



VIGILANCIA TECNOLÓGICA y ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS TECNOLÓGICAS:

*“RECUPERACIÓN DE AGUA DE PRESAS DE
JALES PARA SU REUTILIZACIÓN EN
OPERACIONES MINERAS”*

MC. Daniel Barrón Pastor
MIIB Norma García Calderón
LIQ Yolanda Patricia Méndez Torres
LIQ Martha Lizeth Luna Segura



**OBSERVATORIO
TECNOLÓGICO**



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE INVESTIGACIÓN
CIÉNTIFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.

IPICYT

Daniel Barrón Pastor, Norma García Calderón, Yolanda Patricia Méndez Torres y Martha Lizeth Luna Segura (2016) Vigilancia tecnológica y análisis de trayectorias tecnológicas: Recuperación de agua de presas de jales para su reutilización en operaciones mineras. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.

La reproducción o traducción de esta obra requiere permiso por escrito de la institución que lo edita. Pueden reproducirse pequeños fragmentos del texto o figuras aisladas, siempre que se den los créditos correspondientes a los autores y a la edición correspondiente.

© Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.
Camino a la Presa San José 2055, Col Lomas 4ª sección. CP 78216
San Luis Potosí, SLP, México
<http://www.ipicyt.edu.mx/>

Primera edición: Diciembre 2016.

ISBN de la edición impresa: 978-607-96994-4-4

ISBN de la edición en pdf: 978-607-96994-5-1

El presente estudio forma parte de los esfuerzos realizados en el marco del proyecto “Análisis, diagnóstico y desarrollo de estrategias para el aprovechamiento sostenible de agua y energía en la industria minera, con un enfoque multidisciplinario y formación de recursos humanos en Ciencias de la Tierra”, coordinado por el Instituto de Metalurgia de la UASLP y financiado por el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a quienes agradecemos su apoyo.



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	6
RESUMEN EJECUTIVO	3
Objetivo de la vigilancia tecnológica:	3
Principales hallazgos de la vigilancia tecnológica	3
Análisis de trayectorias tecnológicas	7
Diversidad en el origen del efluente a tratar	11
Propósito de la invención	12
¿QUÉ ES UNA VIGILANCIA TECNOLÓGICA?	19
Protección de tecnología por patentes y estrategias de uso	21
El papel de la minería en la economía de México	25
INTRODUCCIÓN TÉCNICA	31
Etapas de un proyecto minero	31
¿Qué es una presa?	32
¿Qué es una Presa de jales?	34
Ciclo de vida de una presa de jales	35
Problemática ambiental	39
Tratamientos pasivos de agua de mina	41
Gestión de jales mineros	42
Pasos a seguir en el manejo de jales	43
Gestión del agua en minería	45
Balance hídrico	47
Fases operacionales en el ciclo de vida de una mina	48
Recursos hídricos	51
VIGILANCIA TECNOLÓGICA	54
Objetivo	54
Reportes de Búsquedas de patentes temáticas y específicas	55
Análisis de Patentes directamente relacionadas a tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales	58

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO	58
a. ¿Cuándo se han registrado las patentes?	58
b. ¿Dónde se está inventando la tecnología?	59
c. ¿Dónde se está protegiendo la tecnología?	60
d. ¿Quién está desarrollando la tecnología?	63
ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS TECNOLÓGICAS	66
Diversidad de efluentes a tratar	70
Aplicación principal de la invención	73
PATENTES Y SOLICITUDES EN MÉXICO	80
JALES	81
RELAVES	88
ANEXO 1. INSTRUCCIONES DE USO DE MATRICES DE ANÁLISIS DE PATENTES	91
Bibliografía	93

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Patentes por año de solicitud</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Patentes por país de origen</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3 Patentes por país de publicación</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4 Distribución de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5 Distribución de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6 Diversidad del origen de los efluentes mencionados en los documentos de patente analizados</i>	<i>12</i>
<i>Figura 7 Propósito de la invención</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8 Naturaleza de los procesos identificados en los documentos de patente.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 9 Tipos de procesos/operaciones identificados</i>	<i>17</i>
<i>Figura 10 Proceso de Vigilancia tecnológica según NMX-GT004IMNC 201020</i>	
<i>Figura 11 Máscara de Xipe Totec (Palacio de Minería de la UNAM)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12 Trabajadores mineros de la Nueva España, por Thomas Gage. ..</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13 Principales estados con producción minera en México</i>	<i>27</i>
<i>Figura 14 Producción minera en México.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 15 Presencia de empresas nacionales y extranjeras dentro de la industria minera en México</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16 Ciclo de vida de una mina</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17 Ciclo de vida de una presa de jales.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 18 Balance hídrico en una presa de jales</i>	<i>47</i>
<i>Figura 19 Fases operacionales en el ciclo de vida de una mina</i>	<i>49</i>
<i>Figura 20. Etapas de gestión hídrica en minas</i>	<i>50</i>
<i>Figura 21. Tipos de recursos hídricos</i>	<i>51</i>
<i>Figura 22. Resultados de la búsqueda en las bases de datos de patentes y solicitudes de patente.</i>	<i>55</i>

Figura 23. Procedimiento de búsqueda y filtrado de patentes.....	57
Figura 24. Patentes por año de solicitud	58
Figura 25. Patentes por país de solicitud de prioridad.....	59
Figura 26. Patentes por país de publicación	60
Figura 27 Distribución general de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes.....	67
Figura 28 Distribución de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes.....	69
Figura 29 Materia sobre la que es aplicable la invención descrita en los documentos de patente.....	70
Figura 30 Diversidad del origen del efluente a tratar	72
Figura 31 Diversidad del origen del efluente a tratar (II)	73
Figura 32 Propósito de la invención.....	74
Figura 33 Naturaleza de los procesos identificados en los documentos de patente.....	77
Figura 34 Tipo de operación identificada en los documentos de patente.	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Patentes de prioridad Vs extranjeras publicadas.....	7
Tabla 2 Resultados de la búsqueda en bases de datos de patentes y solicitudes de patente.	56
Tabla 3. Patentes de prioridad Vs extranjeras publicadas.....	62
Tabla 4 Patentes por identidad del solicitante.....	63
Tabla 5 Patentes por identidad del inventor	64
Tabla 4 Patentes y solicitudes registradas en México.....	80



VIGILANCIA TECNOLÓGICA y ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS TECNOLÓGICAS:

*“RECUPERACIÓN DE AGUA DE PRESAS DE
JALES PARA SU REUTILIZACIÓN EN
OPERACIONES MINERAS”*

**MC. Daniel Barrón Pastor
MIIB Norma García Calderón
LIQ Yolanda Patricia Méndez Torres
LIQ Martha Lizeth Luna Segura**

PRESENTACIÓN

La historia de la humanidad está directamente relacionada a nuestra capacidad de utilizar y transformar los minerales: Tras una larga edad de piedra, hace alrededor de 5 mil años comenzamos la edad de los metales (cobre, bronce y hierro), los cuales son piezas clave en el proceso de la revolución industrial y hasta nuestros días. Durante el siglo XX y lo que va del XXI, la producción y consumo de metales ha crecido y crecerá enormemente a nivel global. El crecimiento en el consumo ha sido y será provocado por la expansión de la población global, sus aspiraciones a una mayor calidad de vida, la urbanización, el crecimiento económico, los cambios de base económica y tecnológica, etc. El desarrollo de la capacidad de producción de metales a nivel global, además de la demanda en el mercado, ha estado y estará ligada al número, tamaño y estabilidad laboral de las operaciones mineras en cada región del mundo; la ley y reservas de cada uno de los yacimientos explotados, el precio de mercado y, el incremento en las capacidades tecnológicas utilizada en los procesos mineros y metalúrgicos para poder ampliar la producción a costos económicos y ambientales cada vez menores, con mayor seguridad laboral y de las inversiones involucradas. El factor tecnológico es el objetivo del estudio que se presenta en esta serie de publicaciones “Colección Observatorio tecnológico del IPICYT- FORDECYT Minería sustentable” que consta de dos volúmenes:

- a) Vigilancia y análisis de trayectorias tecnológicas en molinos de bolas en operaciones minero-metalúrgicas.
- b) Vigilancia y análisis de trayectorias tecnológicas en tratamiento y re- uso de aguas de presas de jales en operaciones minero-metalúrgicas.

En ambos volúmenes, tras el resumen ejecutivo, se presenta una introducción a la vigilancia tecnológica, desde la perspectiva del análisis de trayectorias tecnológicas; un resumen del estado de la técnica sobre el tema a abordar (molinos de bolas o tratamiento de aguas de jales), el análisis de trayectorias tecnológicas correspondiente y, el listado de patentes y solicitudes de patente registradas en México en la materia abordada en cada volumen. Todo ello para mostrar, de forma comparativa el desarrollo de opciones tecnológicas y su evolución.

Cabe señalar que este estudio fue desarrollado gracias a la convocatoria CONACYT del fondo Fomento regional para el desarrollo de la ciencia y tecnología (FORDECYT) en la demanda denominada "Impulso al desarrollo sostenible de la minería: agua y energía", a quienes agradecemos su apoyo.

RESUMEN EJECUTIVO

Objetivo de la vigilancia tecnológica:

Identificar y analizar el estado del arte sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, a través de:

- Desarrollar bases de datos de artículos científicos, libros, etc y filtrar su contenido dejando sólo documentos relevantes sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, y desarrollar una introducción técnica.
- Desarrollar bases de datos de patentes a partir de bases de patentes públicas (USPTO, EPO-Espacenet, IMPI) y filtrar su contenido dejando sólo documentos relevantes a sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales,
- Analizar las diferentes bases de datos, para identificar las tendencias tecnológicas a través de análisis bibliométrico y análisis de trayectorias tecnológicas.
- Analizar la base de datos de patentes Mexicanas, para identificar las tecnologías protegidas en México y los actores preponderantes.

Cabe señalar que la presentación de los resultados se realiza de lo general a lo particular, buscando describir la situación de desarrollo tecnológico y apropiación de tecnología sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales.

Principales hallazgos de la vigilancia tecnológica

En el presente estudio, se analizaron 3908 documentos de patente obtenidos mediante una búsqueda técnica en dos bases de datos de patentes: ESPACENET y USPTO. Estos 3908 documentos fueron analizados individualmente para identificar aquellos documentos de patente directamente relacionadas con la tecnología sobre tratamiento de aguas

de presas de jales, recuperación de minerales de los jales, remediación de las zonas que albergan presas de jales, gestión de residuos, etc. Del análisis de esta base de datos, se determinó que únicamente 620 documentos de patente están relacionados con tecnologías relacionadas con el tratamiento de efluentes de minería para su reutilización, tecnologías para remediación del entorno, o bien, tecnologías para la remoción o recuperación de los componentes del efluente contaminado.

Los 620 documentos de patente identificados han sido solicitados en el periodo 1956 - 2015; sin embargo, es a en el periodo comprendido entre 1989 - 2015 donde se han registrado la mayoría de ellas (figura 1). Esta tendencia se puede interpretar como un interés creciente tanto por la optimización del tratamiento, recuperación, y/o reutilización de agua proveniente de presas de jales, así como por la recuperación de material valioso, y la remediación del entorno que alberga presas de jales. Con la finalidad de llevar a cabo el análisis bibliométrico que mostrara el panorama global de las tecnologías alrededor de la gestión de recursos hídricos en minería y presas de jales, los 620 documentos de patente, que resultaron relevantes de la búsqueda a partir de criterios técnicos, se introdujeron en el software Patseer (Gridlogics, Inc) para obtener un listado ampliado con las familias completas de los 620 documentos de patente relevantes, obteniendo como resultado un total de 1780 documentos de patente, a partir de los cuales se llevó a cabo el análisis bibliométrico de éste campo tecnológico. De las 1780 patentes, se identificó que la mayoría de las patentes tienen como país de origen o prioridad: Estados Unidos (747), China (425), Inglaterra (132), y el resto por otros países con recursos mineros, como se muestra en figura 2. De las 1780 patentes que identificamos como directamente relacionadas con las tecnologías sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, la mayoría de las patentes

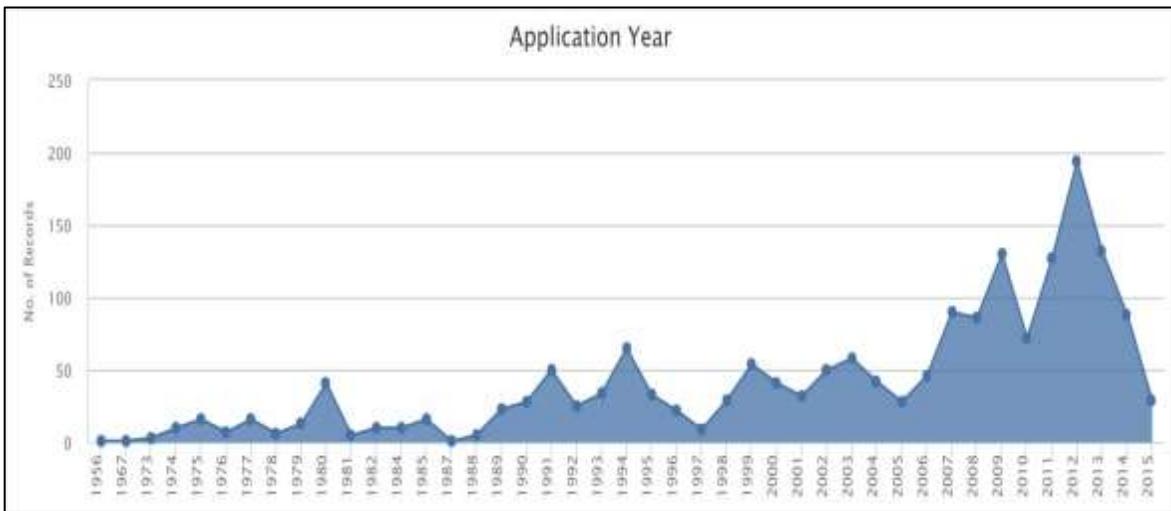


Figura 1. Patentes por año de solicitud

Priority Country

◆ #	▼ Total
US	747
CN	425
GB	132
CA	100
AU	93
ZA	82
NL	38
JP	33
BR	23
MX	20
DE	18
EP	18
RU	17
CL	10
KR	10
RS	3
ES	2
SU	2
RO	1

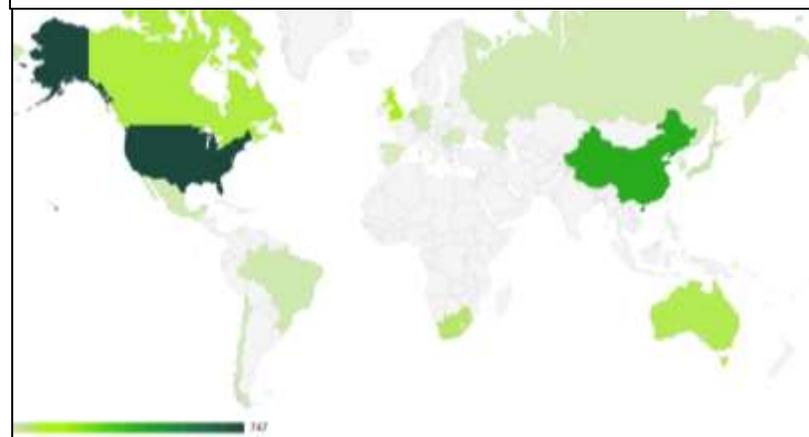
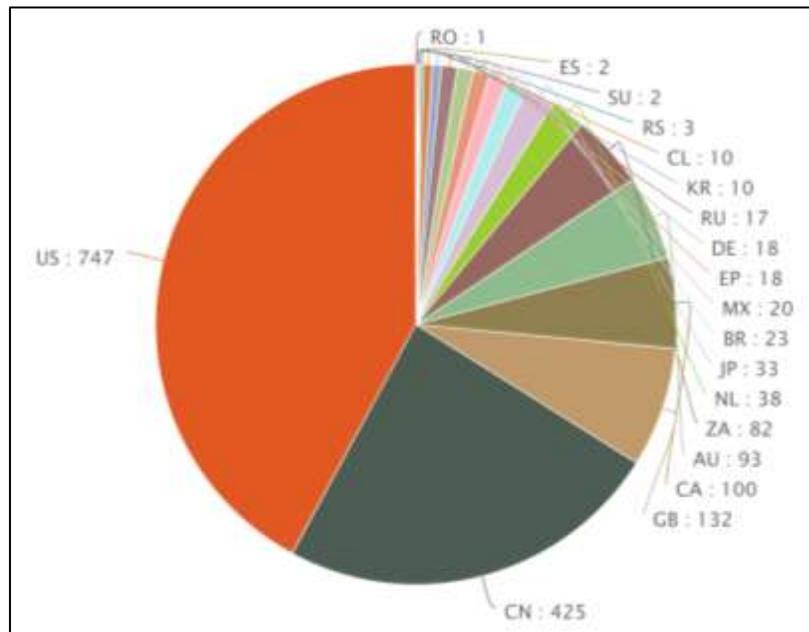


Figura 2. Patentes por país de origen

fueron registradas y publicadas en China (467), Estados Unidos (344), Canadá (145) y Australia (121). En México se publicaron 20 patentes. La diferencia entre la publicación de patentes de prioridad contra las patentes publicadas, implica la protección de tecnología desde países extranjeros en cierto territorio. (Figura 3) Por ejemplo, de las 467 patentes registradas en China, 418 son de origen local, mientras que 49 provienen de otros países: 25 de US, 6 de UK, 4 de Zaire, 3 de Australia y Canadá y, dos desde Brasil, Japón y México.

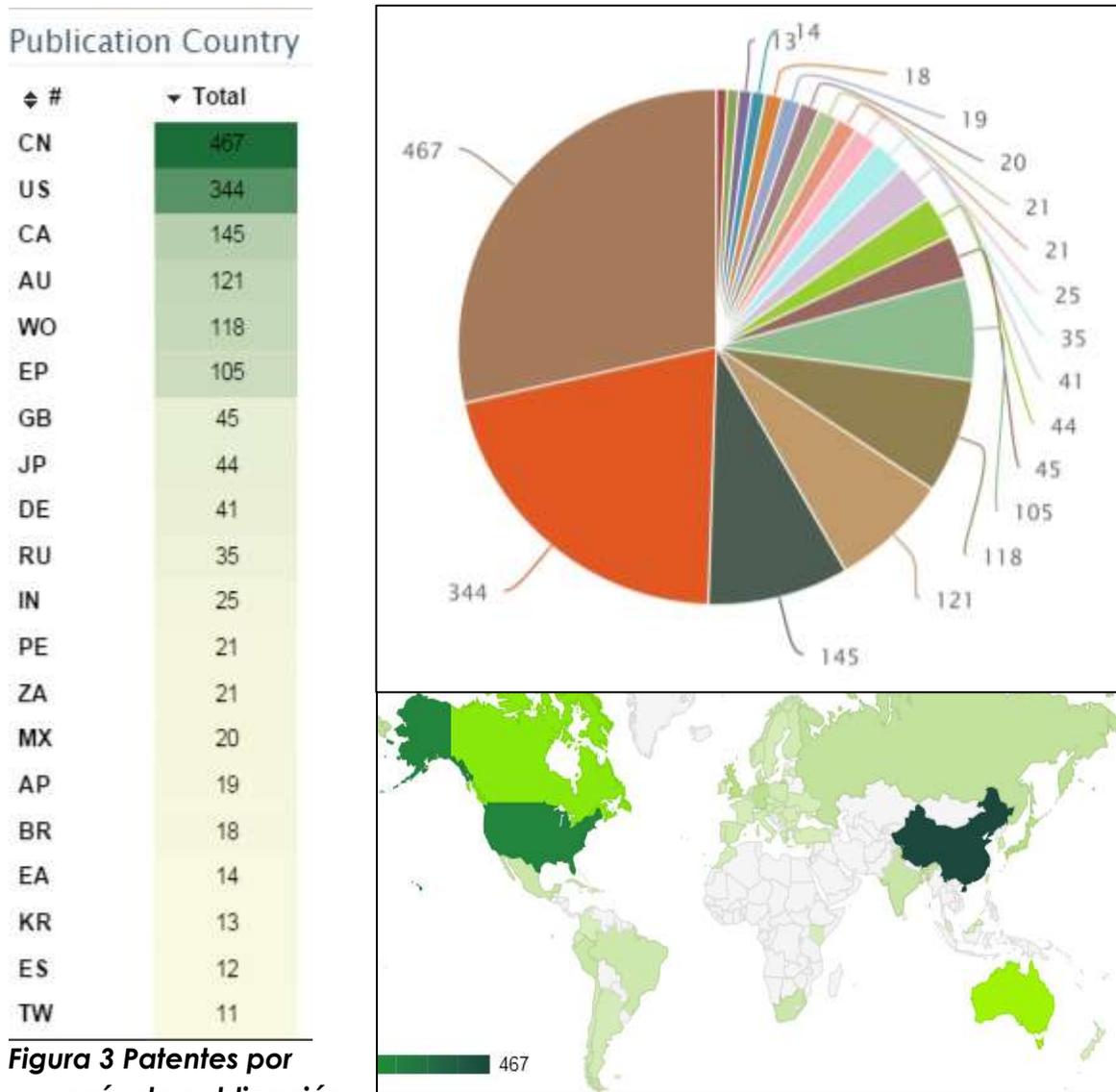


Tabla 1. Patentes de prioridad Vs extranjeras publicadas

País	Patentes publicadas	Patentes prioridad local	Patentes con prioridad extranjera
China (CN)	467	418	US=25, GB=6, ZA=4, AU=3, CA=3, BR=2, EP=2, JP=2, MX=2
US	344	266	AU=15, GB=15, ZA=11, CA=7, JP=7, CL=6, MX=6, KR=4, BR=2, DE=2, NL=2, EP=1
CANADA (CA)	145	29	US=74, AU=11, ZA=9, GB=8, JP=7, DE=2, EP=2, NL=2, BR=1
Australia (AU)	121	9	US=61, ZA=16, GB=12, CA=9, CN=3, JP=3, CL=2, DE=2, NL=2, BR=1, EP=1
Europa (EP)	105	3	US=61, AU=14, ZA=9, CA=5, GB=5, BR=2, DE=2, MX=2, NL=2
Gran Bretaña (GB)	45	17	US=17, CA=7, ZA=3, JP=1
Japón (JP)	44	7	US=15, GB=9, CA=8, BR=2, EP=1
Alemania (DE)	41	4	US=15, CA=4, GB=4, ZA=4, JP=3, AU=2, EP=2, NL=2, MX=1
Rusia (RU)	35	17	US=8, AU=2, BR=2, CA=2, MX=2, NL=1, SU=1
India (IN)	25		US=12, GB=6, CA=5, BR=1, MX=1
Perú (PE)	21		US=12, GB=3, CL=2, ZA=2, AU=1, DE=1
Zaire (ZA)	21	3	US=8, GB=4, CA=3, AU=1, EP=1, MX=1
México (MX)	20		US=12, CA=2, GB=2, AU=1, BR=1, EP=1, ZA=1

Análisis de trayectorias tecnológicas

A partir de los 620 documentos de patente, resultantes de la búsqueda mediante criterios técnicos (que tienen 1780 patentes en sus familias analizadas por técnicas bibliométricas), se desarrolló el análisis técnico mediante la técnica de análisis por reiteración de temas y componentes en dependencia del contenido en las reivindicaciones, es decir sobre lo que reclaman como propiedad dichas patentes. Con ello, los 620 documentos de patente protegen y lograron clasificarse en tres grupos generales (figura 4):

- **Métodos:** Dentro de éste grupo se incluyeron patentes relacionadas con métodos o procedimientos en general, los cuales pueden ser referentes a métodos o procedimientos para; el tratamiento de agua, para la remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros; para la recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras); para la remediación de zonas que han albergado presas de jales, o métodos de procesamiento de los jales para su reutilización.
- **Sistema/Aparato:** Referentes a sistemas o aparatos cuyo propósito es recuperar/ remover algún contaminante, mediante diferentes operaciones unitarias¹. relacionadas con el tratamiento de efluentes de minería para su reutilización, tecnologías para remediación del entorno, o bien, tecnologías para la remoción o recuperación de los componentes del efluente contaminado.
- **Sustancia o composición:** En ésta categoría se reunieron tanto documentos de patente referentes a sustancias o composiciones con aplicación en el tratamiento de agua, como lo son ciertos

¹ Operaciones basadas en mecanismos de adsorción, filtración, intercambio iónico, etc. Dicha serie de operaciones conforman un proceso.

compuestos cuya finalidad es la remoción, degradación, o recuperación de algún contaminante, o bien, materiales provenientes del uso de los jales como materia prima (como materiales de construcción elaborados a partir de jales mineros en mezcla con otros materiales).

