

Prospectiva de la industria del cobre en el Perú: Escenarios al 2040

Autores: Gonzales, Billy Francisco*; Sánchez Tafur, Betsy Juliana del Carmen; Acevedo Flores, Amparito Gianina; Gutiérrez Rodríguez, Leonel Alejandro; Hernández Cenzano, Carlos

Contacto: *b.gonzales@pucp.edu.pe

País: Perú

Resumen

El cobre es uno de los minerales que tiene mayor impacto e importancia en la economía peruana, debido a que es el principal producto de exportación del país y el segundo a nivel mundial, además de ser uno de los principales motores de crecimiento económico. Este metal de color rojizo es un recurso estratégico para la economía peruana porque genera ingresos significativos en divisas y empleo en la industria minera. La explotación y exportación del cobre en el país ha contribuido al desarrollo de infraestructuras y servicios y también ha impulsado el crecimiento de otras industrias complementarias. En este contexto, esta investigación tiene el objetivo de explorar los posibles escenarios de la industria del cobre en el Perú hacia el año 2040, con la finalidad de motivar a los actores fiscalizadores y regionales del país a asumir el desafío de la construcción de un futuro económico y ambientalmente sostenible. La metodología del estudio es cuantitativa – cualitativa, cuantitativa por las técnicas aplicadas para recoger la información base y cualitativa debido a la revisión e interpretación de tendencias, siendo la prospectiva y la vigilancia tecnológica métodos complementarios. Sobre esta base, a partir de la búsqueda y análisis retrospectivo de la información relevante del sector de la minería y del cobre en el país, además haciendo uso del método Delphi se identificaron y validaron veintitrés (23) drivers; para posteriormente definir ocho (8) drivers claves para la construcción de ocho (8) escenarios futuros, de los cuales solo cinco (5) fueron considerado posibles, los mismos que fueron evaluados. Finalmente, a través del método del backcasting se propuso la estrategia a seguir para alcanzar el escenario - meta “Potencial minero nacional” dentro del horizonte temporal definido.

Palabras clave: cobre; minería; prospectiva tecnológica; vigilancia tecnológica; escenarios futuros.

1. Introducción

La industria del cobre ha sido un sector pionero en la adopción de tecnologías de vanguardia e innovadoras, perfilando su desarrollo tanto en la producción como en la aplicación del cobre. Entre los avances tecnológicos y las innovaciones más destacadas en el sector del cobre, se incluyen las técnicas de fundición y refinación del procesamiento del mineral, la incorporación del cobre y sus derivados en la electrónica y la construcción, y las estrategias de reciclaje. Estos avances han redefinido la eficiencia y la sostenibilidad de la producción de cobre, extendiendo su utilidad a una multitud de sectores. En Perú, esta industria se ha consolidado como uno de los pilares fundamentales de la economía, presentando un crecimiento notable en los últimos años, alberga significativos yacimientos de este valioso mineral en la imponente cordillera de los Andes. Posicionándose como el segundo productor mundial de cobre, sólo superado por Chile.

La dinámica de la industria del cobre en Perú se encuentra en manos de prestigiosas corporaciones mineras internacionales, entre las que destacan Antamina, Southern Copper Corporation y Freeport-McMoRan, responsables de la operación de los principales yacimientos de cobre en el país. La producción de cobre peruana ha demostrado una tendencia ascendente sostenida en los últimos años, alcanzando las

229 990 TMF en septiembre de 2022, lo que supone un incremento notable del 13,5% en comparación con lo alcanzado en septiembre 2021 (Chacón, 2022). No menos importante es el papel que juega la industria del cobre como impulsora del desarrollo infraestructural y comercial en Perú, las empresas mineras han realizado inversiones significativas en la edificación de carreteras, puertos y aeropuertos, facilitando así el transporte de productos y la movilidad laboral, lo que a su vez ha estimulado el crecimiento económico de las regiones aledañas a las minas.

Pese a su importancia estratégica, la industria del cobre en Perú también se ve confrontada a desafíos de envergadura en los ámbitos de la gestión ambiental y social. La actividad minera, por su propia naturaleza, puede generar repercusiones negativas en el entorno y las comunidades locales. Por ello, es imprescindible que las empresas mineras adhieran a elevados estándares de responsabilidad social y ambiental. Esta adhesión no solo garantiza el bienestar de las comunidades, sino que también asegura la sostenibilidad a largo plazo de la industria, equilibrando el crecimiento económico con la preservación del medio ambiente y la armonía social. En ese sentido, esta investigación tiene como objetivo identificar las principales variables y tendencias que generarán un mayor impacto sobre la industria minera del cobre para definir los escenarios futuros de la industria del cobre en el Perú hacia el año 2040. A partir de estos escenarios, se busca formular estrategias eficaces para alcanzar una visión deseada para esta industria en el año 2040, equilibrando productividad, sostenibilidad y responsabilidad social.

