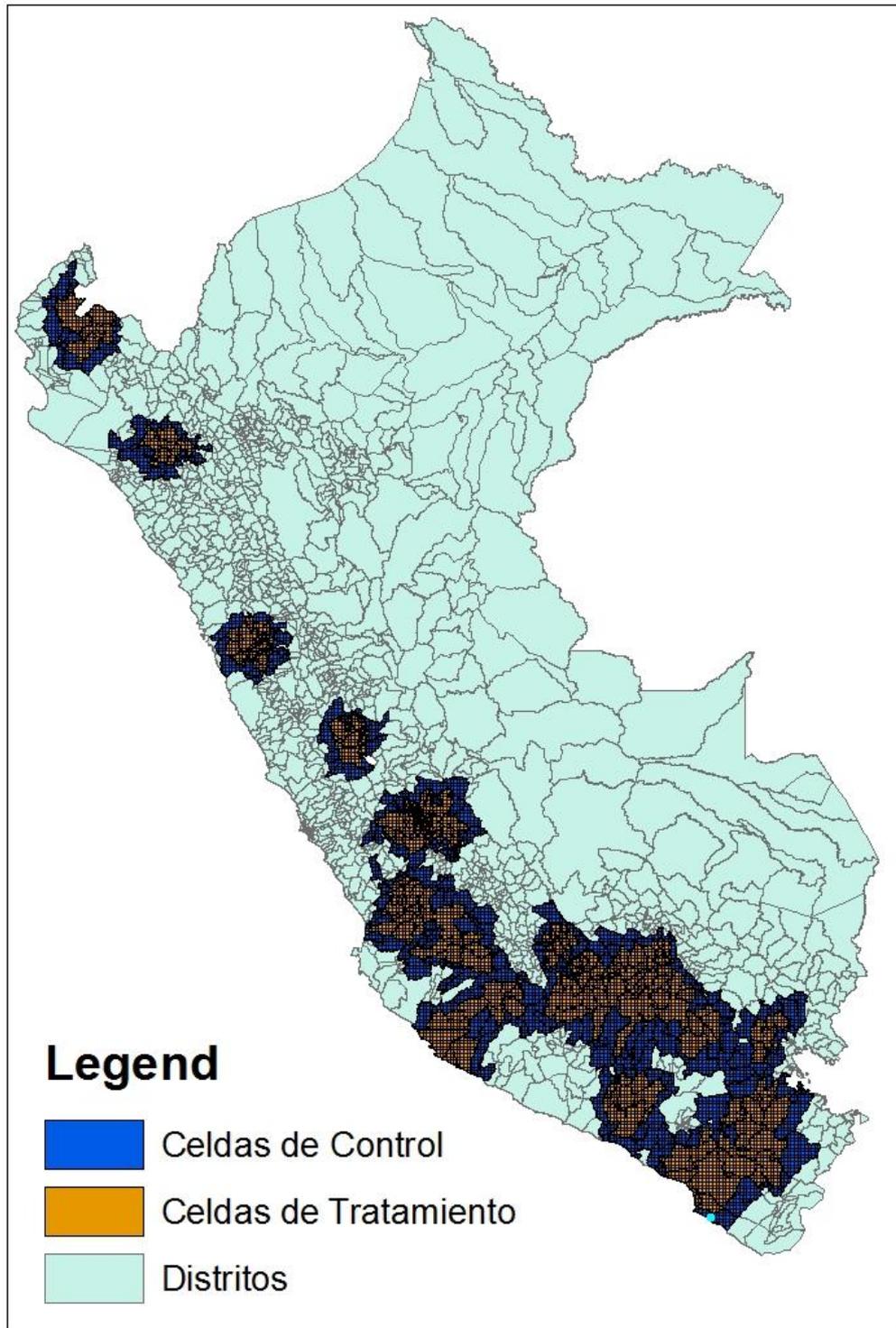
Anexo 12. Construcción semiparamétrica de las series de salarios y horas trabajadas para los trabajadores del sector minero



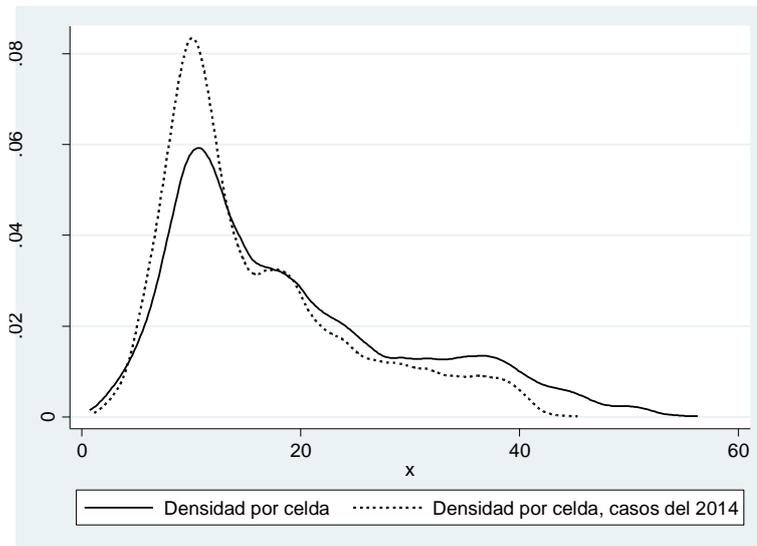
Anexo 13. Construcción semiparamétrica de las series de salarios y horas trabajadas para los trabajadores de otros sectores



Anexo 14. Mapa de las celdas de control y tratamiento



Anexo 15. Función de distribución de la densidad de caminos por celda para los años 2014, 2015 y 2017



Anexo 16. Función de distribución de la intensidad de la luz por celda, condicionado a valores positivos, estandarizada, para los años 2014, 2015 y 2017