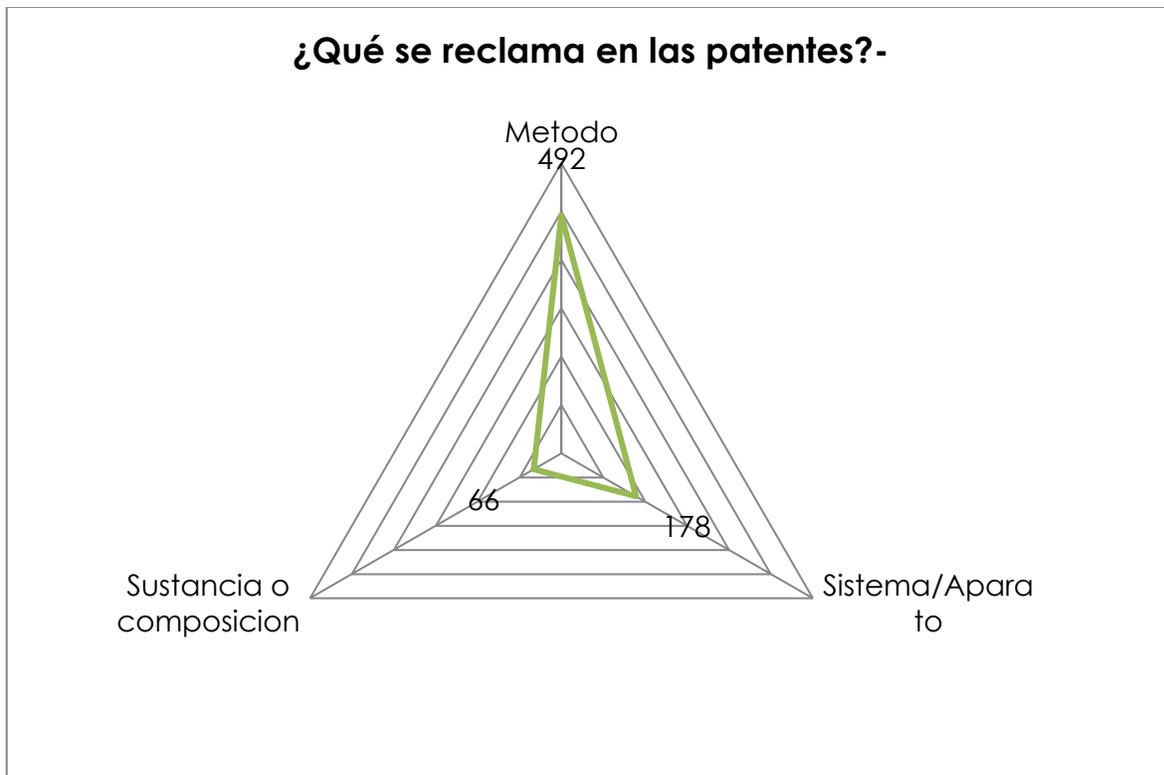


Figura 4 Distribución de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes

Como se puede apreciar en la figura 4, la mayoría de los documentos de patente (67%) son referentes a referentes a tratamiento de agua, métodos de remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), métodos de remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien métodos de procesamiento de los jales para su reutilización; además, se observa que la

minoría de los documentos de patente analizados se refieren a sustancias, o composiciones químicas, que tienen la finalidad de neutralizar o tratar agua proveniente de minería o presas de jales; o bien, producir a partir de algún componente recuperable de las presas de jales y los efluentes mineros, como cemento o material para bloques de construcción. Algunos de los documentos de patente pueden pertenecer a más de un grupo (Figura 5). Predominan (60%) los documentos de patente que se refieren a métodos de tratamiento de agua, métodos de remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), métodos de remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien métodos de procesamiento de los jales para su reutilización; en un 16% del total de documentos de patente analizados, además de estar referidos a un método, incluyen en el alcance de sus reivindicaciones algún aparato o sistema que complementa el método descrito en el cuerpo de la patente; un 14% de los documentos de patente analizados son referentes a sistemas o aparatos auxiliares en el tratamiento de efluentes mineros, o la remoción o recuperación de algún componente; el 8% de los documentos de patente están relacionados a una sustancia o composición química asociada a un método de tratamiento de agua, métodos de remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), métodos de remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien métodos de procesamiento de los jales para su reutilización; solamente un 2% de los documentos de patente analizados se refieren específicamente a una sustancia o composición química, ya sea para tratamiento de agua, recuperación o remoción de algún componente del efluente minero, o bien algún producto del reciclaje de los jales mineros.

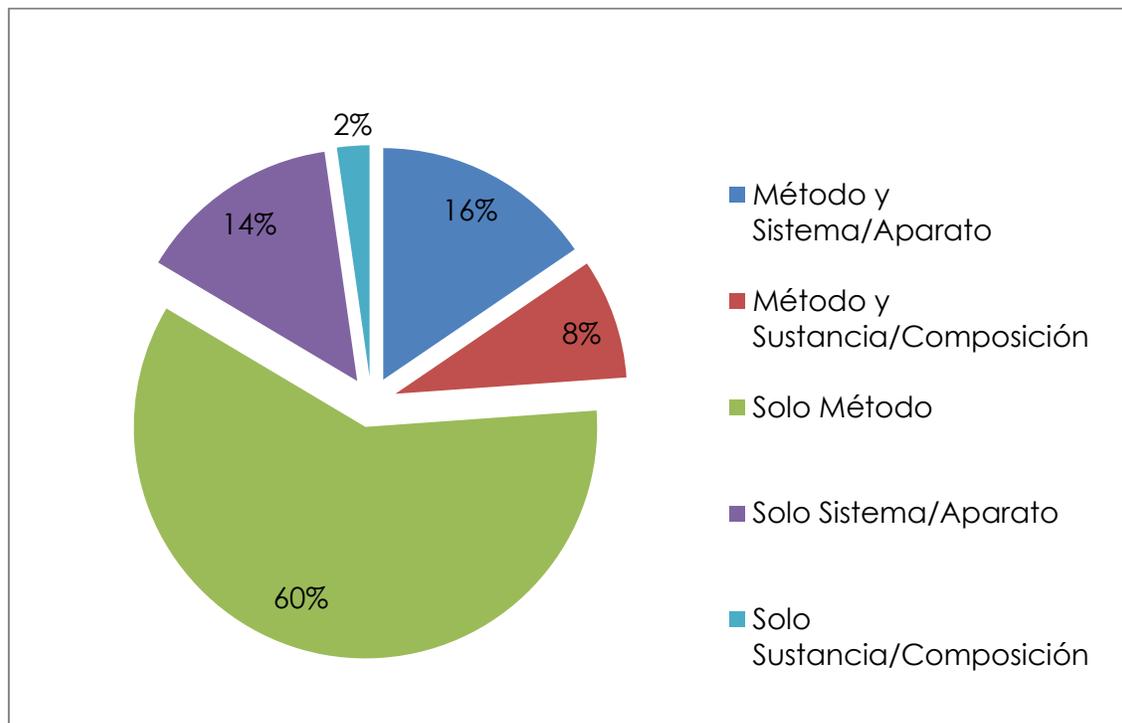


Figura 5 Distribución de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes

Diversidad en el origen del efluente a tratar

Los métodos de tratamiento o remoción de contaminantes, o bien los equipos, sistemas, o composiciones para llevar a cabo dichos procesos, pueden ser aplicables a diferentes tipos de efluentes contaminantes, provenientes de diversas industrias, no exclusivamente efluentes provenientes de procesos mineros, ya que los efluentes contaminados pueden tener diferente origen, y presentar un mismo contaminante de interés, por ejemplo, metales pesados. Es común encontrar metales pesados en efluentes tanto de minería (presas de jales), como de diferentes industrias, incluso en aguas municipales. Por lo que, los documentos analizados se clasificaron por el origen de los efluentes a los que se refieren, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

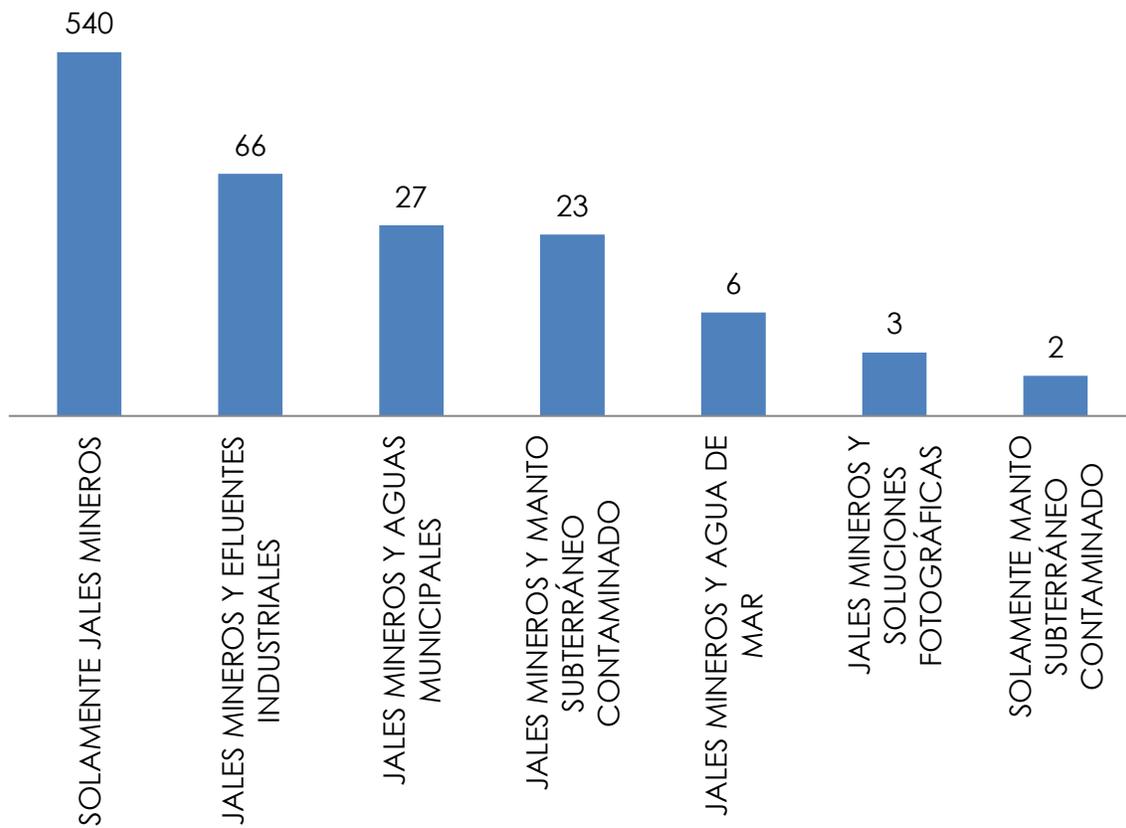


Figura 6 Diversidad del origen de los efluentes mencionados en los documentos de patente analizados

Propósito de la invención

Asimismo, los documentos analizados se clasificaron por el propósito de la invención reclamada en cada patente, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Donde se puede observar que el 46% de los documentos de patente analizados se enfocan al tratamiento de agua o suelo mediante la remoción de los contaminantes (principalmente metales pesados), o bien la neutralización del entorno. El 16% de los documentos analizados se enfoca en la recuperación de dichos contaminantes, principalmente oro y tierras raras, para su aprovechamiento. El 15.6 % de los documentos analizados describían algún método para reutilizar los jales provenientes de efluentes mineros, o

bien la síntesis de algún material a partir de los mismos, principalmente cemento, y bloques para la industria de la construcción, lo que muestra una preocupación por el aprovechamiento de los jales, para minimizar su almacenamiento en el ambiente lo cual provoca contaminación debido a las filtraciones hacia mantos acuíferos subterráneos y acumulación de metales pesados y sustancias tóxicas como el arsénico en las zonas que alguna vez han sido presas de jales. El 15.1% de los documentos están relacionados o describen métodos para la construcción segura de presas de jales, reutilizando en algunos casos los mismos jales apilados y compactados para la creación del muro de contención, o bien, métodos para ir compactando los finos para aumentar la capacidad de almacenamiento de la presa. El 10% de los documentos describen métodos o sistemas de drenaje, tuberías, o bombas, resistentes a las condiciones extremas de los efluentes mineros. El 7% de los documentos está referido a métodos para rellenar las presas de jales, y posteriormente remediar el entorno mediante revegetación o urbanización de la zona. El 5% de los documentos describe métodos de monitoreo de las presas de jales, principalmente para evitar exceder la capacidad de la presa, muestrear los jales, etc.

El 3% de los documentos describe procedimientos para estabilizar los jales, incluyendo la gestión de jales que contienen material radiactivo. Otro 3% de los documentos de patente analizados hablan de métodos para la neutralización de los efluentes ácidos de minería que posteriormente se almacenan en las presas de jales; el 2% de los documentos se refieren a métodos o equipos para acelerar la sedimentación de los jales; una minoría de documentos (5) habla de métodos para sellar la presa y evitar que materiales contaminantes se filtren al subsuelo o a mantos freáticos, 2 de los documentos analizados hablan sobre la reutilización del agua proveniente de jales mineros para generar electricidad, ya sea como

sustancia electrolítica, o bien, para operar una planta hidroeléctrica; por último un único documento describe un método para diluir el material contaminante.

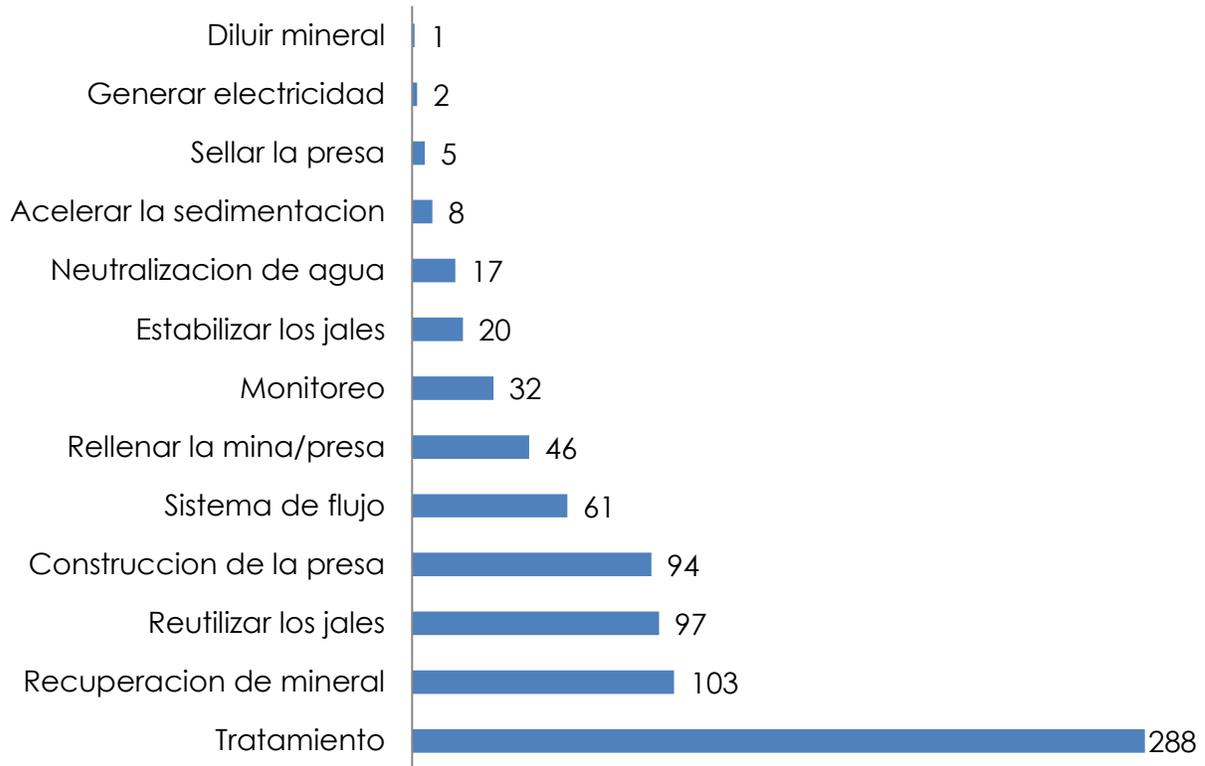


Figura 7 Propósito de la invención

Métodos de tratamiento de efluentes

Los métodos de tratamiento relacionados con presas de jales encontrados se clasificaron de la siguiente manera:

- Métodos químicos
 - Principalmente métodos de oxidación-reducción
- Métodos electro-químicos:
 - Generación de electricidad mediante celdas electroquímicas empleando el agua de los jales como electrolito.

- Electrocoagulación para la remoción o recuperación de ciertos componentes de los jales.
- Electrodeposición de algunos metales para su recuperación
- Electroforesis
- Métodos foto-químicos
 - Oxidación del material contaminante mediante radiación UV
- Métodos físicos
 - Sistemas de separaciones mecánicas (filtración, flotación, floculación, coagulación, decantación, sedimentación, etc.), o sistemas de adsorción (incluida la emergente técnica de membranas de intercambio iónico por tratarse de un método de adsorción). Se incluyeron los sistemas de separación magnética.
 - Compactación de los jales para la creación de bloques, o bien procesos de sinterizado; así como para la manufactura de material para la industria de la construcción.
 - La reducción de tamaño de los finos presentes en los jales para su posterior empleo en la síntesis de algunos materiales, tales como cemento para la industria de la construcción.
 - Métodos de evaporación o deshidratación de los jales para la recuperación de agua, y el posterior procesamiento y aprovechamiento de los finos.
 - Métodos de monitoreo.
- Métodos biológicos
 - Aquellos que involucran microorganismos, o seres vivos, para llevar a cabo oxidaciones, u otros procesos de tratamiento de agentes contaminantes.
 - Elementos para regenerar el medio contaminado, como lo son ciertas plantas.

De acuerdo al análisis técnico, los métodos físicos son los más comunes, debido a que las técnicas de remediación principalmente consisten en la recuperación de agua, o bien la sedimentación o compactación de los finos, y los métodos más usuales suelen ser métodos de separaciones mecánicas. En segundo lugar se encuentran los procesos químicos, que evidentemente tienen cabida debido a que a veces es necesario llevar a cabo la oxidación de algunos componentes para minimizar su toxicidad. Los métodos biológicos, más que referirse a microorganismos que degradan contaminante, también se refiere a métodos de revegetación de las zonas que previamente albergaron una presa de jales. (Figura 8) Cada uno de estos procesos fue explorado a mayor profundidad, identificando las principales operaciones unitarias de cada invención descrita en los documentos de patente (Figura 9).