2. Metodología

La metodología empleada en este estudio se basó en un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo. Se adoptaron las metodologías sugeridas por Godet et al., (2000) y Ortega (2013) para desarrollar un estudio prospectivo con un enfoque de *Foresight*. La metodología se desglosó en las siguientes etapas (Tabla 1):

TABLA 1. Etapas del estudio de prospectiva

Etapa:	Descripción
Exploración del entorno	Se procedió a la identificación de los drivers clave y se establecieron los vértices de análisis
Validación de drivers	Se utilizó el Método Delphi para validar estos drivers
Identificación de tendencias	Se elaboró una matriz para correlacionar las tendencias con los drivers identificados
Ejes de Schwartz	Se realizó la categorización de los drivers en función de su relevancia e incertidumbre
Análisis estructural	Se llevó a cabo el análisis de los drivers del cuadrante III de los ejes de Schwartz, enfocándose en su dependencia
Ejes de incertidumbre	Se procedió a la identificación de los ejes de incertidumbre
Definición de escenarios	Se desarrolló la caja morfológica y se realizó la valoración Probabilidad, Deseabilidad y Gobernabilidad (PDG) de los escenarios
Estrategias para el futuro	Se diseñaron estrategias mediante el método de <i>Backcasting</i> con el objetivo de alcanzar el escenario elegido

Fuente: Elaboración propia.

3. Análisis retrospectivo y vigilancia tecnológica

De acuerdo con el Boletín Estadístico Minero Peruano durante el periodo 2021-2022 se reportó un incre-

mento en la producción de metales: 12.7% en cobre, 4.5% en oro, 14.7% en estaño y 0.2% en molibdeno (MINEM, 2022). La producción nacional ascendió a 199 mil toneladas, atribuibles en su mayoría a las principales empresas de extracción de cobre en el país: Compañía Minera Antamina S.A., Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. y Minera Las Bambas S.A. (MINEM, 2022). En contraposición, durante 2020 la producción global de la materia prima del cobre experimentó una disminución del 1.96% en comparación con 2019 en consecuencia del impacto de la pandemia de COVID-19 (GIZ 2021). En Perú, durante el mismo periodo, la disminución fue del 23%, reduciéndose a 250 mil toneladas. A pesar de esto, la producción mundial de cobre refinado registró un aumento del 2.04% en 2020. El Anuario Minero 2020, Minem (2020) señala que las interrupciones causadas por la pandemia de COVID-19 impactaron de manera significativa la producción de cobre en Perú en una reducción del 12.4% respecto al año 2019.

Perú se distingue por ser el segundo productor de cobre a nivel mundial y posee un potencial significativo de extracción, las reservas conjuntas de Perú y Chile ascienden a 870 millones de toneladas según el Servicio de Prospección Geológica de los EEUU (Copper Alliance, s.f.). En Perú, el sector de la minería y metales representa más del 10% del PBI mientras que en Chile alcanza el 11.5%, lo que se traduce en ingresos de 13.05 y 33.4 miles de millones de dólares respectivamente (GIZ, 2021). Los principales destinos de exportación son China con un 75.6%, Japón con un 7.0% y EEUU con un 3.9% (Minem, 2022). Respecto al precio actual del cobre, para abril de 2022, este se ubica en un promedio de USD 3,98, con fluctuaciones mínimas de USD 0,01, evidenciando así una tendencia de estabilidad en el tiempo.

Pese a la importancia del cobre, existe una notable brecha en cuanto a la investigación sobre patentes relacionadas con este tema, tanto en Perú como en el resto del mundo. En términos de investigación, una búsqueda exploratoria que incluyó los siguientes descriptores (TITLE-ABS- KEY (copper) AND TITLE-ABS-KEY (industry)) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022)) en Scopus (Elsevier, 2023), reveló la existencia de 1844 documentos para el 2022, con China y su comunidad científica liderando la producción, representando el 68% de estos artículos. Este hecho aporta una valiosa perspectiva para entender por qué China es el principal importador de cobre peruano, gracias a su notable capacidad de transformación y su enfoque en la aplicabilidad del metal. Durante el periodo 2015-2020, se observó un pico en la investigación en torno al cobre, con un énfasis particular en las tecnologías dirigidas a mejorar la productividad del sector, en la búsqueda se identificó también que Perú no cuenta con patentes registradas ni publicaciones relacionadas con la industria del cobre.