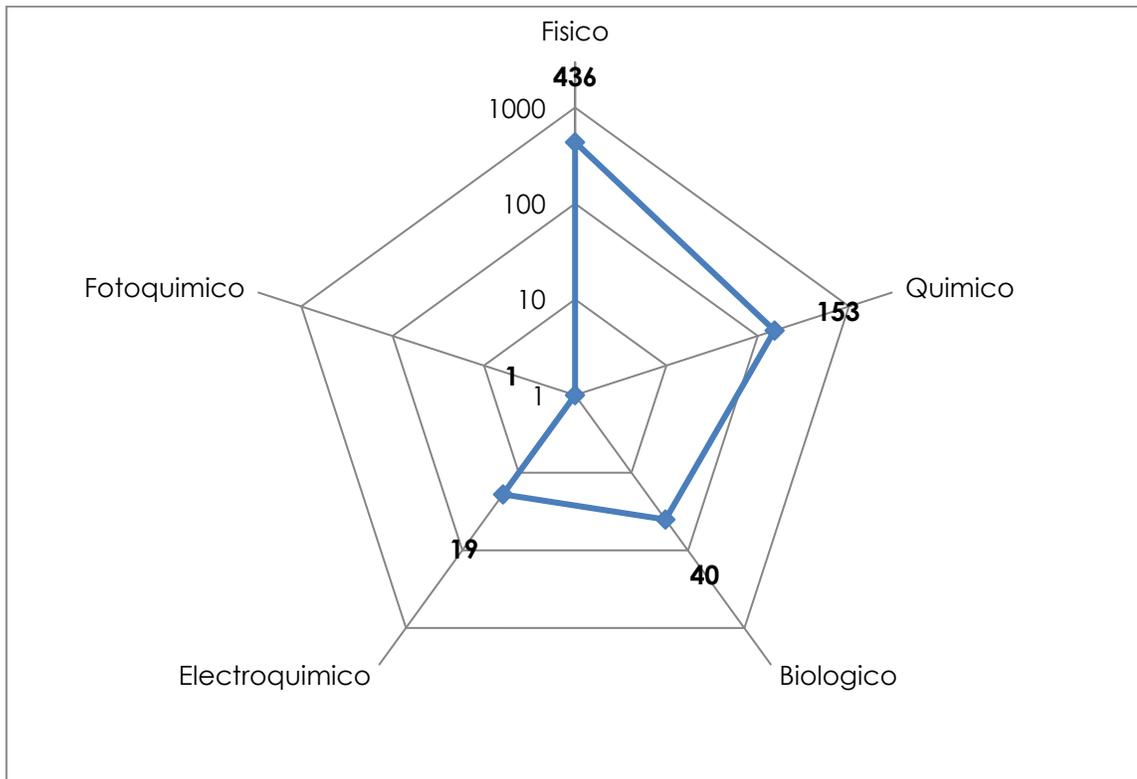


Figura 8 Naturaleza de los procesos identificados en los documentos de patente

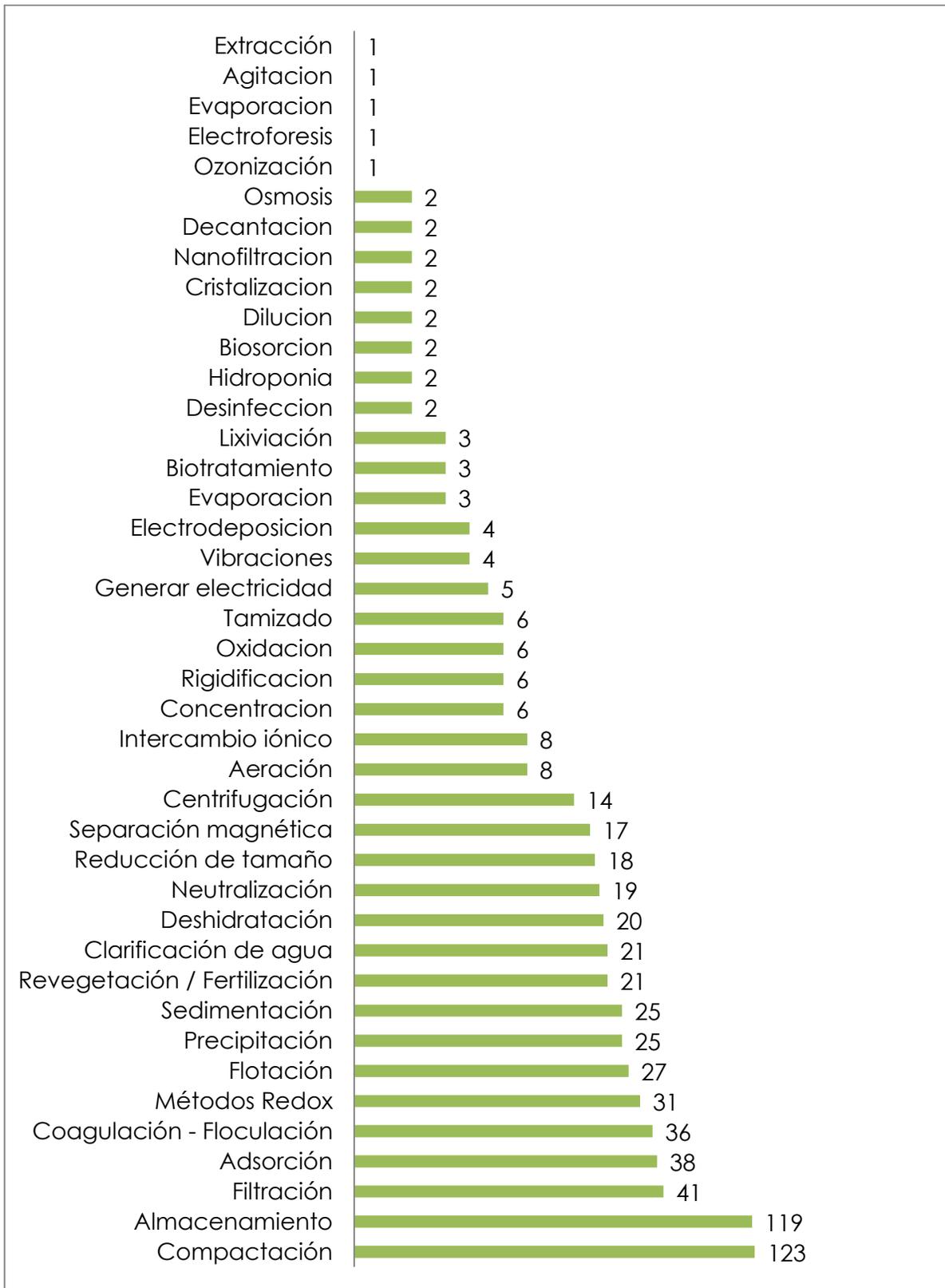


Figura 9 Tipos de procesos/operaciones identificados

El análisis de tendencias tecnológicas, presenta un panorama general sobre las metodologías propuestas en dichas patentes y sobre qué temas de interés se están desarrollando tecnologías en el mundo en cuanto a métodos de tratamiento de efluentes de minería para su reutilización, y métodos de remoción de contaminantes (principalmente metales pesados) en efluentes mineros. Dicha información puede ser consultada en la matriz de Excel anexa, desde donde se puede filtrar por las características de cada invención propuesta en cada documento de patente, con lo cual se puede seleccionar rápidamente aquellos documentos que sean de interés para la empresa, pudiendo acceder a las publicaciones originales a través de un hipervínculo. Finalmente se presentan las patentes registradas en México relacionadas a presas de Jales de las cuales se expone su ficha técnica para mejor comprensión de los que contienen y protegen dichas patentes en nuestro país.

Cualquier duda o comentario sobre el contenido de este reporte, por favor comunicarse al Observatorio tecnológico del IPICYT:

http://www.ipicyt.edu.mx/Vinculacion/vinculacion_observatorio.php

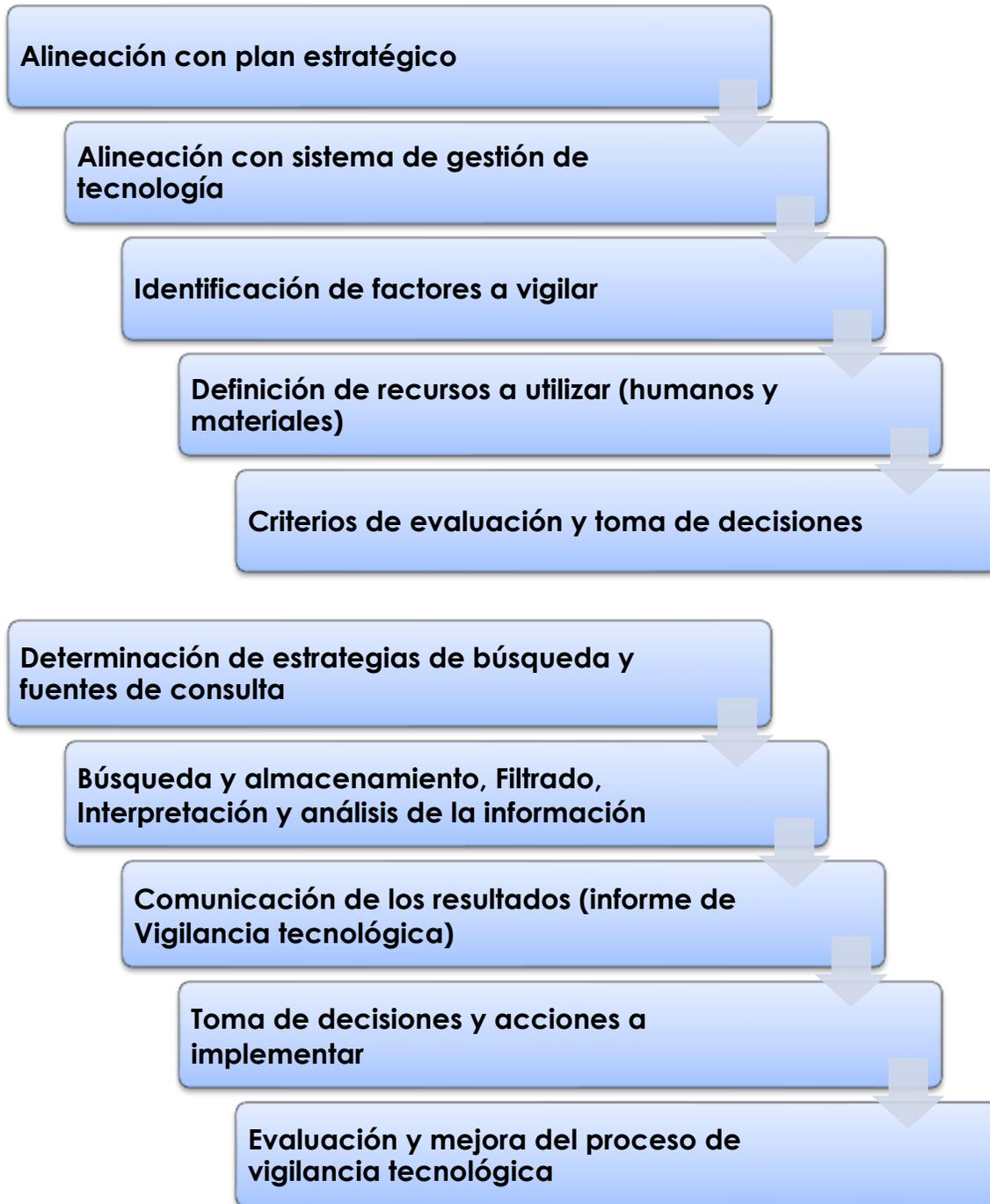
daniel.barron@ipicyt.edu.mx.

¿QUÉ ES UNA VIGILANCIA TECNOLÓGICA?

La vigilancia tecnológica es un estudio que puede ser de gran ayuda al momento de la toma de decisiones en una empresa sobre desarrollo de proyectos, inversiones, etc., en el ámbito de la tecnología, porque permite conocer:

- Las dinámicas sectoriales de investigación y desarrollo,
- Las dinámicas de apropiación en diferentes empresas en diferentes áreas tecnológicas
- Las dinámicas sectoriales de colaboración para el desarrollo tecnológico
- Las dinámicas sectoriales de desarrollo tecnológico (ciclo de desarrollo tecnológico: fase temprana de investigación, fase de desarrollo técnico, fase de consolidación y la fase de obsolescencia tecnológica)
- Las tecnologías que se está investigando (publicando o patentando) en una determinada área
- Las soluciones tecnológicas disponibles y las tecnologías emergentes
- Las líneas de investigación y las trayectorias tecnológicas de las principales empresas que compiten en el área
- Las empresas, centros de investigación, equipos y personas líderes en la generación de nuevas tecnologías, capaces de transferir tecnología.

De acuerdo a la Norma Mexicana NMX-GT004IMNC 2010: Es un proceso que tiene como fin la búsqueda, detección, análisis y comunicación que oriente a los directivos de la empresa en la toma de decisiones sobre oportunidades y amenazas externas en el ámbito de ciencia y tecnología, que permite visualizar diferentes oportunidades, escenarios posibles y tomar decisiones estratégicas para asignar recursos, desarrollar proyectos tecnológicos, innovar y concretar oportunidades de negocio. “NMX-GT004IMNC 2010 y la cual se propone que se realice de la siguiente forma (Figura 10)

Figura 10 Proceso de Vigilancia tecnológica según NMX-GT004IMNC 2010

Para entender el tipo de respuestas que brinda una vigilancia tecnológica de patentes, es necesario entender el racional detrás de este tipo de documentos. A continuación se muestra una breve descripción de las estrategias de uso de las patentes.

Protección de tecnología por patentes y estrategias de uso

En las últimas 4 décadas, las patentes se han convertido en un activo cada vez más importante para los países y las empresas. Se utiliza como un indicador macroeconómico de la capacidad de asimilar, crear y aplicar conocimiento técnico para la solución de problemas, lo que algunos inversionistas identifican como parte fundamental de la capacidad de innovar: crear soluciones, productos y procesos de mayor valor agregado. Por ello, se argumenta que es mayor la probabilidad de que la institución (gobierno o empresa), logre generar soluciones a las necesidades que se le presenten, fortaleciendo los procesos de reducción de costos y la generación de nuevos productos con mayor retorno de inversión, lo que se traduce en mejor calidad de vida y mayores ganancias.

Las empresas han incrementado el uso de las patentes en la medida que la competencia tecnológica internacional se ha vuelto más intensa y que las empresas que las utilizan han incrementado el retorno sobre el capital invertido. Esta "moda" ya afecta a todas las actividades económicas, desde los llamados sectores de alta tecnología (telecomunicaciones, tecnologías de la información, farmacia, etc.) hasta los sectores de "baja tecnología" como la producción de alimentos y commodities.

La patente brinda la posibilidad de ejecutar monopolios temporales (20 años a partir de su solicitud) en el uso de una tecnología (producto o proceso), en el país donde se solicita; lo que le otorga al innovador la oportunidad de obtener ganancias extraordinarias por impedir que otros usen la tecnología, por la posibilidad de incrementar la colaboración e intercambio tecnológico y/o, por la comercialización monopólica de la misma.

Por el otro lado, el sistema internacional de la protección de la propiedad industrial fue revolucionado con la firma del Agreement on Trade Related

Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS), bajo el auspicio de la Organización mundial de comercio (WTO), en 1994. Este acuerdo, marca un mínimo a los lineamientos de protección, enforcement y resolución de disputas sobre la protección de la propiedad intelectual de los miembros de la WTO, lo cual brinda un marco jurídico internacional más claro sobre la apropiación, respeto y resolución jurídica sobre las disputas de propiedad intelectual e industrial.

El nuevo marco jurídico internacional llevó a cambios importantes en las legislaciones locales de los países miembros de la WTO, y aunque hay diferencias de interpretación sobre los mínimos impuestos por los TRIPS, la mayoría de los países del mundo elevaron sus estándares, así, la protección de la propiedad intelectual ha sido fortalecida de forma importante. Estos cambios en la legislación internacional, produjeron un gran aumento en la cantidad de solicitudes de derechos de propiedad intelectual en muchos países del mundo.

El racional o los supuestos más importantes que se han argumentado sobre buscar la protección tecnológica en países definidos a través de alguna figura de la propiedad industrial (patentes, modelos de utilidad, etc.), se basan en que existen, o se prevé existirán, condiciones y empresas que podrían utilizar la tecnología a proteger y, que hay, o habrá, condiciones de ejercer estos derechos de propiedad en dicho país. Dentro de este racional la patente se puede utilizar como medio para:

- a) impedir que otros usen la tecnología y como un medio de venta monopólica, a la cual solo podrán acceder mediante un acuerdo con el poseedor de la propiedad intelectual (espada).
- b) evitar litigios al ser el poseedor de la patente demuestra que fue el desarrollador de ella y tiene derecho de utilizarla (escudo).

- c) como una herramienta de negociación (moneda de cambio), ya que puede:
- i. Fomentar la colaboración para el desarrollo de proyectos, R&D, co-inversiones y joint-ventures,
 - ii. Ser incluida en negociaciones con otras empresas, como un activo a transferir o recibir (por lo que forman una parte importante de las negociaciones de adquisiciones y fusiones),
 - iii. Ser intercambiada por tecnologías de otras empresas (cross-licencing)
 - iv. Ser incluida como activo en los estados financieros de la empresa, lo que incrementa su valor ante los inversionistas (la demostración de un pipeline de R&D, patentes, etc., es semejante a los acuerdos de acuerdos de ventas potenciales a futuro de producto y la cartera de clientes de una empresa)

La institución con cada patente, además de poder denominarlas como “escudos, espadas y/o monedas de cambio”, dependiendo la calidad de la patente y/o el territorio donde se desea ejercer el derecho de propiedad también pueden tener denominaciones semejantes a las divisiones de un ejército y, que al utilizarlas en conjunto, puede implicar la aplicación de tácticas de guerra, utilizando a las patentes como “armas” o “ejércitos” en áreas estratégicas del desarrollo tecnológico. Por ejemplo, muchas empresas utilizan las tácticas “blitz”, en las que solicitan una serie de patentes en un tiempo corto para proteger un núcleo tecnológico rápidamente. Esta táctica, cuando es muy intensa, se le llama “flooding”, donde la empresa busca patentar todas las versiones posibles-disponibles en un campo técnico específico e “inunda” el campo tecnológico, dejando poco margen a terceros para inventar y proteger en dicho campo

(muy utilizada en farmacéutica, química, materiales avanzados, electrónicos, telefonía celular, etc.) (Knight, 2000)

Además de la estrategia y las tácticas, el “campo de batalla” es definitivo para la decisión de cada empresa que busca realizar una acción con una o un grupo de patentes: La empresa que solicita patentes en cierto país, requiere que el gobierno de ese país permita ejercer el derecho de patente (infringement). Los países con mayor nivel de infringement coinciden con aquellos con mayor PIB per cápita, disminuye rápidamente en países en desarrollo y vuelve a incrementarse en países en extrema pobreza. (Maskus, 2000) El número de patentes solicitadas en países con mejor “infringement” es mucho mayor que el solicitado en países donde es menos posible ejercer los derechos sobre este tipo de propiedades intangibles. Por ello, en países con un bajo nivel de infringement, muchas empresas solamente solicitan patentes en algunas “posiciones”, ya sea por su carácter estratégico, que sean muy defendibles jurídicamente, que impliquen una futura situación positiva importante, etc.

Para el sector de polímeros, esto quiere decir que (teóricamente) la protección por patentes debería incrementar en países que:

- a) Son o podrían ser económicamente viables para su explotación masiva, la tecnología es aplicable y podría generar beneficios a quien la adopte, imite o desarrolle;
- b) Existen, o se prevé existirán, las condiciones de mercado para que el producto o proceso quisiera ser desarrollado, imitado o explotado comercialmente por otras empresas,
- c) Tienen, tendrán o podrían tener, un sistema de infringement para poder defender las posiciones protegidas por las patentes.

El papel de la minería en la economía de México

La minería es una de las actividades económicas más importantes a nivel mundial, y en realidad, es el primer eslabón de la cadena productiva de muchas industrias. En México, la actividad minera se ha mantenido en constante crecimiento, y se estima que para el 2014 irá teniendo un crecimiento anual de 2%.²

La minería en México³ se remonta a la época prehispánica, en las regiones de Guerrero, Querétaro, Oaxaca, y Chiapas. Las minas prehispánicas se encontraban sobre todo en la sierra de Querétaro, y en diversos lugares a orillas del Balsas. La zona donde fundían el oro recogido de los ríos se ubicaba en las serranías occidentales de Oaxaca, donde los mixtecos o los zapotecas mixtequizados manufacturaban diversos objetos con fines ornamentales o religiosos. (figura 11) Se presume de otro gran centro minero, el Azcapotzalco Azteca, pero sus obras fueron saqueadas y sometidas a crisol en el siglo XVI, sin llegar a ser objetos para la posteridad. Un último centro importante florecía en la región oriental de Oaxaca, y en los límites con el sur de Veracruz, en la Mixteca Chinanteca y en la Mixtequilla Veracruzana.

Durante la época de la Colonia,⁴ la minería se intensificó y cobró muchísimo auge, dando origen a las ciudades de Chihuahua, Durango, Guanajuato, Saltillo,



**Figura 11 Máscara de Xipe Totec
(Palacio de Minería de la
UNAM)**

² Dependiendo de la producción minera de cobre de Grupo México, la atracción de la inversión extranjera directa, y el comportamiento de los precios de los metales.

³ (Cortinas de Nava, 2007)

⁴ (Palacio de Minería, 2010)

San Luis Potosí y Zacatecas. Una vez consumada la conquista, los españoles concentraron sus esfuerzos en la extracción de oro, utilizando esclavos e indios de encomienda como mano de obra. Éste periodo áureo duró hasta aproximadamente 1540, cuando comenzaron a beneficiarse las primeras minas de plata descubiertas en Taxco. La minería colonial entró en su apogeo al terminar el siglo XVI. Los principales núcleos mineros de esa época fueron Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí. La minería jugó un papel fundamental en el desarrollo de la economía colonial. Los centros mineros actuaron como generadores de una gran parte de las actividades agrícolas. Surgieron numerosas haciendas cuyo propósito era abastecer las necesidades de los trabajadores mineros y de las bestias de carga. El destino de muchas haciendas se ligó al de las minas durante gran parte de la época colonial. Los principales centros mineros fueron, en el sur del eje volcánico transversal: Tasco, Sultepec, Temascaltepec, y Zacualpan, donde se producía plata principalmente; y al norte: Zacatecas, Fresnillo, Sombrerete, y Catorce, como buenos productores de metales. La mayoría de los trabajadores mineros eran indígenas que habían abandonado sus poblados de origen y al vivir en los centros mineros evadían las cargas fiscales que pesaban sobre la población indígena. El pago era proporcional a la cantidad de metal extraído, debido a esto, los centros



Figura 12 Trabajadores mineros de la Nueva España, por Thomas Gage.

mineros atraían una gran cantidad de trabajadores. Todo el país se benefició con la minería en aquella época, debido a una economía activa que generó grandes riquezas.

La minería continuó siendo una actividad preponderante, tan es así que hoy en día,

la minería en México es una importante fuente de divisas, a pesar de la caída de los precios de los metales. Entre las entidades federativas con actividad minera preponderante están Baja California Sur, Coahuila, Colima, Michoacán y Zacatecas.⁵ (Figura 13)

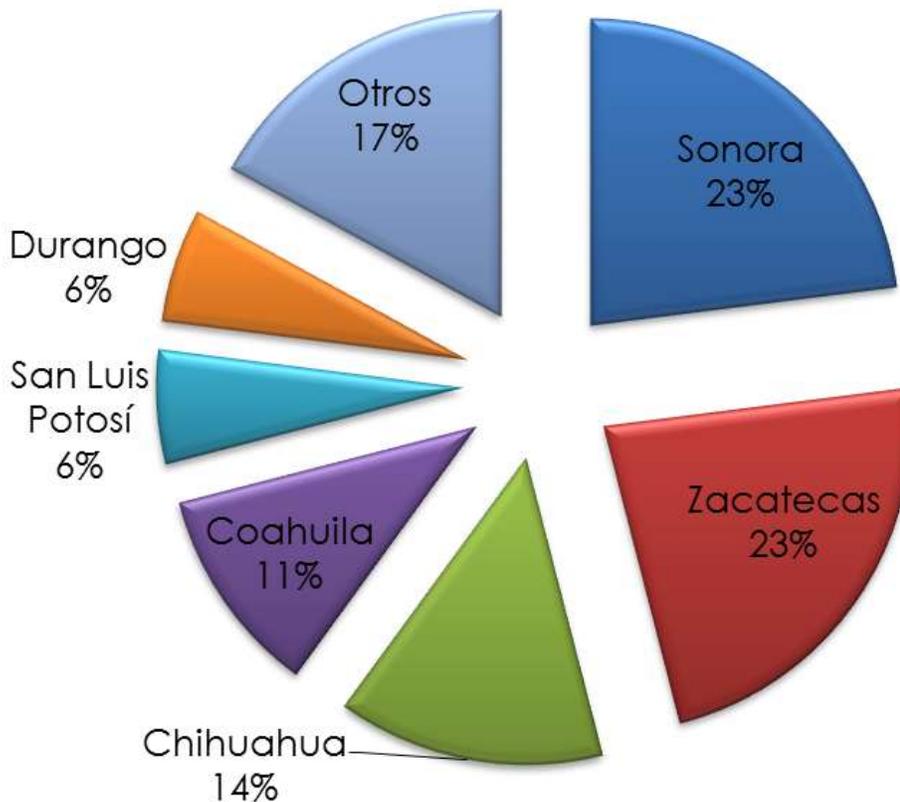


Figura 13 Principales estados con producción minera en México

México ocupa el 1º lugar en la producción de plata, el 3º en la producción de Bismuto, el 5º en la producción de plomo, el 9º en la producción de Oro, y el 11º en la producción de Cobre.

En México, el 60% de la actividad minera corresponde a empresas nacionales, y el resto a empresas extranjeras (figura 15)

⁵ (Secretaría de Economía de los Estados Unidos Mexicanos, 2013)

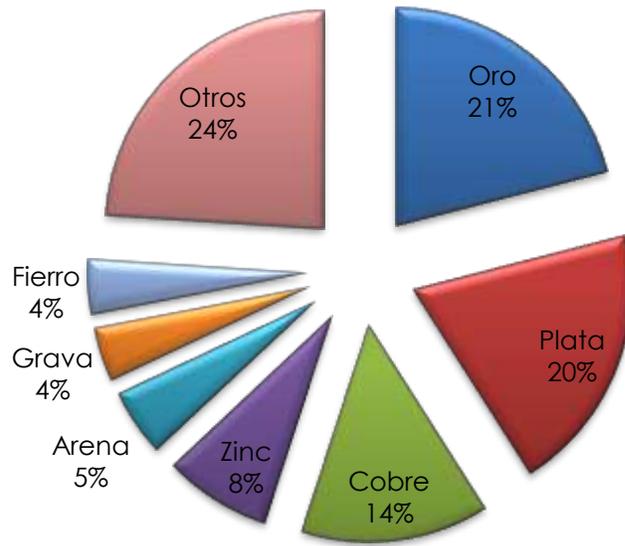


Figura 14 Producción minera en México



Figura 15 Presencia de empresas nacionales y extranjeras dentro de la industria minera en México

A fin de fortalecer esta industria mediante inversión (nacional o internacional), se creó el "Programa Nacional de Modernización de la Minería 1990-1994", se publicó la nueva Ley Minera (Diario Oficial de la Federación 26/06/92 y 29/03/93), y se creó un Manual de Servicios al Público en Materia Minera.

Con objeto de llevar a cabo un aprovechamiento sustentable de los recursos minerales y metales, se crea el "Convenio de Concertación en Materia Ecológica para la Industria Minera Nacional" celebrado por la Secretaria de Desarrollo Social, Secretaria de Energía y Minas, y la Cámara Minera de México. Este convenio incluye el desarrollo de los "Instructivos de Presentación de Manifestaciones de Impacto Ambiental" relativos a actividades de minería subterránea y a cielo abierto, y a la participación del sector minero en la elaboración de normas relativas al control de emisiones a la atmosfera, las descargas al agua, y el manejo de residuos mineros, particularmente las presas de jales.

INTRODUCCIÓN TÉCNICA

Etapas de un proyecto minero

Cualquier operación minera consta de las siguientes etapas de desarrollo:

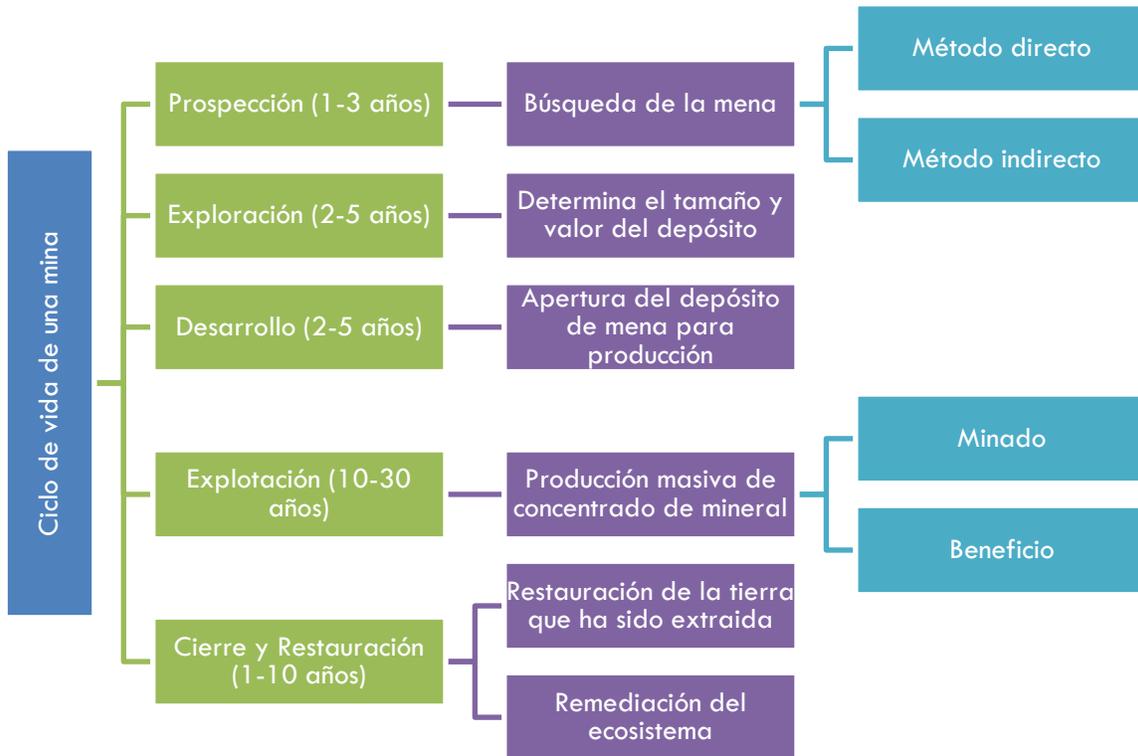


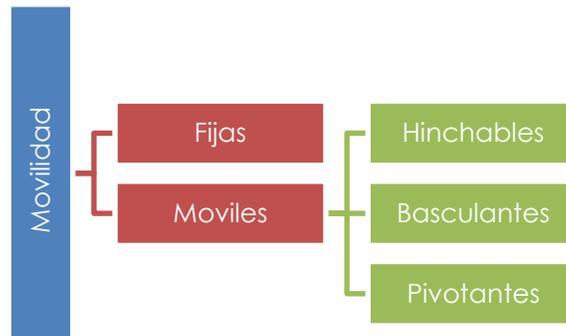
Figura 16 Ciclo de vida de una mina

El tiempo de vida de una mina depende mucho de la etapa de explotación, la cual está directamente relacionada con la riqueza de la veta, y el valor económico del mineral que ahí se encuentre. Sin embargo, el éxito de un proyecto minero depende en gran medida de la disponibilidad de agua de la zona, por ello es importante, dentro del planteamiento del proyecto de una mina, incluir el desarrollo de un proyecto de gestión del agua.

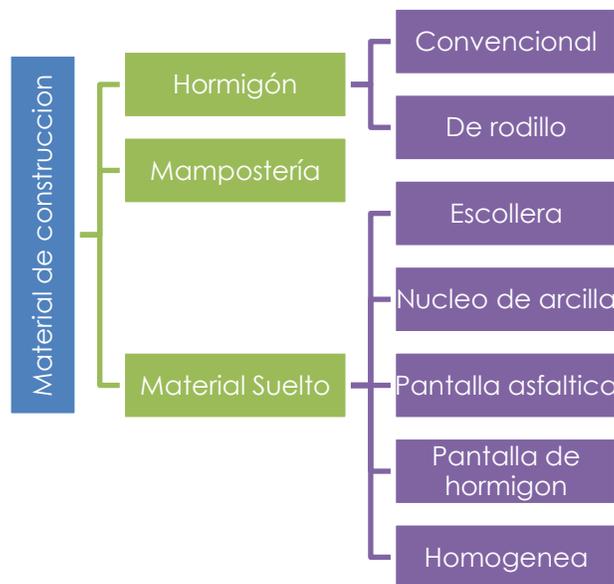
¿Qué es una presa?

El término "presa" o "represa" se refiere a una barrera construida de piedra, concreto, hormigón, o materiales sueltos. El propósito de una presa es embalsar un cuerpo de agua para su posterior aprovechamiento. Existen diferentes tipos de presas de acuerdo a múltiples clasificaciones⁷:

- De acuerdo a su movilidad o flexibilidad:



- De acuerdo al material de construcción:



⁶ Un embalse es el volumen de agua acumulado por una presa, formando un lago artificial. (Pastran & Barrera, s.f.)

⁷ (Wikipedia, 2013)

- De acuerdo a su forma:



- De acuerdo a su función o aplicación:



¿Qué es una Presa de jales?

Una presa de jales es una estructura de retención de sólidos sueltos y líquidos de desecho, producto de la explotación minera, los cuales son almacenados en vasos para su decantación. La finalidad de una presa de jales es almacenar el agua de proceso, y en principio debe estar diseñada de tal manera que los jales no contaminen el subsuelo. Cuando se lleva a cabo un proceso minero, la mayor parte de lo que se extrae son colas, las cuales, al final del proceso se llevan a lo que se conoce como presas de jales. Pero, ¿Qué son los jales mineros?⁸ Pues son precisamente los apilamientos de roca molida que queda después de que los minerales de interés han sido extraídos (ganga). Los procesos de recuperación de minerales son solo parcialmente eficientes, y por tanto, un porcentaje de los metales permanece en los jales. Como resultado de los procesos de molienda, los metales pesados que se encontraban dentro de las rocas se encuentran ahora asociados con las partículas pequeñas de los jales mineros. Estas partículas de material fino a medio (limosos, arenoso) de los jales mineros puede fácilmente ser suspendida a la atmósfera mediante la acción del viento disipándose a través del medio ambiente en forma de partículas de polvo. Los jales se descargan en el bordo de la presa, a través de tuberías. Los sólidos se asientan, y el agua se acumula en la parte más baja de la presa. Los jales se pueden clasificar en gruesos (o lamas) y finos (o arenas). Conforme la mina lo va requiriendo, se puede proyectar un crecimiento de la presa:

- Se construyen nuevos bordos (El bordo inicial se hace empleando material clasificado de mina, conocido como material de préstamo)
- Los bordos secundarios se construyen empleando arenas de los jales, o bien, tepetate.

8 (Moreno, s.f.)

Ciclo de vida de una presa de jales



Figura 17 Ciclo de vida de una presa de jales

Antes de planear y diseñar la presa de jales, se debe hacer un monitoreo de la zona, y un análisis geotécnico; de igual manera, al cierre de la presa, se debe continuar con el monitoreo de la zona para analizar el impacto ambiental y evaluar el grado efectivo de remediación.

Planeación y diseño

El propósito de la etapa de planeación de una presa de jales es integrar el proyecto de diseño de la presa de jales al cronograma de desarrollo de la mina, y de esta manera establecer una metodología adecuada para la disposición de los jales mineros.

La ubicación de la presa debe considerarse para evitar la esterilización del mineral que se va a explotar, así como la contaminación de los recursos hídricos disponibles en la zona.

Se debe evaluar también la disponibilidad del material adecuado para la construcción del muro de contención, y los materiales de cobertura.

Una adecuada caracterización geoquímica de los jales mineros permite evaluar el potencial de drenajes ácidos tanto durante la operación como posterior al cierre. Incluso, conocer la naturaleza de los jales permite evaluar si es costeable reprocesarlos en caso de contener mineral de valor.

Criterios para la ubicación de la presa de jales

La ubicación de la presa debe ser estratégica, de tal modo que sea conveniente para la operación de la mina y contamine lo menos posible el entorno. Los criterios que se emplean para ubicarla son:

- El espacio debe ser adecuado para el volumen calculado
- Debe estar alejado de la zona mineralizada
- El subsuelo debe ser firme
- Debe estar alejado de cursos de agua (ríos, por ejemplo)
- No debe alterar hábitats
- El área afectada debe ser mínima, así como el costo de transporte y de vertido.

Construcción

La presa de jales debe ser construida por un contratista competente, cuyas principales funciones serán supervisar el proceso de construcción, llevar un control de calidad de los materiales de la presa, apegado a las especificaciones del diseño. La persona al frente del proyecto deberá contar con una descripción detallada de las características geotécnicas del lugar, a fin de llevar a cabo exitosamente las siguientes tareas:

- Preparar los cimientos
- Tratar o reparar grietas en las zanjas
- Remediar la presa en caso de alguna contingencia posterior a la construcción

Además, durante el proceso de construcción deben estar disponibles los planos con una representación precisa de los detalles y dimensiones de la obra.

Operación

Se debe de establecer un manual de operaciones, que vaya de acuerdo a los objetivos del diseño de la presa. Todos los operadores deben estar capacitados en materia de:

- Correcta disposición de los jales⁹
- Correcto manejo de la laguna de decantación
- Recuperación eficiente del agua para maximizar la estabilidad
- Procedimientos operacionales que requieren medidas específicas de precaución
- Indicadores clave para monitoreo de las operaciones y los roles de cada operario

Deben conocer perfectamente el cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos, registrar y monitorear constantemente el desempeño de los mismos, y reportar cualquier observación a los supervisores para tomar las acciones de los planes de emergencia.

Monitoreo

Para el monitoreo, se requiere la instalación de piezómetros para monitorear la calidad del agua en diferentes puntos de la presa y sus alrededores, desde aguas superficiales, hasta aguas subterráneas, aguas arriba y aguas abajo. Además se deben de llevar a cabo pruebas y monitoreo de estrategias de cierre, incluyendo el tratamiento en las pendientes y los recubrimientos.

⁹ Capas delgadas con un máximo de secado

Cierre y post-cierre

La fase más crítica del ciclo de vida de una presa de jales es sin duda el cierre, por todo el impacto ecológico que conlleva. Cuando la presa se llena, se deja de usar, y como los jales son finos el viento los arrastra, de tal modo que el cierre de una presa de jales debe ser una operación bien planeada. El cierre de la presa debe estar contemplado dentro del plan de cierre de la mina, con el propósito de asegurar el bienestar de las comunidades aledañas y la salud de su población.

Los conceptos de ingeniería previa al cierre deben probar que el proyecto de cierre es seguro y costeable, para ello se deben hacer las consideraciones geotécnicas pertinentes para asegurar la estabilidad de la superficie, mediante tratamientos y cubiertas que eviten la contaminación directa. El uso que se le dará al suelo post-cierre debe ser tomado en cuenta desde la fase de diseño.

Dentro de la evaluación financiera del cierre se debe de establecer un rango de costos, determinar las dimensiones, especialmente el espesor de la cobertura de la presa. Dentro de las consideraciones, se deben tomar las medidas pertinentes para que en caso de un desastre natural no haya una contaminación.

La documentación con la que se debe de contar son principalmente los cronogramas tanto de la fase de diseño y construcción, como de monitoreo y mantenimiento posterior al cierre.

Además se deben evaluar los riesgos del proyecto de cierre, por lo que se debe implementar un plan de monitoreo y mantenimiento post-cierre, principalmente para medir los indicadores del impacto ecológico, principalmente cantidades de solutos y velocidades de revegetación.

Condiciones de seguridad

Es muy importante monitorear perfectamente las condiciones de seguridad durante el tiempo de vida de la presa. El bordo debe estar diseñado de tal manera que nunca falle, el material debe ser adecuado al planteamiento del diseño para el tipo de presa. El terreno debe estar preparado de tal manera que no tenga grietas que ocasionen filtraciones; además el terreno debe ser firme, de tal manera que sea capaz de soportar el peso del futuro contenido de la presa. Dentro de los cuidados posteriores, es importante prevenir la erosión mediante la adecuada reforestación de la presa, pero lo más importante es prevenir la contaminación colocando una capa de arcilla sobre la presa.

Problemática ambiental

Así como la minería contribuye enormemente al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), de igual manera contribuye a la contaminación de los ecosistemas que se ven afectados por esta actividad. La población en general, y los activistas ambientales principalmente, están totalmente en contra de la actividad minera, debido a la contaminación que generan las presas de jales. El impacto ambiental que se tiene es a dos niveles:

- Aguas superficiales
 - Interrupción y desvíos de flujos
 - Erosión y arrastre de material
 - Inundación
 - Contaminación por descargas accidentales
- Aguas subterráneas
 - Modificación de los flujos por labores subterráneas o tajos abiertos
 - Contaminación por infiltración de soluciones

Por lo que se deben tomar acciones de predicción, prevención y tratamiento de drenaje ácido de mina.

Predicción de generación de drenaje ácido

- Pruebas estáticas: conteo ácido base
- Generación neta de ácido
- Celdas in situ
- Pruebas Cinéticas
- Columnas de lixiviación

Prevención

- Separación de materiales generadores
- Encapsulación e impermeabilización
- Gestión de agua
 - Desvíos
 - Inundaciones
 - Sellado de galerías

Tratamiento

- Tratamiento activo
 - Adición de cal
 - Sedimentación
- Tratamiento pasivo
 - Drenes de caliza
 - Humedales

En caso de presentarse algún accidente, es necesario tomar en cuenta algunas técnicas operacionales emergentes.

En resumen, los criterios para planear el cierre de una presa de jales son:

- Seguridad de la población
- Estabilidad física de la presa

- Estabilidad geoquímica de la presa
- Reducción o eliminación de impactos ambientales
- Mitigación de impactos sociales
- Planteamiento para el posible uso posterior del suelo

Tratamientos pasivos de agua de mina¹⁰

Se trata de mejorar la calidad del agua mediante fuentes energéticas provenientes de procesos naturales (gravedad, acción bacteriana, luz solar), con el objetivo de intensificar los procesos de mejora de calidad de agua dentro de un sistema de tratamiento. Pueden ser:

- Sistemas tipo "humedal" (Humedales de sustrato orgánico)
- Sistemas pasivos de medio inorgánico (Drenes calizos en condiciones oxidantes)
- Sistemas de flujo subsuperficial con actividad bacteriana sulfato reductora (Barrera reactiva permeable)

Otra técnica de remediación es la fito remediación, que puede consistir en:

- Fito extracción
- Fito estabilización

10 (CAMIMEX, 2012)

Gestión de jales mineros¹¹

Los jales pueden ser de diferentes consistencias, y debido a su naturaleza se pueden reutilizar con diversos fines, así que se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Jales espesados
- Pasta
- Relleno de tajos mineros
- Relleno de galerías de minas subterráneas

Los jales deben ser manejados de tal manera que su almacenamiento en presas sea adecuado, mediante su correcto diseño, operación, y cierre, para la posterior rehabilitación de la zona afectada, y de esta manera el desarrollo del proyecto vaya acorde a los compromisos de la compañía. Cada etapa durante el ciclo de vida de los jales debe ser debidamente documentado mediante reportes, que conformen el plan de gestión de jales, el cual es un documento dinámico, sujeto a cambios y adecuaciones según lo vaya requiriendo el proyecto. Este proyecto de gestión de jales debe ir acorde a la escala del proyecto, para ello se requiere llevar a cabo estudios previos de los jales, donde se identifique y se cuantifiquen los valores clave del desempeño:

- Demanda de agua
- Minimización de drenaje ácido
- Generación de salinidad
- Impacto sonoro y visual

Además es importante apearse a la legislación sobre diseño, y la operación de una presa de jales, como por ejemplo la “Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la

¹¹ (Gidahatari Agua, 2012)

caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación, y post-operación de presas de jales¹².

Pasos a seguir en el manejo de jales

Definir parámetros de operación

- Plan de ciclo de vida de la mina
- Topografía del lugar
- Áreas de captaciones hidrológicas
- Datos históricos de precipitaciones y evaporación
- Volumen proyectado y velocidad de producción de los jales
- Características físico-químicas de los jales
- Calidad y precio del agua
- Parámetros geotécnicos de los materiales de construcción
- Datos sísmicos

Identificar todos los posibles sitios de ubicación de jales (Este paso permite una evaluación de riesgo, y permite predecir si los volúmenes de almacenamiento son adecuados)

- Opciones para maximizar la recuperación del agua y la consolidación de los jales
- Rotación de descarga de jales entre celdas múltiples de almacenamiento para reducir la velocidad de crecimiento y maximizar la densidad consolidada.
- Esterilización del yacimiento
- Potencial de drenaje ácido o salinidad
- Impacto en alguna falla en la contención del relave
- Sitio de rehabilitación

12 (Secretaría de Economía, 2004)

Realizar un balance hídrico

- Evaluar el impacto de diferentes disposiciones de jales y opciones de almacenamiento como una función de varios escenarios, precipitación, y abastecimiento de aguas.
- Este paso recomendará un diseño conceptual de la presa de jales y preverá una evaluación del riesgo de varias opciones de drenaje y almacenamiento.

Opciones de drenaje

- Tipos de drenaje
 - Convencionales
 - De alta velocidad
 - Filtros a presión
 - Filtros al vacío
 - Centrifugas
 - Ciclones
- Consideraciones
 - Requerimientos actuales y futuros de los jales
 - Galerías para la disposición de jales que requieran distintos métodos de drenaje
 - Tecnologías empleadas en sitios similares

Evaluación del costo neto

- Costos asociados a la ubicación de los equipos de espesamiento y el sitio de almacenamiento
- Opciones de transporte
- Precios de productos consumibles
 - Reactivos
 - Agua

Evaluación final

- Priorizar opciones
- Recomendar el espesamiento de jales optimo
- Mejor opción de transporte
- Mejor opción de almacenamiento

Gestión del agua en minería¹³

La gestión efectiva de la cantidad y calidad del agua es clave en una gestión responsable de los jales.

Para llevar a cabo una buena optimización del agua es necesario tener ciertas consideraciones durante el ciclo de vida de la presa:

- Disponibilidad de agua con calidad aceptable
- Usuarios principales del agua
- Valor del agua para la comunidad
- Necesidad de recuperación de agua y/o reactivos
- Cantidad de flujo bombeado y sus distancias
- Reducción o incrementos en evaporación (balance hídrico para determinar si hay un déficit o un superávit)
- Minimizar los drenajes ácidos
- Control de las descargas de contaminantes con los jales
- Tratamiento de aguas y efluentes
- Reducción de la infiltración al agua subterránea
- Reducción del riesgo asociado a las presas

La minería compite por los recursos hídricos con otros sectores (como el agrícola, el residencial, el industrial, y el propio ecosistema), por lo que es importante resaltar que la industria minera sea considerada una industria que lleva a cabo una gestión muy eficiente del agua, para poder tener acceso continuo a un recurso tan limitado.

Dependiendo del sitio, la mina se puede enfrentar con escasez de agua o agua de baja calidad. Por tanto, la recuperación de agua de los jales resulta en una menor demanda de agua de fuentes naturales; además permite la recuperación de reactivos valiosos que no terminarían afectando al medio ambiente (como el cianuro).

¹³ (Gidahatari, 2012)

Conforme los jales se van secando, algunos que contienen sulfuros tienen el potencial de oxidarse y causar drenajes ácidos o riesgo de infiltración. La infiltración de la lluvia puede arrastrar los productos de oxidación, aumentando la contaminación de los cuerpos de agua subterráneos.

El agua de jales puede contener químicos residuales (cianuros) que pueden volverse ácidos o alcalinos para el reúso en procesos productivos.

Los riesgos de impactar el ambiente son controlados con estrategias efectivas de operación, cierre y rehabilitación.

Es importante que el verdadero costo del agua sea usado para evaluar las opciones de recuperación de agua. Este costo incluye:

- Capital y costo operativo de desarrollar, operar y mantener los sistemas de abastecimiento de agua.
- El costo ambiental tomando en cuenta el valor de recibir agua de humedales, cursos, lagunas, y ecosistemas asociados.
- El costo de los usuarios desplazados
- Costos implicados en la afectación de la disponibilidad del agua

Usos del agua durante la fase de operación

El agua se emplea durante diferentes fases de la operación de la mina, con diferentes propósitos, entre los que se encuentran:

- Formar suspensiones en polvo
- Lavado de vehículos
- Proceso de molienda y flotación del mineral
- Transporte y deposición de jales

Balance hídrico

El balance hídrico en presas de jales es una herramienta clave para el cálculo de entradas, salidas, y volúmenes almacenados de agua. Un claro entendimiento del balance hídrico permite la facilidad de establecer los objetivos del diseño y disminuir el riesgo de incidentes relacionados.