4. Resultados

Siguiendo la metodología de prospectiva delineada anteriormente, se realizó una evaluación exploratoria del entorno para determinar los principales impulsores (o 'drivers') en base a siete vértices de análisis: Económico (E), Tecnológico (T), Político (P), Ambiental (A), Organizacional (O), Gobernanza (G) y Social (S). Esta fase inicial permitió identificar 17 drivers primarios. Posteriormente, se procedió a identificar las tendencias más relevantes que podrían influir en el desarrollo tecnológico a nivel global. Según el Ceplan (2017), las principales tendencias globales y regionales con potencial para afectar la industria minera del cobre en Perú hacia 2040 son las siguientes: aceleración de la urbanización (TEN1), creciente participación de los países en la economía global (TEN2), nuevas obligaciones para la actividad minera y metalúrgica (TEN3), intensificación del estrés hídrico (TEN4), pérdida acelerada de bosques tropicales y biodiversidad (TEN5), maduración de tecnologías avanzadas (TEN6) y aumento en la adopción de la automatización laboral (TEN7). Este proceso condujo a la identificación de 23 drivers finales (ver Tabla 2), que posteriormen-

te fueron validados mediante el método Delphi. La estructura de la encuesta Delphi utilizada para esta validación se ilustra en la Figura 1.

FIGURA 1. Método Delphi

Código	Tendencia	Tema: Prospectiva de la industria del cobre en el Perú - Escenarios al 2040 Por favor responda cada afirmación por separado (no pase a la siguiente afirmación sin haber completado su respuesta a la afirmación anterior)	Importancia (de la afirmación respecto al futuro de la minería del cobre en el Perú)			Experiencia (suya de la afirmación respecto al futuro de la minería del cobre en el Perú)			Periodo durante el cual el evento o desarrollo (de la afirmación) usted espera que ocurra				
			ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA	YA OCURRIÓ	2024-2032	2032-2040	MÁS ALLÁ DEL 2040	NUNCA
E1	Formalización de la minería	1. Se incrementará el porcentaje de minería formal vs la informal en un 60%	3	0	2	2	3	0	0	1	0	3	1
E2	Comercio informal	2. Se incrementará el porcentaje de comercio formal vs informal en un 30%	3	0	0	0	1	4	0	1	1	3	0

Fuente: Elaboración propia.

En el estudio se llevaron a cabo dos rondas de consulta. En la primera ronda, se consultó a cinco expertos del sector público en minería. Posteriormente, en una segunda ronda, la encuesta fue respondida por un experto de innovación minera del sector privado, además del equipo ya presente en el estudio. Los *drivers* se muestran en relación con los vértices de análisis y las tendencias en las Tablas 2 y Tabla 3, respectivamente.

TABLA 2. Drivers finales y vértices de análisis

Vértices de análisis						
E	T	P	A	O	G	S
E1: Formalización de la minería E2: Comercio informal	T1: Desarrollo de nuevos productos	P1: Estabilidad política	A1: Enfrentar la creciente escasez de	O1: Empresas productoras de cobre	G1: Supervisión y Fiscalización	S1: Demanda global del cobre
E3: Contribución al desarrollo económico E4: Promoción de la minería E5: Exportaciones de concentrado de cobre E6: Potencial Minero E7: Mercado internacional E8: Exportaciones de cátodos y productos semielaborados	T2: Capacidad tecnológica T3: Infraestructura y logística T4: Avances tecnológicos en la minería del cobre	P2: Políticas regionales P3: Asuntos regulatorios	agua y superficie A2: Preocupaciones por impacto ambiental			S2: Conflictividad social minera S3: Capital humano S4: Preocupación o impacto social

Fuente: Elaboración propia

Mediante el método Delphi se logró asignar los grados de importancia e incertidumbre de los drivers que fueron empleadas en el método de los ejes de Schwartz (Figura 2). De este modo, los encuestados evaluaron las afirmaciones de cada driver respecto a su importancia (1: baja, 2: media y 4: alta), nivel de experticia (1: baja, 2: media y 4: alta), e incertidumbre indicando el momento en que cada afirmación podría ocurrir (“ya ocurrió”, “2024-2032”, “2032-2048”, “más allá del 2040” y “nunca”).