Figura 18 Balance hídrico en una presa de jales

El volumen total del agua de los jales y el agua recuperada son las únicas cantidades conocidas con certeza, mientras que la precipitación y la evaporación del agua empozada puede ser estimada de la información climática del sitio.

La escorrentía arrastrada hacia los jales, el almacenamiento superficial de agua y la evaporación de jales húmedos, desecados y secos pueden ser

medidos. Pérdidas por infiltración a través de las paredes son difíciles de determinar y son usualmente estimadas numéricamente.

El nivel de recuperación de agua de los jales depende de la consistencia de los mismos y de la medida de pérdidas de la presa de jales:

Calidad del jal	% de recuperación de agua
Lodos	50-60%
Lodos espesados	60-70%
Pasta de alto slump	80%
Pasta de bajo slump	85-90%

Después de la etapa de cierre, no existen más entradas, sin embargo, la precipitación y la captura de escorrentía puede ser controlada por desvío a un aliviadero.

El agua debe ser manejada a todos los niveles del ciclo de vida de las operaciones de una mina, incluyendo monitoreo antes y después de las operaciones.

Fases operacionales en el ciclo de vida de una mina

El agua es parte integral de todas las operaciones mineras, por lo cual no se puede operar una mina sin un manejo adecuado de los recursos hídricos. La gestión del agua en minería es muy necesaria, y los riesgos y las oportunidades operacionales deben manejarse a nivel corporativo y en campo para asegurar una producción segura, donde el ambiente y la comunidad sean preservados.



Figura 19 Fases operacionales en el ciclo de vida de una mina

Durante la gestión del agua, se debe establecer un plan estratégico para identificar riesgos clave y sus estrategias de mitigación, además de un plan de gestión del agua, que se caracteriza por la identificación y caracterización de los problemas hidrológicos, ambientales y comunitarios.

Los procedimientos operacionales son:

- Actividades operacionales, responsabilidades, implementación de estrategias, auditorías, etc.
- Lista de manuales operacionales relacionados a manejo del agua en cada operación
- Procedimientos para emergencias

Un buen plan de gestión del agua integra la cantidad y calidad del agua, es decir, plantea una visión general de la hidrología del sitio; además registra los objetivos específicos del lugar, y sirve para conocer los requerimientos internos y externos de manejo del agua. Los reportes periódicos son registrados en los procedimientos operacionales y vinculados a los manuales. Se debe actualizar y revisar constantemente.

Previamente se había hablado de las etapas del ciclo de vida de una mina, a continuación se ilustran las actividades de gestión del agua que se llevan a cabo en cada uno de ellos:

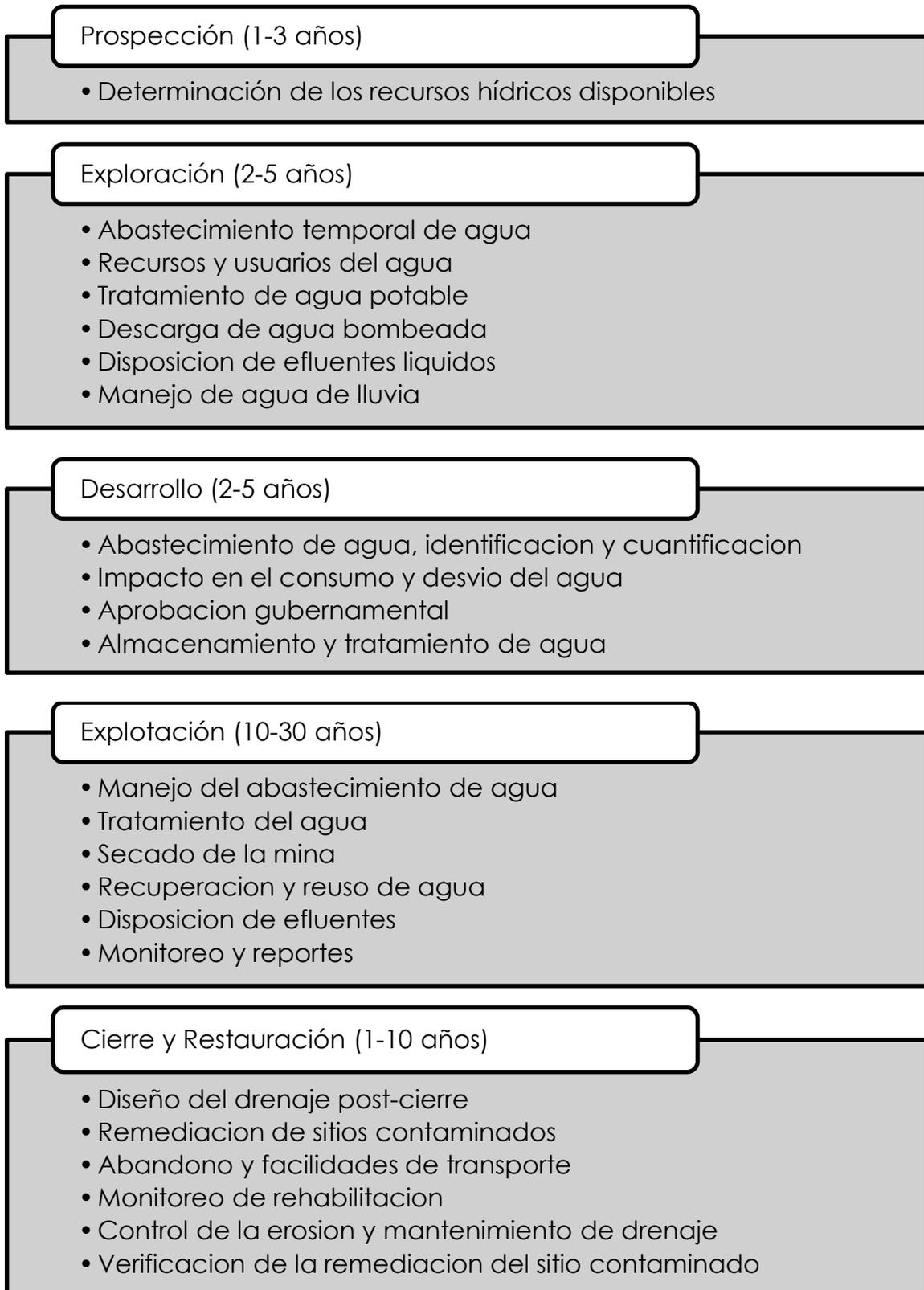


Figura 20. Etapas de gestión hídrica en minas

Recursos hídricos

Existen dos tipos de recursos hídricos:

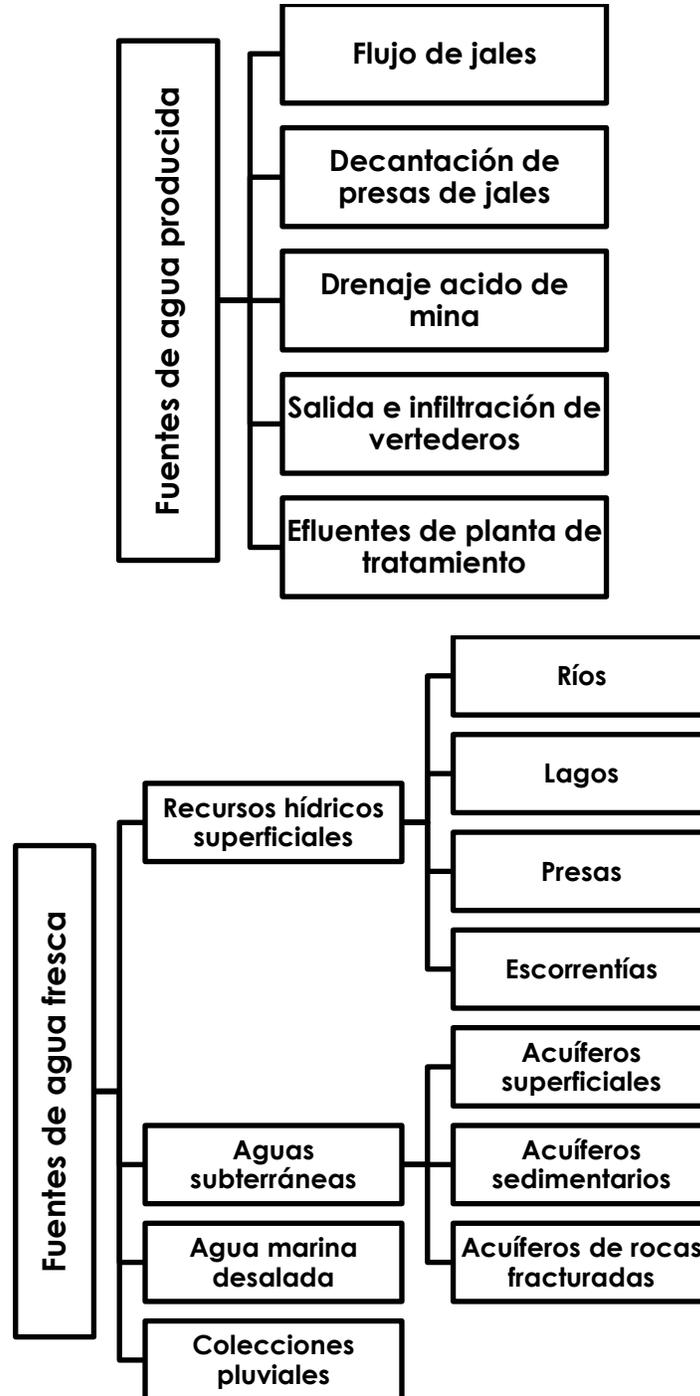


Figura 21. Tipos de recursos hídricos

Para la contabilidad del agua, se tiene que establecer un diagrama del circuito, que contiene información acerca de la infraestructura, propiedades hidráulicas de los componentes y las interacciones entre las infraestructuras y componentes hidrológicos del sitio. Para formular la contabilidad del agua es necesario hacer un balance hídrico.

Las ventajas de la gestión integrada de agua resultan en una operación más eficiente; actualmente existen tecnologías en sistemas computacionales que permiten la evaluación, simulación y manejo del impacto de las operaciones mineras sobre los recursos hídricos.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Objetivo

Identificar y analizar el estado del arte sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, a través de:

- Desarrollar bases de datos de artículos científicos, libros, etc. y filtrar su contenido dejando sólo documentos relevantes sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, y desarrollar una introducción técnica.
- Desarrollar bases de datos de patentes a partir de bases de patentes públicas (USPTO, EPO, Espacenet, IMPI) y filtrar su contenido dejando sólo documentos relevantes a sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales,
- Analizar las diferentes bases de datos, para identificar las tendencias tecnológicas a través de análisis bibliométrico y análisis de trayectorias tecnológicas.
- Analizar la base de datos de patentes Mexicanas, para identificar las tecnologías protegidas en México y los actores preponderantes.

Cabe señalar que la presentación de los resultados se realiza de lo general a lo particular, buscando describir la situación de desarrollo tecnológico y apropiación de tecnología sobre tratamiento, gestión, o recuperación de aguas de presas de jales

Reportes de Búsquedas de patentes temáticas y específicas

Con el objetivo de analizar el estado del arte sobre tecnologías para tratamiento y recuperación de agua en las presas de jales, se realizó una búsqueda de patentes y solicitudes de patente, para presentar el cambio en las tendencias tecnológicas, empleando las siguientes bases de datos:

- Espacenet¹⁴
- USPTO¹⁵

Empleando criterios técnicos relacionados con tratamiento de agua en presas de jales, se obtuvieron los resultados que se muestran en la **Tabla 2**:

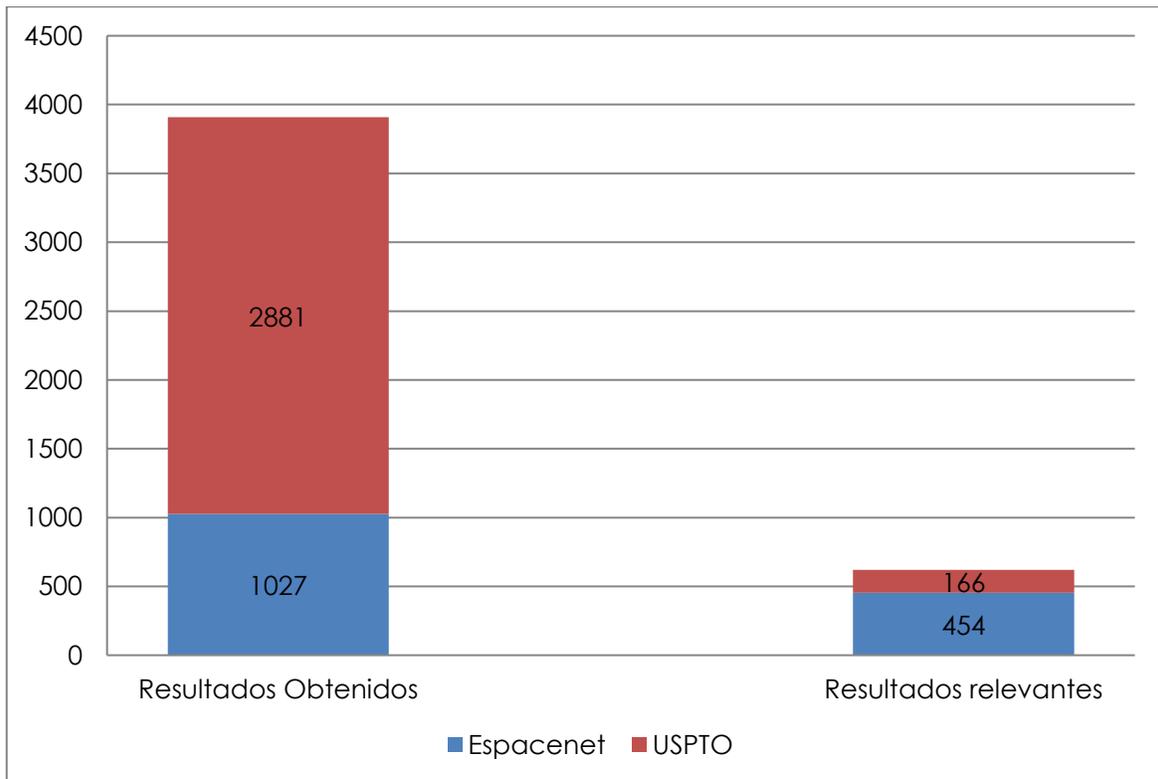


Figura 22. Resultados de la búsqueda en las bases de datos de patentes y solicitudes de patente.

¹⁴ <http://www.epo.org/>

¹⁵ <http://www.uspto.gov/>

Tabla 2 Resultados de la búsqueda en bases de datos de patentes y solicitudes de patente.

Base de datos	Criterio de búsqueda	TOTAL	
		Resultados Obtenidos	Resultados relevantes
Espacenet	Tailings dam en el título o resumen	208	454
	Tailings pond en el título o resumen	364	
	Tailings water mine en el título o resumen	455	
USPTO	ABST/(tailings AND (water AND mine))	74	166
	Tailings AND dam	296	
	Tailings AND "water treatment"	548	
	Mine AND "water treatment"	1644	
	Mine AND "water recovery"	319	
Total		3908	620

Los **3908** documentos obtenidos de la búsqueda en estas bases de datos de patentes se analizaron, se eliminaron resultados duplicados, y se seleccionaron los documentos relacionados a métodos de tratamiento de efluentes de minería para su reutilización, métodos de remoción de contaminantes (principalmente metales pesados) en efluentes mineros, y métodos de remediación ambiental o de gestión de los residuos (jales) para su reutilización; obteniéndose así, un total de **620** resultados relevantes para el objetivo de la presente vigilancia. El procedimiento se ejemplifica en la figura 23.

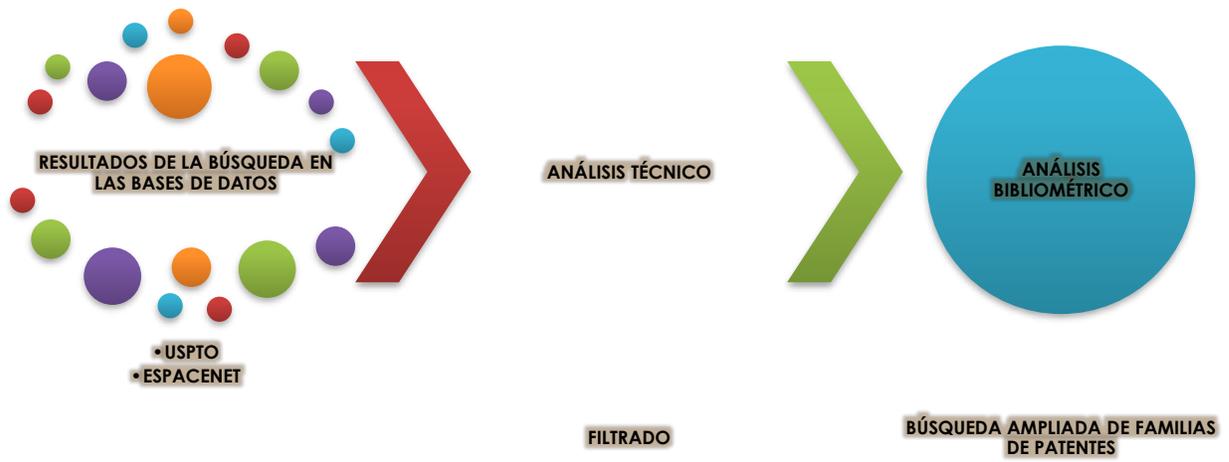


Figura 23. Procedimiento de búsqueda y filtrado de patentes

ANÁLISIS DE PATENTES DIRECTAMENTE RELACIONADAS A TRATAMIENTO O RECUPERACIÓN DE AGUAS DE PRESAS DE JALES

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Para el análisis bibliométrico, el listado de 620 documentos, producto de la búsqueda y el análisis técnico, se sometieron a una búsqueda para obtener la familia completa de documentos de patente, esto con la finalidad de obtener un panorama global de las tendencias tecnológicas en la gestión de jales mineros, obteniéndose de ésta búsqueda ampliada un total de 1780 documentos de patente.

a. ¿Cuándo se han registrado las patentes?

Las **1780** patentes y solicitudes identificadas porque están directamente relacionadas con la tecnología sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, se solicitaron entre 1967 y 2015 Sin embargo, entre 1990 y 2015 se registraron la mayoría de las patentes. Lo que implica un renovado interés en la optimización del tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales y elevar su eficiencia en las últimas tres décadas.

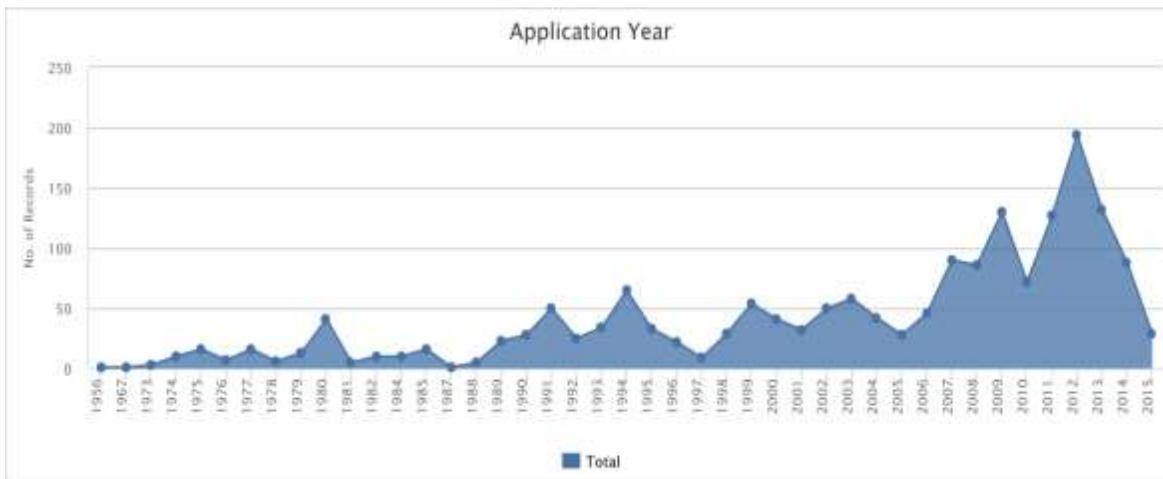


Figura 24. Patentes por año de solicitud

b. ¿Dónde se está inventando la tecnología?

De las 1780 patentes que identificamos como directamente relacionadas con las tecnologías sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, la mayoría de las patentes de prioridad fueron registradas en US (747), China (425), Inglaterra (132) y otros países con recursos mineros mostrados en la figura 25. Cabe recordar que el país de prioridad de las patentes se relaciona con el país de origen de la tecnología, porque generalmente las empresas y las personas registran la primera patente en su país de origen.

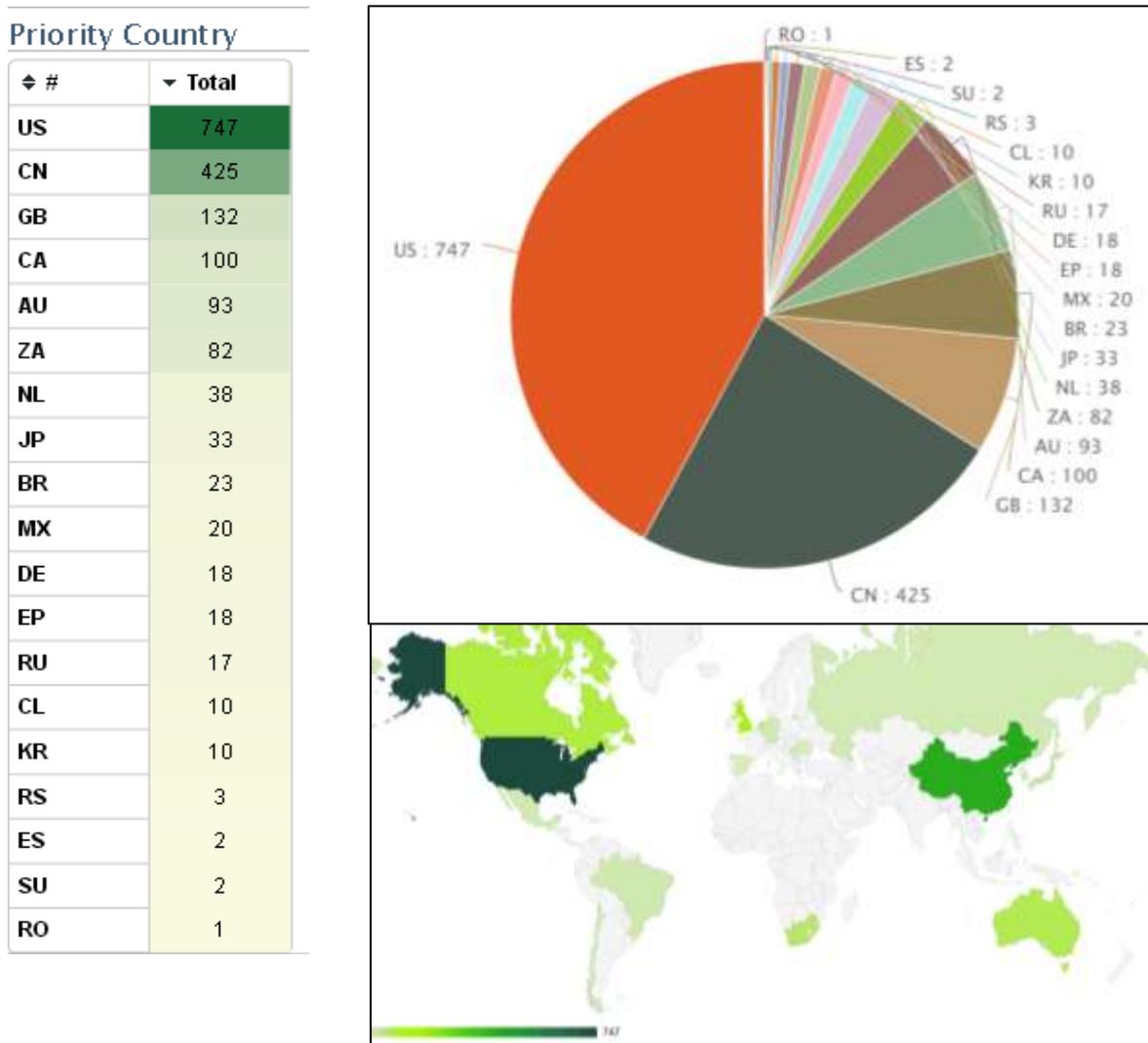


Figura 25. Patentes por país de solicitud de prioridad

c. ¿Dónde se está protegiendo la tecnología?

De las 1780 patentes que identificamos como directamente relacionadas con las tecnologías sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, la mayoría de las patentes fueron registradas y publicadas en China (467), Estados Unidos (344), Canadá (145) y Australia (121) otros países con recursos mineros presentaron menor número de patentes, entre ellas México con solamente 20 patentes. (figura 26)

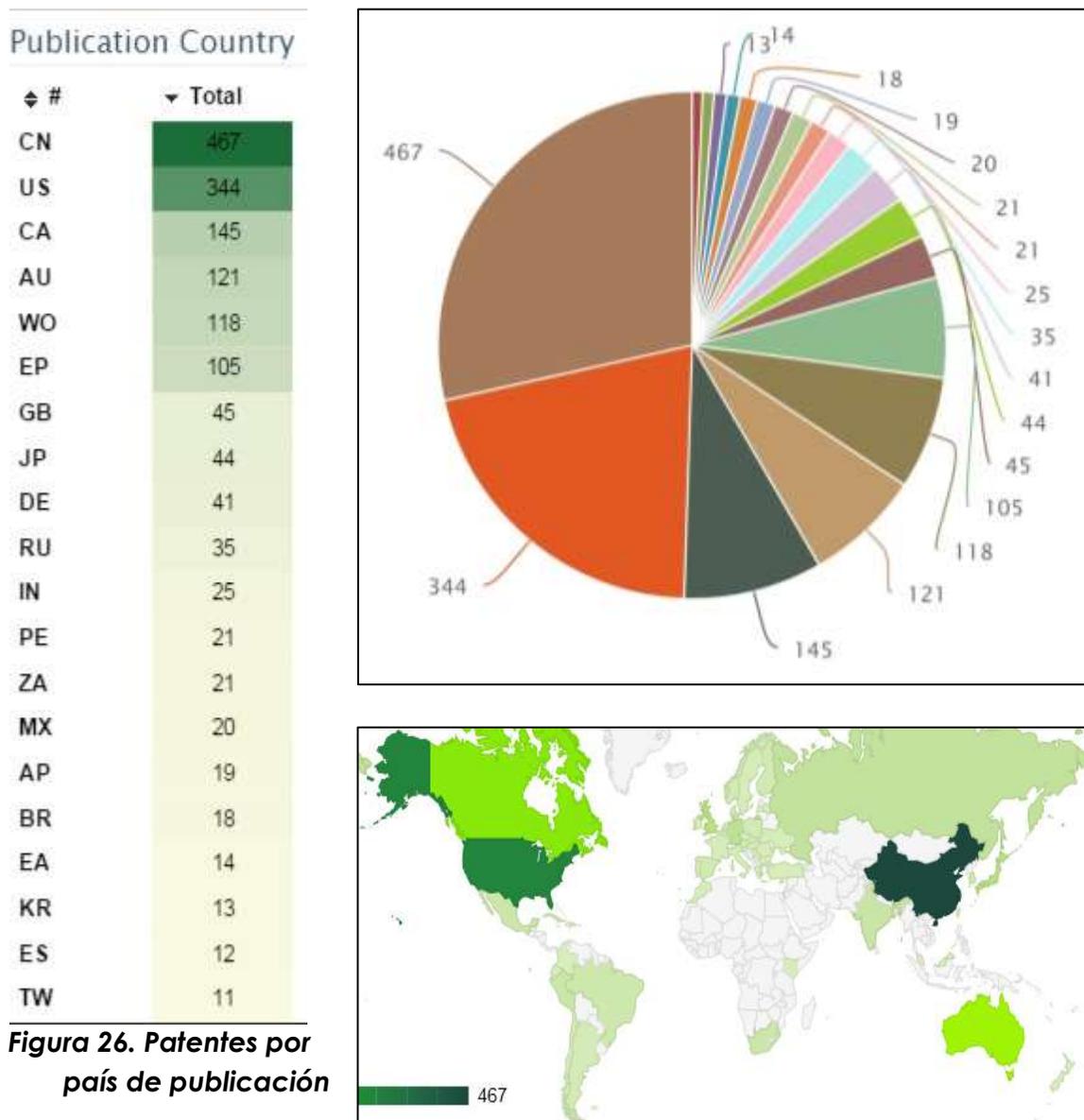


Figura 26. Patentes por país de publicación

Cabe señalar que la publicación de patentes en un país, identifica a las patentes nacionales y extranjeras que lograron pasar los trámites administrativos. Por lo que puede observarse que en China se han registrado adecuadamente el 26% de las patentes del mundo relacionados a con las tecnologías sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales.

Por otra parte, la diferencia entre la publicación de patentes de prioridad contra las patentes publicadas, implica la protección de tecnología desde países extranjeros en cierto territorio. Por ejemplo, de las 467 patentes registradas en China, 418 son de origen local, mientras que 49 provienen de otros países: 25 de US, 6 de UK, 4 de Zaire, 3 de Australia y Canadá y, dos desde Brasil, Japón y México. (Tabla 4)

Tabla 3. Patentes de prioridad Vs extranjeras publicadas

País	Patentes publicadas	Patentes prioridad local	Patentes publicadas con prioridad extranjera
China (CN)	467	418	US=25, GB=6, ZA=4, AU=3, CA=3, BR=2, EP=2, JP=2, MX=2
US	344	266	AU=15, GB=15, ZA=11, CA=7, JP=7, CL=6, MX=6, KR=4, BR=2, DE=2, NL=2, EP=1
CANADA (CA)	145	29	US=74, AU=11, ZA=9, GB=8, JP=7, DE=2, EP=2, NL=2, BR=1
Australia (AU)	121	9	US=61, ZA=16, GB=12, CA=9, CN=3, JP=3, CL=2, DE=2, NL=2, BR=1, EP=1
Europa (EP)	105	3	US=61, AU=14, ZA=9, CA=5, GB=5, BR=2, DE=2, MX=2, NL=2
Gran Bretaña (GB)	45	17	US=17, CA=7, ZA=3, JP=1
Japón (JP)	44	7	US=15, GB=9, CA=8, BR=2, EP=1
Alemania (DE)	41	4	US=15, CA=4, GB=4, ZA=4, JP=3, AU=2, EP=2, NL=2, MX=1
Rusia (RU)	35	17	US=8, AU=2, BR=2, CA=2, MX=2, NL=1, SU=1
India (IN)	25		US=12, GB=6, CA=5, BR=1, MX=1
Perú (PE)	21		US=12, GB=3, CL=2, ZA=2, AU=1, DE=1
Zaire (ZA)	21	3	US=8, GB=4, CA=3, AU=1, EP=1, MX=1
México (MX)	20		US=12, CA=2, GB=2, AU=1, BR=1, EP=1, ZA=1

d. ¿Quién está desarrollando la tecnología?

De las 1780 patentes que identificamos como directamente relacionadas con las tecnologías sobre tratamiento o recuperación de aguas de presas de jales, las 15 organizaciones que más patentes han solicitado y, muy probablemente desarrollado la tecnología se muestran en la Tabla 4:

Assignee	
◆ #	▼ Total
CIDRA CORPORATE SERVICES INC	71
VALE SA	41
HYDROIONIC TECHNOLOGIES CO LTD	38
COMMW SCIENT IND RES ORG	36
PACQUES BV	31
BAUDER RAINER	27
SUNCOR INC	27
CIBA HOLDING INC	25
HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC	24
CIBA SPEC CHEM WATER TREAT LTD	22
LAPORTE INDUSTRIES LTD	21
ROTHMAN PAUL J	20
BOYDEL WASTEWATER TECHNOLOGIES INC	19
UNIV NEW JERSEY	19
YEH RICHARD HSU	17

Tabla 4 Patentes por identidad del solicitante

El causahabiente que ocupa el primer lugar es CiDRA Corporate Services Inc, que es una industria, que se dedica al desarrollo de nuevas tecnologías en sensores para aplicaciones específicas en diferentes sectores industriales, incluida la industria del procesamiento de minerales; y en segundo lugar se encuentra la empresa VALE SA, empresa minera brasileña con presencia internacional.

En cuanto al Top 10 de inventores involucrados en el desarrollo de las 1780 patentes se muestran en la Tabla 5:

Inventor	
◆ #	▼ Total
ROTHMAN PAUL J	71
ADAMSON DOUGLAS H	63
DIDDEN FRANCIS K	63
FERNALD MARK R	63
BAUDER RAINER	50
BUISMAN CEES JAN NICO	48
O KEEFE CHRISTIAN V	48
YEH RICHARD HSU	36
KERSEY ALAN D	35
DYMOND BRIAN	25

Tabla 5 Patentes por identidad del inventor

Por mencionar algunos, Paul J. Rothman es el presidente de CiDRA Minerals Processing, Douglas H. Adamson es profesor asociado del departamento de química de la universidad de Connecticut, y Francis K. Diidden s un ejecutivo de CyVek, y es el fundador, presidente, y CEO de CiDRA Holdings LLC.

ANÁLISIS DE TRAYECTORIAS TECNOLÓGICAS

Sobre la búsqueda de patentes y solicitudes de patente realizada en las bases de datos Espacenet¹⁶ y USPTO¹⁷, empleando criterios técnicos relacionados con tratamiento de agua en presas de jales, se obtuvieron 3908 documentos de patentes. Estos documentos se analizaron, se eliminaron los resultados duplicados, y se seleccionaron los documentos relacionados con el tratamiento de agua, la remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, la recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), la remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien el procesamiento de los jales para su reutilización. A partir del análisis técnico, se obtuvo un filtrado con **620** documentos relevantes, relacionados a tratamiento de agua de presa de jales, incluyendo remoción o recuperación de metales, o bien reutilización de los jales mineros. Estos documentos, tras su análisis, se clasificaron en 3 grupos, dependiendo del contenido en las reivindicaciones:

- **Métodos:** Dentro de éste grupo se incluyeron documentos de patente relacionados con métodos o procedimientos en general, los cuales pueden ser referentes a métodos o procedimientos para el tratamiento de agua, métodos o procedimientos para la remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, métodos o procedimientos para la recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), métodos o procedimientos para la remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien métodos de procesamiento de los jales para su reutilización.

¹⁶ <http://www.epo.org/>

¹⁷ <http://www.uspto.gov/>

- **Sistema/Aparato:** Referentes a sistemas o aparatos cuyo propósito es recuperar/ remover algún contaminante, mediante diferentes operaciones unitarias¹⁸, relacionadas con el tratamiento de efluentes de minería para su reutilización, tecnologías para remediación del entorno, o bien, tecnologías para la remoción o recuperación de los componentes del efluente contaminado.
- **Sustancia o composición:** En ésta categoría se reunieron tanto documentos de patente referentes a sustancias o composiciones con aplicación en el tratamiento de agua, como lo son ciertos compuestos cuya finalidad es la remoción, degradación, o recuperación de algún contaminante, o bien, materiales provenientes del uso de los jales como materia prima (como materiales de construcción elaborados a partir de jales mineros en mezcla con otros materiales).

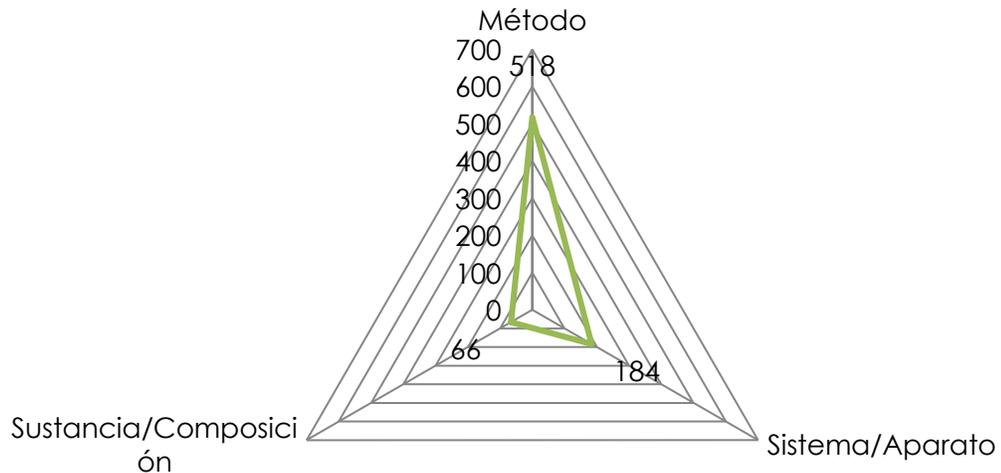


Figura 27 Distribución general de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes

¹⁸ Operaciones basadas en mecanismos de adsorción, filtración, intercambio iónico, etc. Dicha serie de operaciones conforman un proceso.

Como se puede apreciar en la figura 27, la mayoría de los documentos de patente (67%) son referentes a referentes a tratamiento de agua, métodos de remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), métodos de remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien métodos de procesamiento de los jales para su reutilización; además, se observa que la minoría de los documentos de patente analizados se refieren a sustancias, o composiciones químicas, que tienen la finalidad de neutralizar o tratar agua proveniente de minería o presas de jales; o bien, producir a partir de algún componente recuperable de las presas de jales y los efluentes mineros, como cemento o material para bloques de construcción.

Como es de esperarse, algunos de los documentos de patente pueden pertenecer a más de un grupo, por lo que en la Figura 28 se muestra de manera más detallada la combinación entre grupos. Predominan (60%) los documentos de patente que se refieren a métodos de tratamiento de agua, métodos de remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), métodos de remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien métodos de procesamiento de los jales para su reutilización; en un 16% del total de documentos de patente analizados, además de estar referidos a un método, incluyen en el alcance de sus reivindicaciones algún aparato o sistema que complementa el método descrito en el cuerpo de la patente; un 14% de los documentos de patente analizados son referentes a sistemas o aparatos auxiliares en el tratamiento de efluentes mineros, o la remoción o recuperación de algún componente; el 8% de los documentos de patente están relacionados a una sustancia o composición química

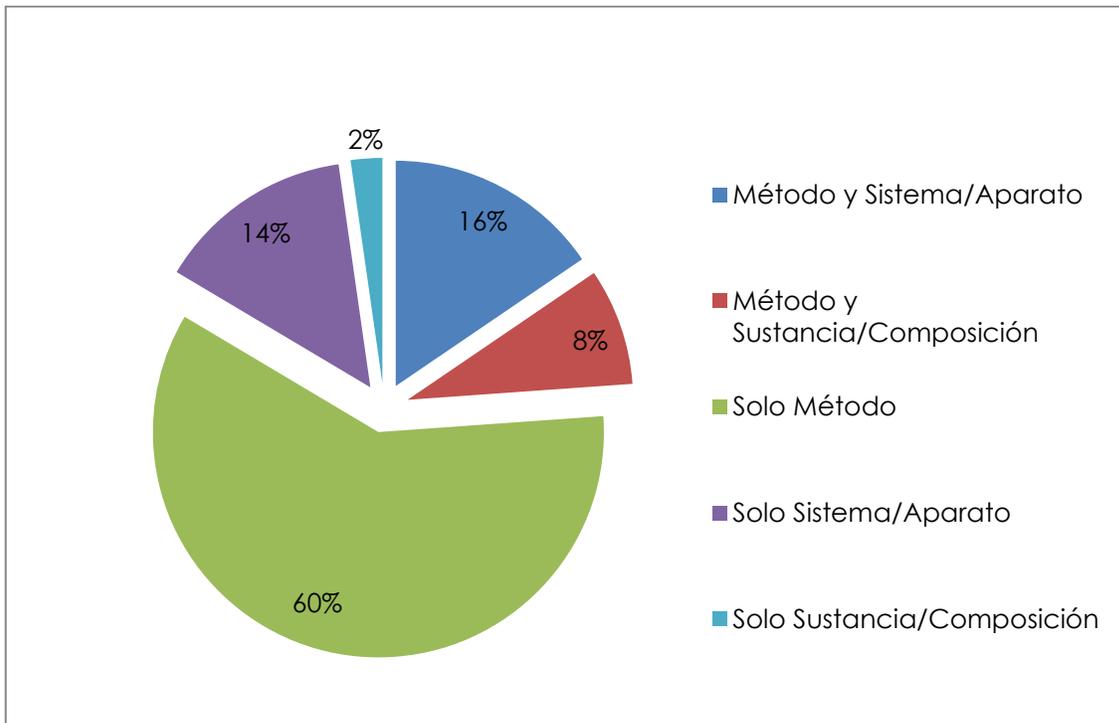


Figura 28 Distribución de los grupos en los que se categorizaron los documentos de patente relevantes

asociada a un método de tratamiento de agua, métodos de remoción o neutralización de contaminantes (que suelen ser principalmente metales pesados) de efluentes mineros, recuperación de minerales valiosos (como oro, o tierras raras), métodos de remediación de zonas que han albergado presas de jales, o bien métodos de procesamiento de los jales para su reutilización; solamente un 2% de los documentos de patente analizados se refieren específicamente a una sustancia o composición química, ya sea para tratamiento de agua, recuperación o remoción de algún componente del efluente minero, o bien algún producto del reciclaje de los jales mineros. (figura 28)

Diversidad de efluentes a tratar

Dentro de los documentos de patente, se identificó que existe un interés no solo en la recuperación del agua, sino en el tratamiento del entorno en el cual se encuentra la presa de jales, como lo es la remediación del suelo, o bien, la reutilización de los finos presentes en el cuerpo de agua que alberga la presa de jales, para su aprovechamiento, principalmente en la manufactura de bloques para la industria de la construcción, o composiciones cementicias. (figura 29)

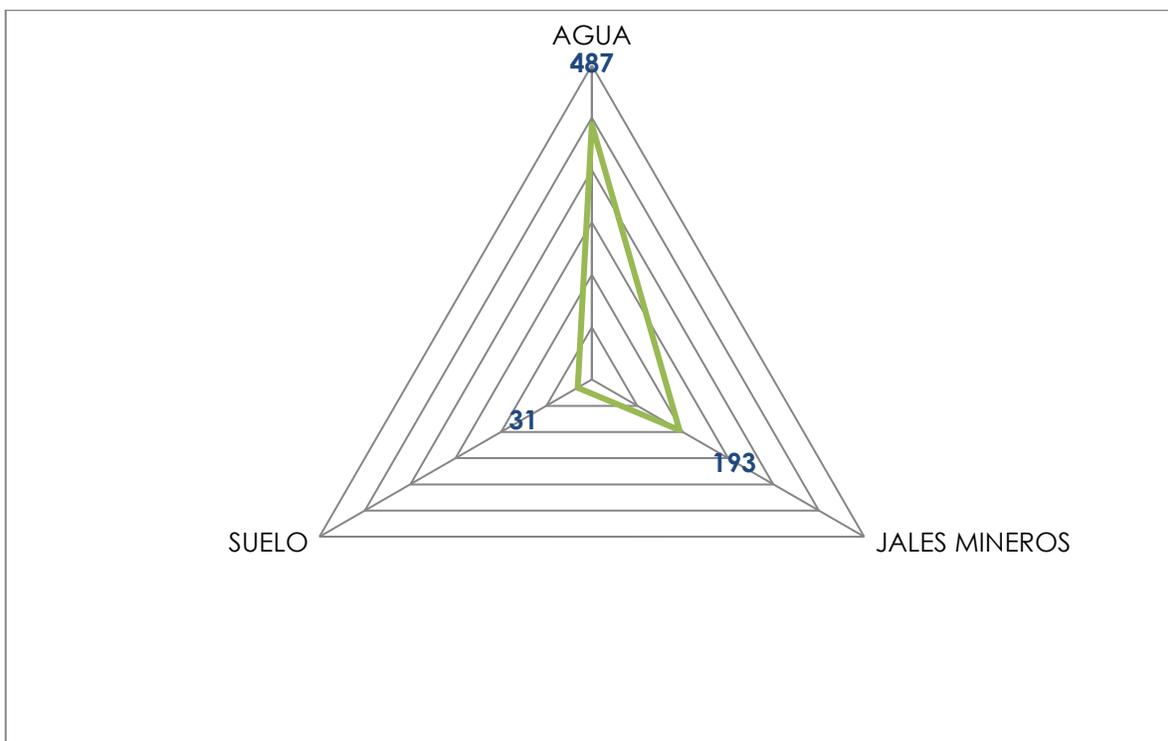


Figura 29 Materia sobre la que es aplicable la invención descrita en los documentos de patente

Los métodos de tratamiento o remoción de contaminantes, o bien los equipos, sistemas, o composiciones para llevar a cabo dichos procesos, pueden ser aplicables a diferentes tipos de efluentes contaminantes, provenientes de diversas industrias, no exclusivamente efluentes de

procesos mineros, ya que los efluentes contaminados pueden tener diferente origen, y presentar un mismo contaminante de interés, por ejemplo, metales pesados. Es común encontrar metales pesados en efluentes tanto de minería (presas de jales), como de diferentes industrias (electro-plateado, pintura, etc.), incluso en aguas municipales. Del mismo modo, los contaminantes van permeando hacia los mantos acuíferos subterráneos, contaminando más allá de los alcances que debería de tener la actividad minera misma. Debido a esto se clasificó el origen de los efluentes a los que se refieren los documentos analizados, y se encontró que solamente 540 de los documentos analizados se refieren exclusivamente a efluentes de minería, y el resto (80) son aplicables al tratamiento de otro tipo de cuerpos de agua contaminados, tales como aguas municipales, efluentes industriales, etc. Cabe destacar que 2 de los documentos de patente analizados se refieren al tratamiento de agua procedente de un manto subterráneo, el cual ha sido contaminado debido a la actividad minera de la zona. Es importante mencionar que no todos los documentos de patente se referían exclusivamente al tratamiento de jales mineros, siendo el 87% de ellos referentes únicamente al tratamiento de efluentes mineros, el resto de los documentos de patente se relacionan con efluentes mineros y otros cuerpos de agua. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la distribución de los documentos de patente analizados.