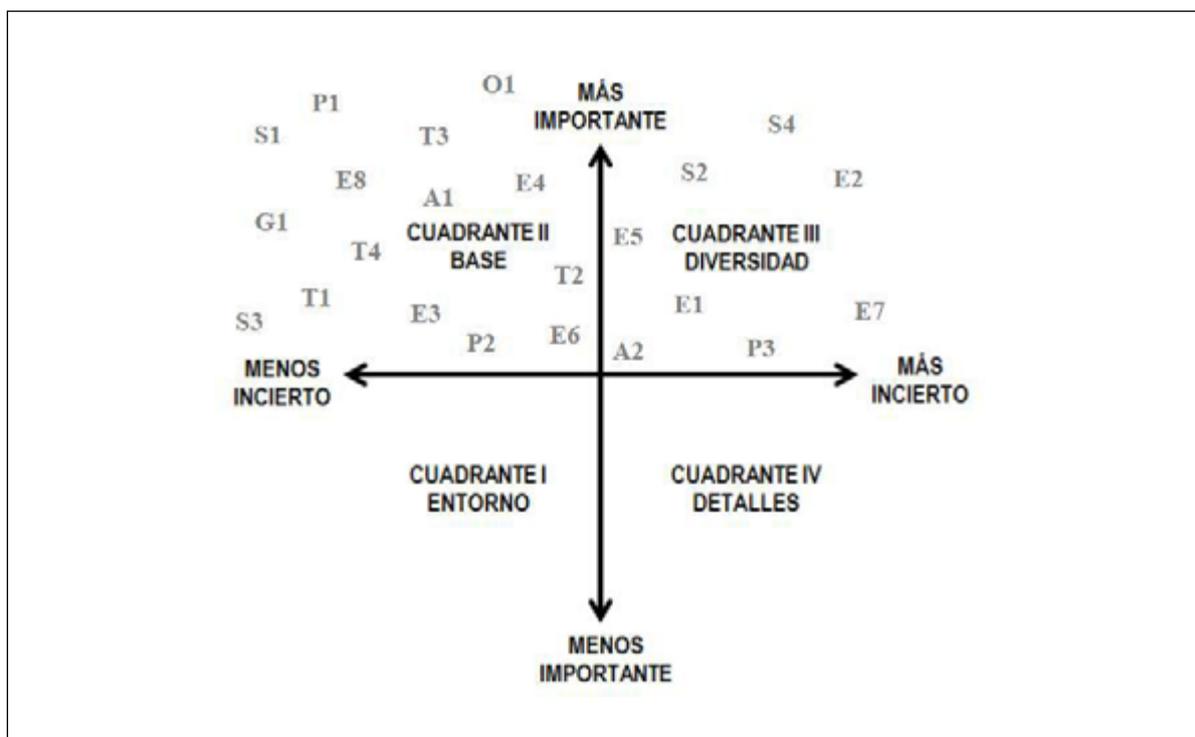
TABLA 3. Drives finales y tendencias

Vértice	Tendencias						
	TEN1	TEN2	TEN3	TEN4	TEN5	TEN6	TEN7
V1		E3 E4 E5 E6 E7 E8	E1 E2				
V2						T1 T2 T3 T4	
V3			P1 P2 P3				
V4				A1	A2		
V5		O1					
V6			G1				
V7	S4	S1	S2				S3

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la aplicación del método de Delphi, los 23 *drivers* validados fueron clasificados en los cuatros cuadrantes de los ejes de Schwartz (Incertidumbre – Importancia). La importancia se consideró negativo “-” si la puntuación general de todos los expertos era < 10 y positivo “+”, de ser \geq a 10; los 23 drivers analizados fueron positivos. Para la Incertidumbre, se consideró negativo “-” si los expertos llegaban a un consenso o más del 50% decía que se realizaría antes del 2040 y positivo “+” en el caso contrario.

FIGURA 2. Resultados del método de ejes de Schwartz



Fuente: Elaboración propia

Los *drivers* identificados en el III cuadrante (Diversidad) fueron estudiados mediante el análisis estructural (Tabla 4), dicho análisis se estableció según la dependencia (8: muy independiente; 4: dependiente; 2: medianamente dependiente; 1: poco dependiente; y 0: nada dependiente) entre los *drivers*.