Una minoría de los documentos analizados (3) hablan sobre tratamiento de agua que se haya empleado en procesos de fotografía, y se haya contaminado con las soluciones¹⁹ que para ello se emplean (3 documentos). Y se encontraron 6 documentos, dentro de la base de datos

19 Las soluciones fotográficas pueden contener metales pesados.

analizada, que hablan además de tratamiento de agua de mar. (Figura 31)

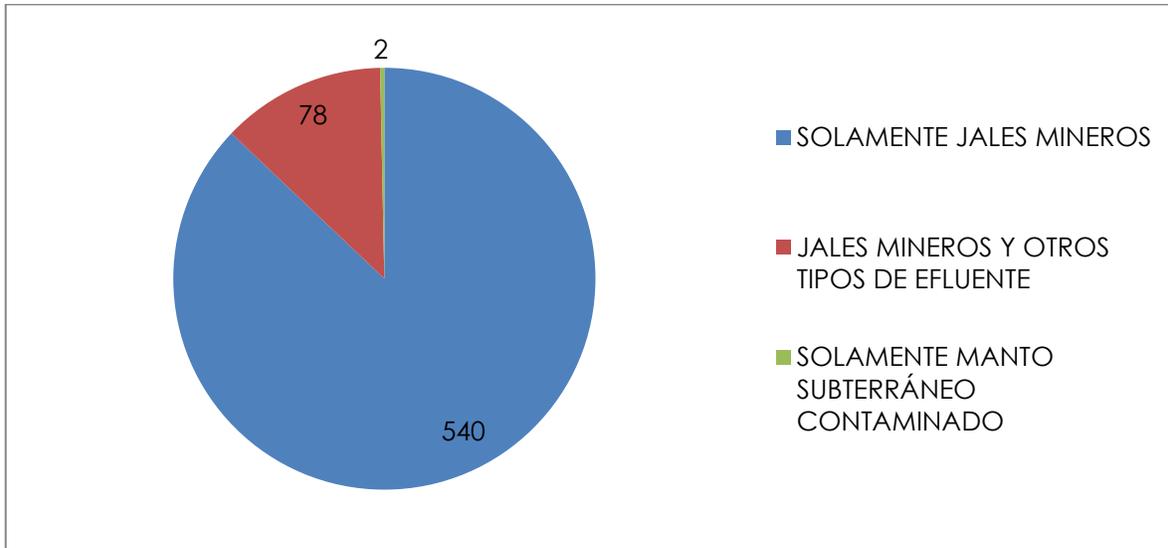


Figura 30 Diversidad del origen del efluente a tratar

Dentro de los documentos de patente analizados en los que se menciona que el método, la sustancia, o el aparato, pueden servir para tratar otro tipo de cuerpos de agua, se encuentran:

- Efluentes industriales
- Aguas municipales
- Manto subterráneo contaminado
- Agua de mar
- Soluciones fotográficas

La distribución que muestra la diversidad de efluentes a tratar que se mencionan en los documentos de patente analizados se puede observar en la Figura 31. Como se puede apreciar, los métodos de tratamiento, sustancias o composiciones, y sistemas o aparatos para éste fin, suelen ser aplicables también en gran medida a efluentes industriales, debido a que en ambos campos es común la contaminación por metales pesados;

también se encontraron en los documentos de patente analizados, aunque en menor medida métodos de tratamiento, sustancias o composiciones, y sistemas o aparatos, en común para el tratamiento de aguas municipales.

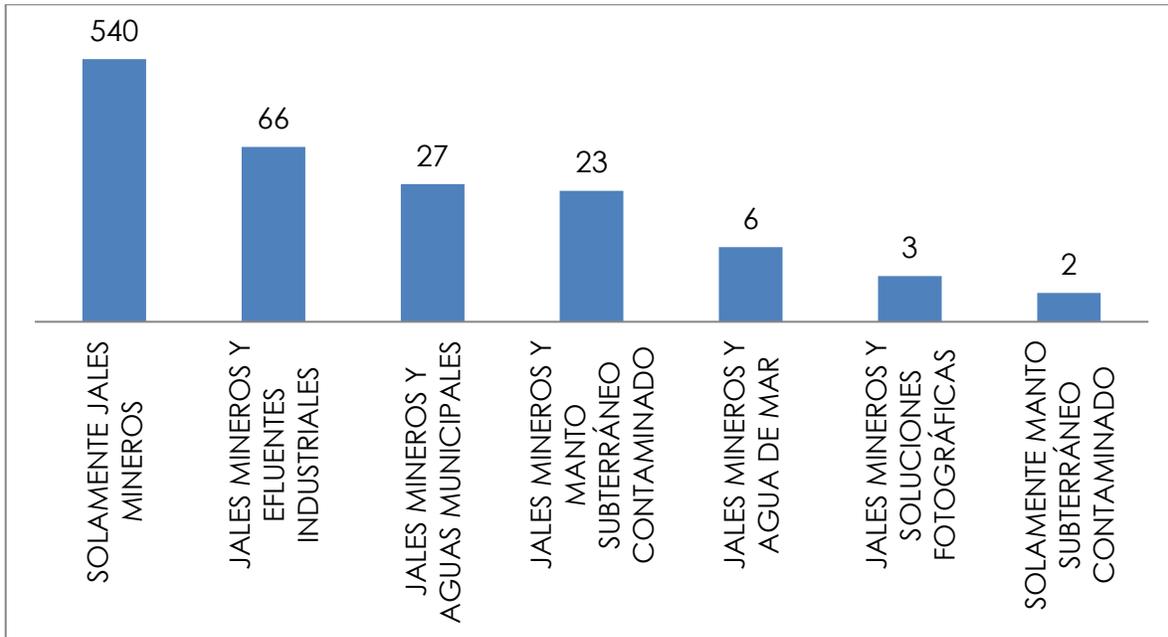


Figura 31 Diversidad del origen del efluente a tratar (II)

Aplicación principal de la invención

En el análisis técnico de los documentos de patente, se identificó cual era el propósito de la invención (Figura 32), y la distribución quedó de la siguiente manera:

- El 46% de los documentos de patente analizados se enfocan al tratamiento de agua o suelo mediante la remoción de los contaminantes (principalmente metales pesados), o bien la neutralización del entorno, sin embargo el 16% de los documentos analizados también se enfoca en la recuperación de dichos contaminantes, principalmente oro y tierras raras, para su aprovechamiento.

- El 15.6 % de los documentos de patente analizados describían algún método para reutilizar los jales provenientes de efluentes mineros, o bien la síntesis de algún material a partir de los mismos, principalmente cemento, y bloques para la industria de la construcción, lo que muestra una preocupación por el aprovechamiento de los jales, para minimizar su almacenamiento en el ambiente lo cual provoca contaminación debido a las filtraciones hacia mantos acuíferos subterráneos y acumulación de metales pesados y sustancias tóxicas como el arsénico en las zonas que alguna vez han sido presas de jales.
- El 15.1% de los documentos están relacionados o bien describen métodos para la construcción segura de presas de jales, reutilizando en algunos casos los mismos jales apilados y compactados para la creación del muro de contención, o bien, métodos para ir compactando los finos para aumentar la capacidad de almacenamiento de la presa.

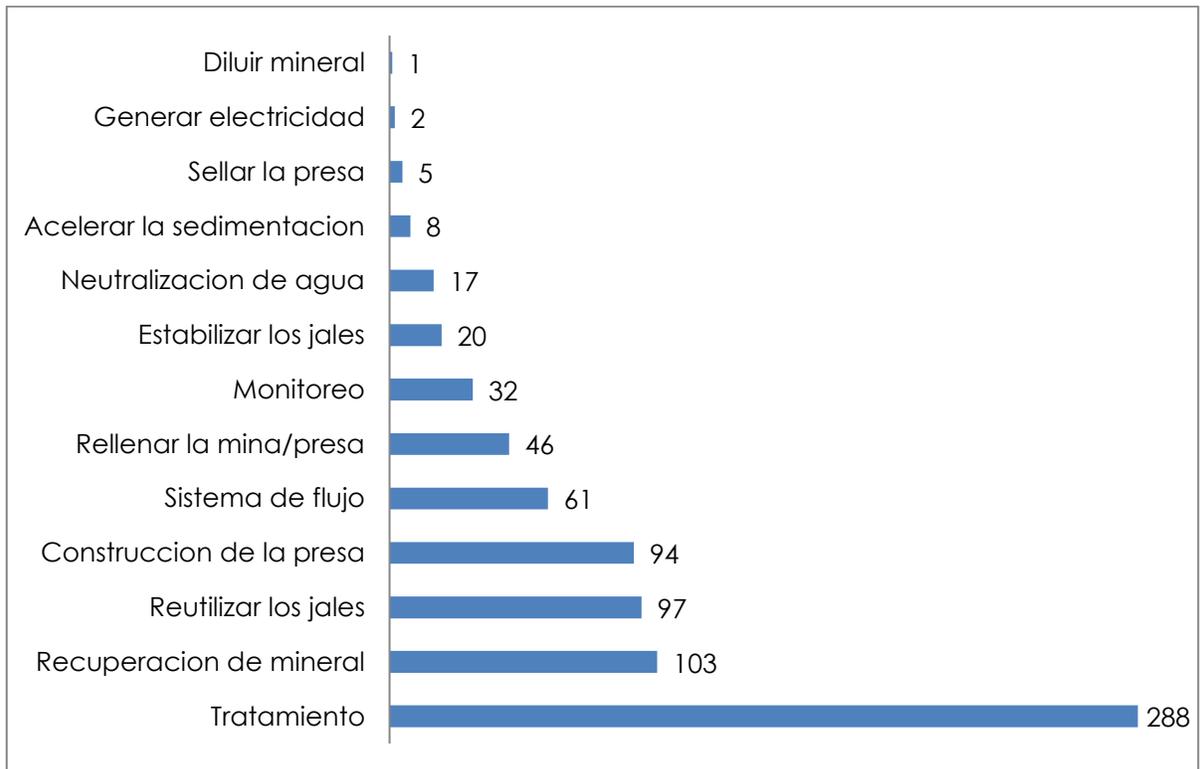


Figura 32 Propósito de la invención

- El 10% de los documentos describen métodos o sistemas de drenaje, tuberías, o bombas, resistentes a las condiciones extremas (principalmente ácidas) de los efluentes mineros.
- El 7% de los documentos está referido a métodos para rellenar las presas de jales, y posteriormente remediar el entorno mediante revegetación o urbanización de la zona.
- El 5% de los documentos describe métodos de monitoreo de las presas de jales, principalmente para evitar exceder la capacidad de la presa, o bien muestrear los jales, etc.
- El 3% de los documentos describe procedimientos para estabilizar los jales, incluyendo la gestión de jales que contienen material radiactivo.

- Otro 3% de los documentos de patente analizados hablan de métodos para la neutralización de los efluentes ácidos de minería que posteriormente se almacenan en las presas de jales
- El 2% de los documentos se refieren a métodos o equipos para acelerar la sedimentación de los jales; una minoría de documentos (5 documentos de patente) habla de métodos para sellar la presa y evitar que materiales contaminantes se filtren al subsuelo o a mantos freáticos
- 2 de los documentos analizados hablan sobre la reutilización del agua proveniente de jales mineros para generar electricidad, ya sea como sustancia electrolítica, o bien, para operar una planta hidroeléctrica; por último un único documento describe un método para diluir el material contaminante.

Métodos de tratamiento de efluentes

Los métodos de tratamiento relacionados con presas de jales encontrados se clasificaron de la siguiente manera:

- Métodos químicos
 - Principalmente métodos de oxidación-reducción
- Métodos electro-químicos:
 - Generación de electricidad mediante celdas electroquímicas empleando el agua de los jales como electrolito.
 - Electrocoagulación para la remoción o recuperación de ciertos componentes de los jales.
 - Electrodeposición de algunos metales para su recuperación
 - Electroforesis
- Métodos foto-químicos

- Oxidación del material contaminante mediante radiación UV
- Métodos físicos
 - Sistemas de separaciones mecánicas (filtración, flotación, floculación, coagulación, decantación, sedimentación, etc.), o sistemas de adsorción (incluida la emergente técnica de membranas de intercambio iónico por tratarse de un método de adsorción). Se incluyeron los sistemas de separación magnética.
 - Compactación de los jales para la creación de bloques, o bien procesos de sinterizado
 - La reducción de tamaño de los finos presentes en los jales para su posterior empleo en la síntesis de algunos materiales, tales como cemento para la industria de la construcción.
 - Métodos de evaporación o deshidratación de los jales para la recuperación de agua, y el posterior procesamiento y aprovechamiento de los finos.
 - Métodos de monitoreo.
- Métodos biológicos
 - Aquellos que involucran microorganismos, o seres vivos, para llevar a cabo oxidaciones, u otros procesos de tratamiento de agentes contaminantes.
 - Elementos para regenerar el medio contaminado, como lo son ciertas plantas, o proveer el medio para revegetar la zona mediante el uso de los jales como precursor para un fertilizante.

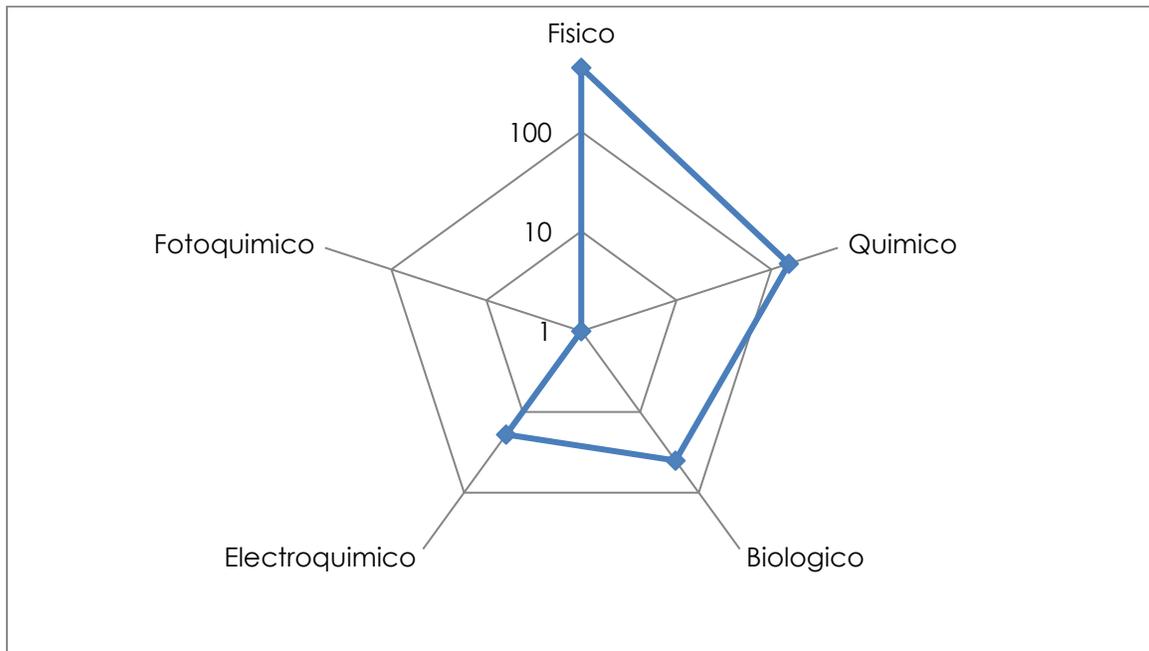


Figura 33 Naturaleza de los procesos identificados en los documentos de patente

De acuerdo al análisis técnico, los métodos físicos son los más comunes, debido a que las técnicas de remediación principalmente consisten en la recuperación de agua, o bien la sedimentación o compactación de los finos, y los métodos más usuales suelen ser métodos de separación mecánica. En segundo lugar se encuentran los procesos químicos, que evidentemente tienen cabida debido a que a veces es necesario llevar a cabo la oxidación de algunos componentes para minimizar su toxicidad. Los métodos biológicos, más que referirse a microorganismos que degradan contaminante, también se refiere a métodos de revegetación de las zonas que previamente albergaron una presa de jales. Cada uno de estos procesos fue explorado a mayor profundidad, indicando las operaciones llevadas a cabo de manera más específica utilizada en cada invención.

Debido a la gran cantidad de documentos de patente analizados, la diversidad de métodos también presenta un gran abanico de operaciones involucrada en la gestión de los jales mineros. Debido al énfasis por

construir presas de jales cada vez más seguras, y aprovechar los finos que contienen material de poco valor económico, predominan los métodos de compactación para la creación de bloques para la industria de la construcción, o su uso para la construcción o ampliación de las presas de jales, así como las técnicas de almacenamiento de los jales son las que más abundan en el listado de las patentes. Le siguen las tecnologías para la separación de componentes, ya sea para su remoción o recuperación, como lo son los procesos de filtración, coagulación, floculación, y adsorción; adsorción y filtración suelen ser procesos involucrados en la emergente tecnología de membranas de intercambio iónico. (figura 34)

El análisis de tendencias tecnológicas, brinda información sobre las metodologías propuestas en dichas patentes y sobre qué temas de interés se están desarrollando tecnologías en el mundo en cuanto a métodos de tratamiento de efluentes de minería para su reutilización, y métodos de remoción de contaminantes (principalmente metales pesados) en efluentes mineros.

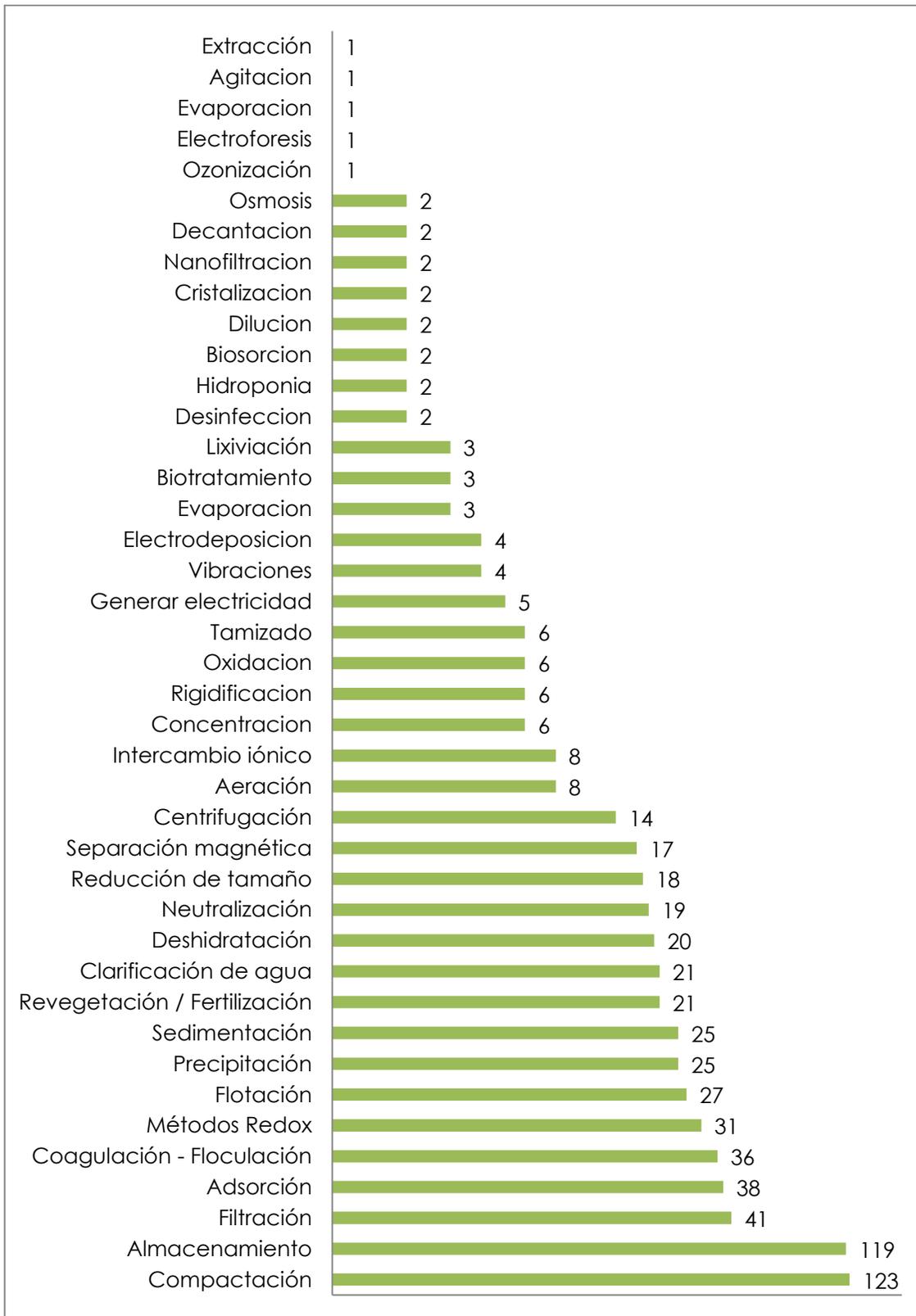


Figura 34 Tipo de operación identificada en los documentos de patente.

PATENTES Y SOLICITUDES EN MÉXICO

Del listado de familia extendida de los resultados obtenidos mediante la búsqueda efectuada por criterios técnicos, se encontraron las siguientes patentes registradas en México.

Tabla 6 Patentes y solicitudes registradas en México

MX2011005766A	SYSTEM AND METHOD FOR WASTEWATER TREATMENT.
MX2011005765A	SYSTEM AND METHOD FOR WASTEWATER TREATMENT.
MX2011005764A	SYSTEM AND METHOD FOR WASTEWATER TREATMENT.
MX2011005763A	SYSTEM AND METHOD FOR WASTEWATER TREATMENT.
MX2008014564A	TREATMENT OF AQUEOUS SUSPENSIONS.
MX2013014416A	SYNTHETIC FORMULATIONS AND METHODS OF MANUFACTURING AND USING THEREOF.
MX154609A	Purification of flotation tailings water[US4248708A]
MX2013003595A	WATER TREATMENT.
MXPA05009477A	TREATMENT OF AQUEOUS SUSPENSIONS.
MX2011008884A	WASTEWATER TREATMENT APPARATUS AND METHOD.
MX2013002900A	A METHOD FOR THE REMOVAL OF ORGANIC CHEMICALS AND ORGANOMETALLIC COMPLEXES FROM PROCESS WATER OR OTHER STREAMS OF A MINERAL PROCESSING PLANT USING ZEOLITE.
MXPA98008451A	PROCESS FOR THE REMOVAL OF TOXIC CYANIDE AND HEAVY METAL SPECIES FROM ALKALINE SOLUTIONS.
MX2010003363A	SELECTIVE SULPHATE REMOVAL BY EXCLUSIVE ANION EXCHANGE FROM HARD WATER WASTE STREAMS.
MX2008008537A	METHODS AND COMPOSITIONS FOR REMOVAL OF ARSENIC AND HEAVY METALS FROM WATER.
MX164877B	EFFLUENT TREATMENT[GB2159141A]
MXPA03007328A	AN APPARATUS AND PROCESS FOR INDUCING MAGNETISM.
MXPA01006638A	PROCESS FOR THE TREATMENT OF WASTE WATER CONTAINING HEAVY METALS.
MX9102144A	Method of capping tailings ponds [US5118219A]
MX167942B	Process for the treatment of effluents containing cyanide and/or other oxidizable substances. [EP0355417A1]
MX2011000919A	PROCESS TO PRODUCE MANGANESE PELLETS FROM NON-CALCINATED MANGANESE ORE AND AGGLOMERATE OBTAINED BY THIS PROCESS.

Además, en 2014 se buscaron solicitudes o patentes mexicanas utilizando el término “presa de jales”, sin que se obtuvieran resultados. Sin embargo se encontraron 10 documentos con la palabra “jales” y 3 con la palabra “relaves”. A continuación se presentan las fichas de dichos documentos:

JALES

Número de concesión : 13631

Número de solicitud : 16250

Fecha de presentación : 13/11/1912

Clasificación : H-3

Título : un aparato para distribuir y depositar los residuos de los establecimientos metalúrgicos.

Resumen : En este invento se combinan un espesador, un tanque de almacenamiento, un distribuidor de jales para funcionar a fin de que los jales queden depositados a la orilla de los terrenos en forma sólida, volviendo el agua excedente del espesador a la hacienda de beneficio.

Inventor(es) : John Van Nostrand Dorr

- **Número de expediente**, PA/a/1995/000410
Número de solicitud : 9500410
Fecha de presentación : 08/12/1994
Clasificación : C02F-001/000
Título : PROCESO DE ELIMINACION Y REGENERACION DE CIANURO DE SODIO EN EFLUENTES MINEROS.
Resumen : Se establece un proceso químico para la eliminación y regeneración de cianuro de sodio presente en efluentes mineros, denominados jales, provenientes de procesos para la recuperación de oro y plata, que emplean el método de cianuración. Como etapa inicial, se requiere un descenso del pH de la pulpa a un rango de 7 - 8 haciéndola pasar, posteriormente, a un reactor aerado donde se desprende el cianuro como ácido cianhídrico gaseoso.
Inventor(es) : IRAM MEDRANO ROLDAN; Prolongación Paseo de la Asun. 304 Fracc. Prados del Sur Aguascalientes Aguascalientes MX 20280; MX

- **Número de expediente**, PA/a/1900/003490
Número de concesión : 2254
Fecha de concesión : 01/10/1901
Clasificación : H-3
Título : Mejora en máquinas para la contracción de los desechos y jales de minerales ó de minerales en general.
(Resumen no disponible)
Inventor(es) : Sperry Edwin A.; US

- **Número de expediente**, PA/a/1904/005406

Número de concesión : 3605

Fecha de presentación : 24/03/1904

Clasificación : H-3

Título : Una solución mejorada, que se emplea en el procedimiento para recoger los sulfuros de los minerales que los contienen.

Resumen : 1. Una solución para beneficiar los minerales de sulfuros, para llevar á cabo la separación de los sulfuros metálicos que contengan, á la que se mezcla una cantidad de ácido sulfúrico ó de cualquiera otra naturaleza, con agua, en la proporción de 1 á un 10 por ciento de ácido, según la cantidad de agua que se emplee. 2. Un medio para separar los sulfuros metálicos de los minerales que los contienen, por medio de la mezcla, en una vasija adecuada, con los referidos minerales, pulverizados de una manera perfecta, de una solución ácida de cualquier fuerza determinada, hasta un 10 por ciento, aplicando el calor á la solución con el fin de hacer que todo el contenido de la vasija se eleve hasta una temperatura que facilite el que los metales se separen de la ganga y se eleven ó suspendan en ó cerca de la superficie. 3. El procedimiento para separar los sulfuros metálicos de los minerales pulverizados de sulfuro, concentrados, residuos y jales, mezclando una solución ácida con los los mismos en una vasija adecuada, agitando el contenido cuando sea necesario, calentándole, depurándole ó separando, ó de otra manera recogiendo los referidos sulfuros de la solución de la superficie ó parte cercana á ella cuando las partículas se elevan, para que se las beneficie después de la manera antedicha.

Inventor(es) : Charles Vicent Potter; GB

- **Número de expediente**, PA/a/1905/006157
Número de concesión : 4300
Fecha de presentación : 24/01/1905
Clasificación : H-3
Título : Invento referente á aparatos para beneficiar los minerales triturados, las lamas, jales y otras tierras de aluvión y lavado, para recoger de ellas los metales y piedras preciosas que contengan.
(Resumen no disponible)
Inventor(es) : Alfred Z. Clark; GB
Titular : Alfred Z. Clark; GB
- **Número de expediente**, PA/a/1928/029024
Número de concesión : 29024
Fecha de presentación : 04/12/1928
Fecha de concesión : 05/12/1928
Clasificación : 15-6
Título : Un horno pra el beneficio de metales, jales y otras substancias.
(Resumen no disponible)
Inventor(es) : Ramón Wecke; DK
Titular : Ramón Wecke; DK
- **Número de expediente**, PA/a/1935/036349
Número de concesión : 36349
Fecha de presentación : 21/10/1935
Fecha de concesión : 28/12/1935
Clasificación : 18-3
Título : Mezcla compuesta a base de "Jales" para toda clase de construcciones **(Resumen no disponible)**
Inventor(es) : Felipe EspotaM. Y David Bustamante; MX

- **Número de expediente**, PA/a/1961/064685

Número de concesión : 67175

Número de solicitud : 64685

Fecha de presentación : 19/10/1961

Fecha de concesión : 22/07/1964

Clasificación : 14-9

Título : PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA EXTRACCION DE METALES PRECIOSOS A PARTIR DE MENAS METALIFERAS O JALES QUE LOS CONTENGAN.

Resumen : La presente invención se refiere a un procedimiento mejorado para la extracción se refiere a un procedimiento mejorado para la extracción de metales preciosos a partir de menas metalíferas o jales que los contengan, que se caracteriza esencialmente por la introducción de gas sulfuroso en pulpas que contengan valores en metales preciosos y mercurio o solamente mercurio, sujetando estas pulpas a lixiviación por una solución del tiosulfato, separando la solución de los sólidos y precipitando los valores disueltos por los métodos usuales.

Inventor(es) : Severiano Espinosa; MX

Titular : Oscar A. Fischer, Severiano Espinosa; US

Titular : Severiano Espinosa; MX

- **Número de expediente**, PA/a/1970/118197

Número de concesión : 121403

Número de solicitud : 118197

Fecha de presentación : 25/03/1970

Fecha de concesión : 02/03/1973

Clasificación : 12-5

Título : MEJORAS EN UN PROCEDIMIENTO DE FLOTACION PARA TRATAR MINERALES Y JALES QUE CONTIENE ESPATOFUOR Y RECUPERAR EL MAXIMO DE FLUORITA.

Resumen : La presente invención se refiere a mejoras en un procedimiento de flotación para tratar minerales y jales que contienen espatoflúor y recuperar el máximo de fluorita, previa separación de los lodos, de las arenas, que consta de las etapas de: trituración o molienda, según el caso, del mineral o jal; eliminar del mismo los sulfuros y hacer flotar la fluorita con un colector, usando un reactivo depresivo para las impurezas; caracterizadas por la separación mecánica de la carga primaria en productos homogéneos (ARENA GRUESA Y ARENA FINA) a fin de obtener un proceso de flotación realmente selectivo, haciendo flotar los productos así separados a fin de eliminar impurezas no deseables, la separación de la carga se efectúa mediante separación de los lados, de las arenas, del material a beneficiar mediante separadores ciclónicos obteniéndose así 2 tipos de arena, esta separación se efectúa en 2 o más etapas.

Inventor(es) : I. H. Lange; US

Titular : Minera San Francisco del Oro, S. A. de C. V.; ND

- **Número de solicitud** : MX/a/2010/006634

Fecha de presentación : 15/06/2010

Clasificación : <i>C10B57/02</i> (2006-01)

Título : PROCESO PARA RECUPERAR OXIDOS DE FIERRO DE JALES RESIDUALES GENERADOS EN LA PRODUCCIÓN DE OXIDOS DE FIERRO DE ALTA PUREZA, CON PRODUCCIÓN LATERAL DE ACIDO FOSFÓRICO

Resumen : Este proceso se refiere a la recuperación de óxidos de fierro, con producción lateral de ácido fosfórico grado mercantil, utilizando como materias primas: Jales residuales obtenidos en los procesos de producción de óxidos de fierro de alta pureza, ácido sulfúrico y óxido de calcio. El primer paso del proceso consiste en una lixiviación ácida de los residuos para eliminar de ellos carbonato de calcio y fosfato tri cálcico y ya eliminadas estas impurezas, se hace posible recuperar, por flotación inversa, óxidos de fierro y separar sílice y otros compuestos de sodio y potasio que también contienen los Jales. Con los lixiviados que contienen fosfato mono cálcico, se produce ácido fosfórico mercantil, cuando este se precipita con una lechada de cal y se alimenta a una planta tradicional de ácido fosfórico operada con ácido sulfúrico.

Inventor(es) : JOSE CABELLO FUENTES; Noruega #267 lote, Col. Villa Olimpica,

25230, Saltillo, Coahuila, MEXICO

RELAVES

- **Número de solicitud** : MX/a/2007/007191

Fecha de presentación : 14/06/2007

Prioridad (es) : CH1547/2006 19/06/2006

Clasificación : <i>D21C9/00</i> (2006-01)

Título : UN PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA CONCENTRAR MATERIALES HIDROFOBOS MEDIANTE FLOTACION QUE CONSTA DE DOS DISPOSITIVOS QUE OPERAN EN SERIE.

Resumen : Un procedimiento y aparato para concentrar materiales hidrófobos mediante flotación que consta de dos dispositivos que operan en serie. El primer dispositivo efectúa las funciones de alimentación del gas y la pulpa, generación de burbujas y provocar su encuentro con las partículas hidrófobas a concentrar. El segundo dispositivo efectúa las funciones de separación y evacuación de la pulpa acuosa con los materiales que tienen afinidad por el agua. El dispositivo mezclador gas-pulpa contiene en su interior medios mezcladores sólidos, preferentemente de forma esférica y peso específico inferior al de la pulpa a procesar. La generación de burbujas y su contacto con los materiales hidrófobos se produce al pasar el gas y la pulpa entre los intersticios de los medios mezcladores que tienen libertad discreta para moverse en su interior. La separación de espuma se efectúa en un estanque sin sistemas motorizados de agitación cuyo volumen permite un tiempo de resistencia de la pulpa en un rango entre 20 y 60 segundos. Este estanque está provisto en su parte superior de labios de rebalse y canaletas receptoras de espuma. La descarga de las colas o relaves se efectúa a través de uno o más tubos de descarga ubicados en el fondo inclinado y cuyo flujo es controlado mediante válvulas. La

selectividad de la concentración se controla variando la profundidad a la que el burbujeador descarga en el estanque separador de espuma.

Solicitante(s) : DANIEL ZVONIMIR URIZAR FUNES; Santa Lucía 330, Piso 6,
Santiago, CHILE

Inventor(es) : DANIEL ZVONIMIR URIZAR FUNES; Santa Lucía 330, Piso 6,
Santiago, CHILE

- **Número de concesión** : 179323

Número de solicitud : 9102144

Fecha de presentación : 19/11/1991

Prioridad (es) : US672836, 21/03/1991

Clasificación : E21F-005/000

Título : MOTODO PARA TAPAR ESTANQUES DE RELAVES.

Resumen : Se muestra un método para tapar un estanque de relaves, del tipo que recibe un efluente acuosos que contienen finos, de un proceso industrial. Se prepara una formulación mineral mediante el mezclado de cal, un componente puzolánico, un componente de sulfato y agua, entre sí. La formulación mineral se aplica a la superficie del estanque de relaves que contienen finos, y se deja endurecer para formar un revestimiento superficial sobre el estanque de relaves.

Inventor(es) : DANIEL D. WALKER, JR.; HEERSON NEVADA /US

- **Número de concesión :** 189496

Número de solicitud : 9306597

Fecha de presentación : 22/10/1993

Prioridad (es) : CL1195-92, 23/10/1992

Fecha de concesión : 30/07/1998

Clasificación : B03D-001/00

Título : COMPOSICION ACTIVADORA-ESPUMANTE DE BUENA SELECTIVIDAD, QUE SE PUEDE APLICAR COMO REACTIVO COMPLEMENTARIO PARA LA FLOTACION DE MINERALES DEL TIPO SULFUROS FINAMENTE MOLIDOS Y EN EL TRATAMIENTO DE RELAVES DE FLOTACION COMO REACTIVO

Resumen : La presente invención se refiere a una composición activadora-espumante, de buena selectividad que se puede emplear como reactivo complementario para la flotación de minerales de sulfuro finamente molido y en el retratamiento de relaves de flotación, como reactivo único, caracterizada porque comprende: a) de aproximadamente 1 a 10 por ciento en peso de dicha composición estando comprendida de aceite de pino; b) de aproximadamente 10 a 30 por ciento en peso de dicha composición estando comprendida de sulfuro de sodio (Na_2S) en solución al 10 por ciento; c) de aproximadamente 15 a 36 por ciento en peso de dicha composición estando comprendida de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en solución al 50 por ciento; y d) de aproximadamente 20 a 40 por ciento en peso de dicha composición estando comprendida de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) en solución al 20 por ciento.

Inventor(es) : HECTOR CUADRA FERNANDEZ; CL

Titular : HECU, S.A; ARES BELLO 1615, PROVIDENCIA, SANTIAGO, CHILE; CL

ANEXO 1. INSTRUCCIONES DE USO DE MATRICES DE ANÁLISIS DE PATENTES

Las matrices de análisis de los documentos de patente con las que se desarrollaron los análisis técnicos, se encuentran en el DVD anexo. Estas matrices se pueden utilizar con el fin de que el lector ubique aquella de su interés de forma rápida por temática general o temática de componentes principales. En estas matrices encontramos 5 elementos principales:

1. **Números de patente:** Son hipervinculos que los llevan directamente a la patente en la base de datos por si el lector las requiere ver puntualmente, desde su fuente original.
2. **Títulos de patente:** Son los títulos originales tal y como lo emite la oficina de propiedad industrial receptora de los registros. Puede utilizarse como referencia rápida al contenido del documento. Cabe señalar que los títulos en materia de patente pueden ser muy ambiguos, por lo que se recomienda tomar al Título como una referencia de si está relacionada en lo general a lo que se busca o no lo está.
3. **Columnas con temas, componentes, etc.:** Cada columna indica algún tema, característica, componente, tipo, etc., Los temas (ubicados en la primera fila), normalmente se subdividen en características diversas (ubicados en la segunda fila). Aquellos documentos que son señalados con el número 1, contienen información relacionada y/o reivindican propiedad sobre ese tema/característica específica. Por lo que aplicando el filtro de excel en cada columna, buscando el número 1, se enlistan los documentos relacionados.
4. **Total de documentos relacionados:** Al final de cada columna, se muestra la suma de los documentos relacionados a un tema/característica específica. Este número indica el número de documentos relacionados a esa característica y son los mostrados en

las gráficas del análisis técnico. En ocasiones pueden correlacionarse diferentes características.

5. **Gráficas de documentos relacionados:** muestran el número de documentos relacionados a un tema o características relacionadas.

El presente trabajo incluye las siguientes matrices de análisis de patente:

Matrices de patentes en el mundo relacionadas al tema:

- A. **La Tabla “Cruda”** Contiene la base de datos de 3908 documentos de patentes analizados.
- B. **La Tabla “Filtrado y gráficas”** Contiene la base de datos de los 620 documentos de patentes y su análisis por reiteración de temas y componentes.

Cabe recordar que la base de datos de 620 patentes se desarrolló utilizando el criterio de que deben de tener una relación directa métodos de tratamiento de efluentes de minería para su reutilización, y métodos de remoción de contaminantes (principalmente metales pesados) en efluentes mineros.

Los datos de los documentos y el análisis de patente de las matrices antes señaladas, se encuentran en el DVD anexo. La impresión de dicha tabla implica más de 300 páginas, por lo que se recomienda su uso digital.

BIBLIOGRAFÍA

- Boisier, S., 1980. *Técnicas de análisis regional con información limitada*. Santiago de Chile: CEPAL.
- CAMIMEX, 2006. *100 años de la fundación de la Cámara Minera de México. Informe Anual 2006*, México, D.F.: Cámara Minera de México.
- CAMIMEX, 2008. *Informe Anual 2008*, México, D.F.: Cámara Minera de México.
- CAMIMEX, 2012. *Informe Anual 2012*, México, D.F.: Cámara Minera de México.
- CAMIMEX, 2013. *Informe Anual 2013*, México, D.F.: Cámara Minera de México.
- CAMINAR, 2012. *Agua y minería*. [En línea]
Available at: <http://www.slideshare.net/AmericoArizacaAvalos/agua-y-mineria-14021735>
[Último acceso: Junio 2013].
- Canadian Industry Programa for Energy Conservation C/O Natural Resources, 2005. *Benchmarking the energy consumption of Canadian underground bulk mines*. [En línea]
Available at:
<http://oee.nrcan.gc.ca/sites/oee.nrcan.gc.ca/files/pdf/publications/industrial/mining/bulk-mine/BulkMines-1939A-Eng.pdf>
- CONAPO, 2011. *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010*, México, D.F.: Conapo.
- Cortinas de Nava, C., 2007. *Instituto Nacional de Ecología*. [En línea]
Available at: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetetas/155/cortinas.html>
[Último acceso: 30 Mayo 2013].
- Fuentes, N., 2003. Encadenamientos insumo-producto en un municipio fronterizo de Baja California, México. *Frontera Norte*, Enero-Junio, 15(29), pp. 151-184.
- Fuentes, N., 2005. Construcción de una matriz regional de insumo producto. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, Enero-Marzo, 36(140), pp. 90-112.
- Gidahatari Agua, 2012. *Slideshare*. [En línea]
Available at: <http://www.slideshare.net/gidahatari/gestion-de-relaves-mineros>
[Último acceso: 03 Junio 2013].
- Gidahatari, 2012. *Gestión del agua en minería*. [En línea]
Available at: <http://www.slideshare.net/gidahatari/gidahatari-curso-gestiondelaguaenmineria>
[Último acceso: Junio 2013].
- Gobierno del Estado de San Luis Potosí, 2013. Inaugura FTF Unidad Minera "Rosario". *Boletines de Prensa*, 07 Mayo. Issue 3138.
- Gobierno del Estado de Sonora, s.f. *Plan Estatal de Desarrollo 2009-2012*. [En línea]
Available at: http://www.sonora.gob.mx/es/Sonora/Plan_Estatal_de_Development
[Último acceso: 18 Agosto 2013].
- Gobierno del Estado de Zacatecas, 2011. *Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016*. [En línea]
Available at: <http://transparencia.zacatecas.gob.mx/?q=transparencia/plan-estatal-de-desarrollo-del-estado-de-zacatecas-2010-2016>
[Último acceso: 22 Agosto 2013].

- Gutiérrez, L., 2005. *La Provincia de los Llanos. Charcas 1550 a 1610*. San Luis Potosí: Consorcio Mass Media y Vox Populi S.A. de C.V..
- Gutiérrez, L. P., 2005. *La Provincia de los Llanos. Charcas 1550 a 1610*. San Luis Potosí: Consorcio Mass Media y Vox Populi S.A. de C.V..
- H. Ayuntamiento de Charcas, 2013. *H. Ayuntamiento del municipio de Charcas, S. L. P.* [En línea]
Available at: <http://www.charcas-slp.gob.mx/>
[Último acceso: 30 Agosto 2013].
- H. Ayuntamiento de Charcas, 2013. Plan Municipal de Desarrollo 2012-2015. *Periódico Oficial del Estado Libre y Soberano de San Luis Potosí*, 31 Enero.
- H. Congreso del Estado de San Luis Potosí, 2001. *Ley de Planeación del Estado y Municipios de San Luis Potosí*. San Luis Potosí: Instituto de Investigaciones Legislativas.
- INEGI, 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010. Consulta interactiva y bases de datos de la muestra censal*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.gob.mx>
[Último acceso: 22 Junio 2013].
- INEGI, 2012. *La minería en México 2012. Serie Estadísticas Sectoriales*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.org.mx>
[Último acceso: 04 Julio 2013].
- INEGI, 2013 a. *Banco de Información Económica*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
[Último acceso: 02 Julio 2013].
- INEGI, 2013 b. *Censos Económicos 2004. Consulta interactiva de datos*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.org.mx>
[Último acceso: 18 Junio 2013].
- INEGI, 2013 c. *Censos Económicos 2009. Sistema Automatizado de Información Censal*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.org.mx>
[Último acceso: 15 Junio 2013].
- INEGI, 2013 d. *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.gob.mx>
[Último acceso: 28 Junio 2013].
- INEGI, 2013 e. *II Conteo de Población y Vivienda 2005. Consulta interactiva de datos*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.org.mx>
[Último acceso: 29 Junio 2013].
- INEGI, 2013 f. *XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Consulta interactiva de datos*. [En línea]
Available at: <http://www.inegi.org.mx>
[Último acceso: 25 Junio 2013].
- Isard, W. et al., 1998. *Methods of interregional and Regional Analysis*. Vermont: Ashgate Publishing Limited.
- Lira, L. & Quiroga, B., 2009. *Técnicas de Análisis Regional*, Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación.
- Moreno, D., s.f. *México Tóxico*. [En línea]
Available at:

http://www.mexicotoxico.org.mx/sites/default/files/pdf/jales_mineros_epa1.pdf

[Último acceso: 30 Mayo 2013].

Palacio de Minería, 2010. *Palacio de Minería*. [En línea]

Available at: http://www.palaciomineria.unam.mx/historia/epo_colonial.php#

[Último acceso: 3 Junio 2013].

Pastran, A. & Barrera, J., s.f. *Embalses*. [En línea]

Available at: <http://www.slideshare.net/aldars/embalses>

[Último acceso: 5 Junio 2013].

Rolfe, J., Lockie, S. & Franetovich, M., 2003. *Economic and Social Impacts of the Coppabella Mine on the Nebo Shire and the Mackay Region*, Australia: Centre for Social Science Research. Central Queensland University. Rockhampton.

Rolfe, J., Lockie, S. & Franetovich, M., 2003. *Economic and Social Impacts of the Copabella Mine on the Nebo Shire and the Meckay Region*, Australia: s.n.

Secretaría de Economía de los Estados Unidos Mexicanos, 2013. *Secretaría de Economía*. [En línea]

Available at:

[http://www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/1806/1/images/Mineria\(1\).pdf](http://www.promexico.gob.mx/work/models/promexico/Resource/1806/1/images/Mineria(1).pdf)

[Último acceso: Mayo 2013].

Secretaría de Economía, 2004. *NOM 141*. [En línea]

Available at:

http://www.siam.economia.gob.mx/swb/work/models/siam/Resource/18/1/images/NOM-141_PRESA_DE_JALES.pdf

[Último acceso: 7 Junio 2013].

SEDECO, 2011. *Perfiles de las principales actividades estratégicas para la atracción de inversiones*. [En línea].

Southern Copper Grupo México, 2011. *Informe Anual*, s.l.: s.n.

Tamayo, R., 1998. Crecimiento económico regional: una sinopsis de la teoría y su conexión explícita con las políticas públicas. Primer semestre .pp. 5-24.

Wikipedia, 2013. *Represa*. [En línea]

Available at: <https://es.wikipedia.org/wiki/Represa>

[Último acceso: 3 Junio 2013].

COLOFON