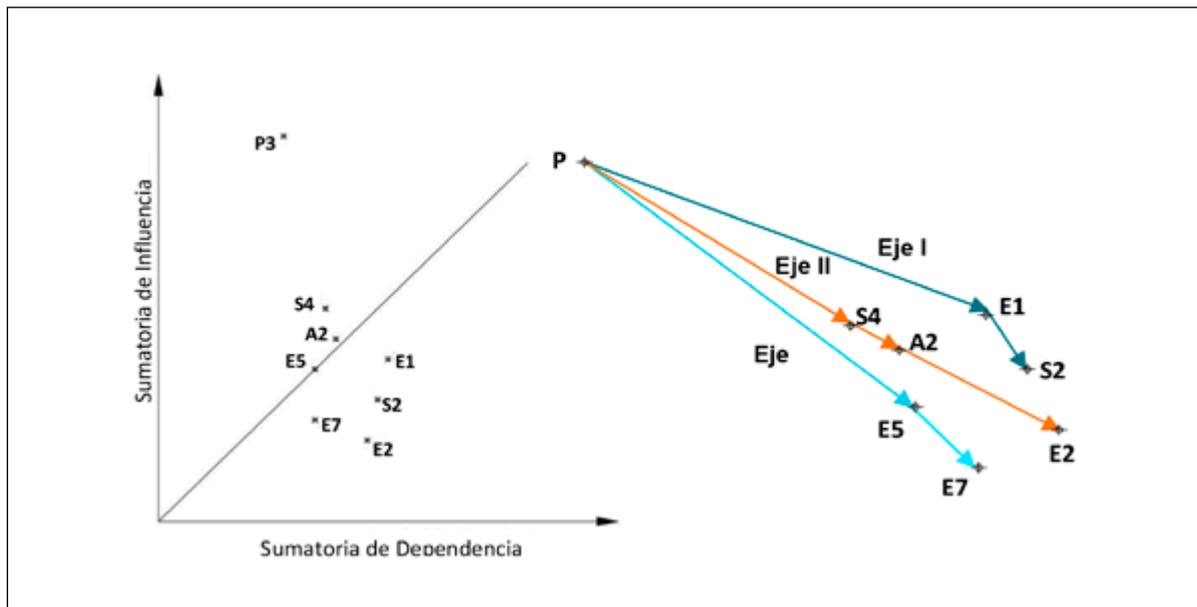
TABLA 4. Análisis estructural para drivers del cuadrante III

	E1	E2	E5	E7	P3	A2	S2	S4	Dependencia
E1		4	0	0	8	4	2	4	22
E2	8		2	0	4	2	2	2	20
E5	0	1		4	8	1	1	0	15
E7	0	0	8		4	1	1	1	15
P3	4	0	2	0		2	2	2	12
A2	1	1	1	0	2		4	8	17
S2	1	1	1	2	4	8		4	21
S4	2	1	1	4	8	0	0		16
Influencias	16	8	15	10	38	18	12	21	

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el análisis estructural se identificaron tres ejes de incertidumbre (Figura 3), que son conjuntos de drivers están fuertemente relacionados entre sí.

FIGURA 3. Ejes de incertidumbre



Fuente: Elaboración propia.

Los ejes se definieron de la siguiente manera (Tabla 5):

TABLA 5. Definición de los ejes de incertidumbre

Ejes	Definición
Eje I	Gestión de la política y la promoción de la minería buscando la formalidad de la comercialización y explotación del cobre: La formalidad se relaciona tanto con la normativa impulsada por el Estado a través de sus políticas, como con la eficacia de la regulación para supervisar y facilitar el proceso de formalización. La normativa regulatoria se debe articular con la minería y su capacidad de contribuir al Estado a través de la explotación y comercialización del cobre a escala nacional e internacional.
Eje II	Gestión de riesgos (conflictos sociales y ambientales) para el desarrollo de la minería y el aprovechamiento de sus beneficios y potencial: Los riesgos derivados de conflictos socioambientales vinculados a la minería no regulada constituyen una amenaza significativa para la agroindustria y la salud pública, debido a su profundo impacto en el medio ambiente
Eje III	Gestión de la economía y exportación del cobre y derivados: Como país con una economía fuertemente basada en la extracción de recursos, la influencia de la actividad minera en la economía peruana está intrínsecamente relacionada con la demanda internacional de materias primas y productos derivados. Estos últimos son particularmente relevantes para industrias como la electrónica y las telecomunicaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Con los tres ejes de incertidumbre definidos, se elaboró la caja morfológica de combinaciones (Tabla 7). Usando el criterio de dicotomía, se generaron ocho escenarios (2³=8).

No obstante, los escenarios 5, 6 y 7 se consideraron inconsistentes o imposibles. Los posibles escenarios fueron definidos de la siguiente manera (Tabla 6):

TABLA 6. Definición de los escenarios

Escenario	Definición
Escenario 1	El Perú, un país minero responsable: El estado peruano define los asuntos regulatorios de manera clara para que la se incremente la formalización. La población aún se encuentra preocupada por el impacto social y los beneficios de la minería. El canon minero es utilizado correctamente y las mineras son socialmente responsables. Con las nuevas reglas el comercio formal es favorecido incrementando las exportaciones del cobre por lo que el mercado nacional del cobre capta la atención del mercado internacional mejorando el impacto en el mercado internacional.
Escenario 2	Potencial minero nacional: La minería formal continúa en aumento. Las políticas regulatorias permiten que se mantenga el respeto por el medio ambiente. Las empresas formales se solidarizan con el crecimiento regional y aumentan su aceptación ante la sociedad. La demanda del cobre en el exterior se reduce por la competencia y nuevas regulaciones. China mantiene una tendencia negativa de producción de dispositivos con cobre.
Escenario 3	Promoción minera sin responsabilidad social ni ambiental: El estado promueve y facilita con políticas claras la formalización. Pero, las mineras no son socio-ambientalmente responsables lo que aumenta los conflictos con las comunidades y decae la economía del país. Aunque aumenta la demanda del cobre y sus productos derivados, las mineras pierden el foco en sus responsabilidades sociales. Lo que se traduce en un crecimiento económico ficticio.
Escenario 4	Un estado preocupado, una minería menguante: El estado se preocupa por el crecimiento económico del país e intenta ingresar en el mercado internacional del cobre con políticas de crecimiento, desarrollo y formalización minera. Las mineras aprovechan los beneficios del contexto político, pero pierde foco en su responsabilidad socioambiental, lo que promueve estallidos sociales que podrían paralizar la minería a pesar del aumento de la demanda del cobre. Esto genera el cierre de varias mineras de cobre.
Escenario 8	Aparición de materiales sustitutos: El estado se mantiene ausente sobre la formalización y regulación de la minería, lo que empeora la relación entre la minería formal con la sociedad, fomentando estallidos sociales que se intensifica por la pérdida de responsabilidad socioambiental de las mineras. La demanda internacional del cobre disminuye drásticamente por la aparición de materiales sustitutos elaborados con otros elementos más económicos con mejores características técnicas.

Fuente: Elaboración propia.

Con la identificación y descripción de los escenarios se aplicó el análisis PDG para estimar las posibilidades de construcción de futuro (Tabla 7), con una puntuación entre 1 y 5, siendo 1 el escenario que mejor personifica cada una de las tres características y 5 el que menos lo hace. Finalmente se obtiene el escenario más probable, más deseable, más gobernable según lo mencionado por Ortega, (2013).

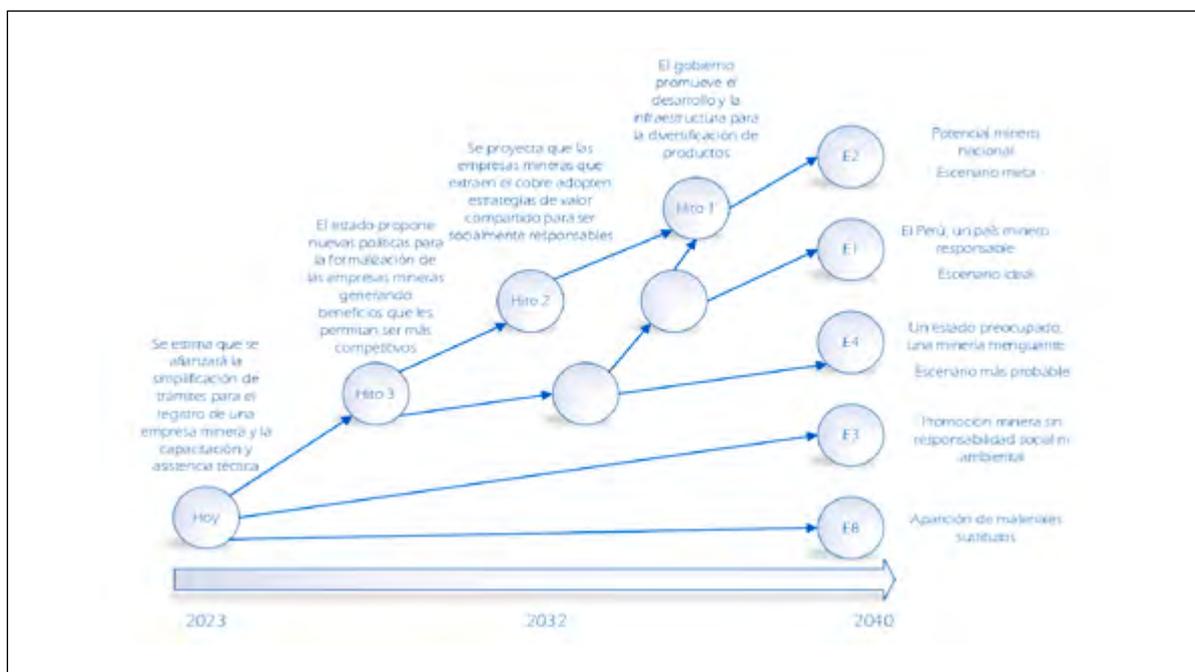
TABLA 7. Caja morfológica de combinaciones y valoración de escenarios

Escenario	Caja morfológica			Valoración de Escenarios				Condición
	Eje I	Eje II	Eje III	P	D	G	T	
1	+	+	+	12	12	7	31	Posible (ideal), (+ gobernable)
2	+	+	-	11	8	10	29	Posible (meta), (+ de deseable)
3	+	-	+	11	15	14	40	Posible
4	+	-	-	10	10	11	31	Posible, (+ deseable)
5	-	+	+					Inconsistente
6	-	+	-					Inconsistente
7	-	-	+					Inconsistente
8	-	-	-	16	15	18	49	Posible (Escenario inercial)

Fuente: Elaboración propia.

Con los escenarios analizados respecto al PDG, se construyeron estrategias mediante el método de *backcasting* (Figura 4) en el horizonte al 2040 para alcanzar el escenario meta, con hitos separados por saltos de 4 a 5 años, periodo que corresponde a los cambios de gobierno.

FIGURA 4. Definición de hitos temporales por el método de backcasting



Fuente: Elaboración propia.

Las estrategias para alcanzar el escenario meta (Tabla 8) se definen de la siguiente manera:

TABLA 8. Estrategias para alcanzar el escenario meta

Hito	Estrategias
Hito (Presente)	Se crean registros únicos para pequeñas empresas mineras sujetas a regímenes simplificados que permitan la condición de formalidad, pero en crecimiento; se propone un ente regulador que facilite el acercamiento a la tecnología y supervise el crecimiento ordenado de las pequeñas empresas mineras.
Hito 3 (2028)	Se vigila el crecimiento de las pequeñas empresas mineras, se estudia el desarrollo de sus actividades y la evolución del cumplimiento de las obligaciones propuestas para con el estado; también se estudia la relación con la sociedad y el medio ambiente
Hito 2 (2032)	Con la maduración de las empresas mineras las obligaciones con el estado aumentan, se suprime el apoyo aportado y cambian de régimen
Hito 1 (2036)	Se crean rutas para la rápida integración vial de las zonas extractivas; se aumenta la eficiencia y la flexibilidad del comercio
2040	-

Fuente: Elaboración propia.

5. Discusiones

En la etapa de la construcción de los ejes de incertidumbre se evidenció la importancia del *driver* P3 “asuntos regulatorios” resaltando el valor del rol de regulador del estado para promover el desarrollo socioeconómico del sector minero del cobre, razón por la cual, el periodo entre cada hito es de 4 a 5 años, periodo en el cual se realizan los cambios de estado y la posibilidad de la presentación, aprobación y desarrollo de políticas regionales por los cambios de gobierno.

Los resultados del estudio prospectivo del sector minero del cobre para el 2040, señalan que el escenario meta es el segundo escenario planteado, denominado “potencial minero nacional”, en el cual el estado cumple con su función de regulador y promotor de la actividad minera, un estado promotor de la formalidad y del desarrollo social de las poblaciones cercanas en donde se desarrolla la actividad minera de cobre. Es importante resaltar, que el panel de expertos prevé un desaceleramiento de la demanda internacional del cobre, esto podría ser porque el mayor importador de este mineral, China, tiene previsto que en el 2060 el 80% de su demanda de cobre provenga del reciclaje (Zhang et al. 2015). En este sentido, las industrias mineras de cobre deberían promocionar nuevos mercados del cobre mediante la I+D+i. Actualmente, existen investigaciones sobre nuevas aplicaciones del cobre en la medicina (Verma y Kumar, 2019), biotecnología (Wang et al., 2021), agricultura (Bhagat et al. 2021), alimentos (Zhang et al., 2023) y energía sostenible (Majumdar y Ghosh, 2021).

Respecto a las actividades estratégicas (Tabla 9) para alcanzar los hitos trazados (Figura 4) que permitan alcanzar el escenario meta “*potencial minero nacional*” dentro del horizonte temporal definido (2040) empleando el método de backcasting, se planteó el fortalecimiento institucional de los entes reguladores del sector minero en materia fiscal, ambiental y laboral.

TABLA 9. Estrategias para alcanzar el escenario meta

Hito	Actividades Estratégicas
Hito (Presente)	-Fortalecimiento institucional -Promoción de la inversión - Simplificación de trámites - Capacitación y asistencia técnica
Hito 3 (2028)	-Promoción de la competitividad - Promoción de la responsabilidad social
Hito 2 (2032)	-Promoción de la inversión - Fortalecimiento de la infraestructura - Diversificación de productos - Implementación de políticas sostenibles
Hito 1 (2036)	-Apoyo de la promoción comercial - Fortalecimiento del sector energético
2040	-

Fuente: Elaboración propia.

Otra actividad estratégica destacada es la promoción de la inversión mediante programas o leyes de reducción de impuestos por exploración. La simplificación de trámites con apoyo de las tecnologías de la información y comunicación podría ser una estrategia que fomente la regularización de diversos trámites de formalización. Finalmente, otras actividades estratégicas planteadas fueron la capacitación y asistencia técnica, la promoción de la competitividad con responsabilidad social, el fortalecimiento de la infraestructura, la diversificación de productos, el apoyo a la promoción comercial, el fortalecimiento del sector energético y la implementación de políticas sostenibles.

6. Conclusiones

La metodología de prospectiva sugerida permite abordar de manera estructurada los distintos futuros posibles relacionados al cobre en el Perú. Además, limita el rango de futuribles, posibilitando la creación y búsqueda de estrategias basadas en la investigación para alcanzar el futuro óptimo o el escenario objetivo, se debe tener en cuenta que a medida que se avanza en el estudio, pueden surgir cambios en el entorno que influyan directa o indirectamente en alguna de las variables o escenarios estudiados, estos cambios deben ser previstos y analizados, ya que el futuro es intrínsecamente incierto y en constante evolución.

Del método Delphi que fue usado para realizar la consulta a expertos, se concluye que las principales mineras ya apuestan por tecnologías de desarrollo e innovación relacionadas al cobre, su producción, derivados y según afirman los expertos, los resultados se verán mucho antes del 2040. El estudio permite concluir que una buena política de asuntos regulatorios y la normativa de control es el eje neurálgico para el crecimiento de la minería de cobre en el Perú, ya que articula los tres ejes de incertidumbre al ser sumamente influyentes para la formalización de la explotación y comercialización del cobre, así como para la gestión de riesgos (sociales y medioambientales) y para la exportación del Cobre, que actualmente se realiza en su mayoría como concentrado sin mayor transformación que la del mineral chancado. Es recomendable profundizar y expandir la investigación sobre las posibilidades tecnológicas asociadas al cobre, su refinamiento y productos derivados, así como explorar más a fondo los mercados de la minería en América Latina.

Referencias bibliográficas

- Bhagat, M., Anand, R., Sharma, P., Rajput, P., Sharma, N. y Singh, K. (2021). Review— Multifunctional Copper Nanoparticles: Synthesis and Applications. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 10(6), 063011. <https://doi.org/10.1149/2162-8777/ac07f8>
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (2017). *PERÚ 2030: TENDENCIAS GLOBALES Y REGIONALES. FICHAS DE TENDENCIAS*. www.ceplan.gob.pe
- Chacon, T. (2022). *Crece producción de cobre en setiembre por Antamina, Cerro Verde, Chinalco y Marcobre*. Rumbo Minero. <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/cobre-antamina-cerro-verde-chinalco-marcobre/>
- Copper Alliance (s.f.). *Copper Demand and Long-Term Availability*. <https://copperalliance.org/es/resource/copper-demand-long-term-availability/>
- Elsevier (2023). <https://www.scopus.com/search/form.uri?zone=TopNavBar&origin=sbrowse&display=basic#basic>
- German Agency for International Cooperation [GIZ]. (2021). *Estudio comparativo de las políticas públicas de encadenamientos productivos del cobre en Chile, el Ecuador y el Perú*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47363>
- Majumdar, D. y Ghosh, S. (2021). Recent advancements of copper oxide based nanomaterials for supercapacitor applications. *Journal of energy storage*, 34, 101995. <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.101995>
- Ministerio de Energía y Minas [MINAM] (2022). *Boletín estadístico minero*. Edición N.º 01- 2022 Según ESTAMIN. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/>
- Ministerio de Energía y Minas (2020). *Anuario Minero 2020, Ministerio de Energía y Minas* (1ª ed.). <https://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=1&idPublicacion=634>
- Ortega San Martín, F. (2013). *Prospectiva empresarial: Manual de "corporate foresight" para América Latina* (1ª ed.). Colección Textos universitarios. Lima: Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Verma, N. y Kumar, N. (2019). Synthesis and Biomedical Applications of Copper Oxide Nanoparticles: An Expanding Horizon. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 5(3), 1170-1188. <https://doi.org/10.1021/acs-biomaterials.8b01092>
- Wang, P., Yuan, Y., Xu, K., Zhong, H., Yang, Y., Jin, S., Yang, K. y Qi, X. (2021). Biological applications of copper-containing materials. *Bioactive Materials*, 6(4), 916-927. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2020.09.017>
- Zhang, L., Cai, Z., Yang, J., Yuan, Z. y Chen, Y. (2015). The future of copper in China—A perspective based on analysis of copper flows and stocks. *Science of The Total Environment*, 536, 142-149. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.021>
- Zhang, W., Roy, S. y Rhim, J. (2023). Copper-based nanoparticles for biopolymer-based functional films in food packaging applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13136>