

PROPUESTA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE BIOOXIDACIÓN DE CONCENTRADO DE FLOTACIÓN ARSENOPIRÍTICO APLICANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD.

PROPOSAL OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF A BIOOXIDATION PLANT OF ARSENOPIRITIC FLOTATION CONCENTRATE BY THE APPLICATION OF THE LEOPOLD MATRIX.

Anolan Díaz-Fernández⁽¹⁾, Miguel Ángel Anaya-Alfonso⁽¹⁾, Juana Zoila Horta-Junco⁽²⁾, Mileydis Padilla-Carta⁽¹⁾, Nilcida Álvarez-Maxan⁽¹⁾.

Entre las metodologías más conocidas y utilizadas para la evaluación del impacto ambiental está la matriz interactiva desarrollada por (Leopold et al., 1975), en la que se considera cada acción y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental. No obstante, su aplicación en procesos relacionados con la minería resulta un material de interés. El objetivo del trabajo es presentar la evaluación del impacto ambiental del proyecto de una planta de biooxidación de concentrado de flotación arsenopirítico. Se utiliza la matriz de Leopold adaptada a las características del proyecto, que se elaboró considerando las 24 acciones identificadas en cada una de las fases de ejecución del proyecto: construcción, pre-operación o puesta en marcha, operación producción y la fase de abandono, cierre y recuperación hasta la elaboración- ejecución de un programa de seguimiento de rehabilitación y los 26 componentes de 9 factores ambientales de posible afectación. De la evaluación resultaron 14 impactos perjudiciales y 10 impactos beneficiosos, concentrándose el 25 % de los impactos perjudiciales durante la fase de construcción de la infraestructura, con períodos de duración cortos, y que cesan cuando ésta termina. Se afectaron negativamente 15 componentes y 11 componentes positivamente. Se caracterizaron los impactos distribuidos en las categorías de severos 6 de ellos 4 positivos en factores sociales, 2 negativos, 16 moderados negativos y 2 compatibles también negativos. Se demuestra la viabilidad ambiental del proyecto. La aplicación de esta metodología identifica las acciones más perjudiciales y los factores ambientales más afectados, por lo que permite proponer las soluciones ambientales más adecuadas, aplicables a proyectos de planta similares. La evaluación del impacto ambiental del proyecto puede resultar material de intercambio de experiencias entre investigadores del sector minero.

Palabras clave: Evaluación del impacto ambiental, Matriz de Leopold, concentrado arsenopirítico

Among the most known and used methodologies to evaluate the environmental impact is the interactive matrix developed by (Leopold et al., 1975), in which every action and its potential impact on each environmental aspect is considered. Nevertheless, its application in the processes related to mining means an interesting subject. The objective of the work is to present the evaluation of the environmental impact of the project for a biooxidation plant of arsenopyritic flotation concentrate. Leopold matrix was used adapted to the characteristics of the project, which considered the 24 actions identified in each one of the phases of the project's execution: construction, pre-operation or starting up, operation-production and the stage of abandoning, closure and recovery and the 26 components of the 9 favorable environmental impacts, with possible hazards to the environment. From the evaluation, 14 impacts were hazardous and 10 were beneficial, concentrating the 25% of the prejudicial impacts during the construction stage of the infrastructure, with small duration periods and that stop once it ends. There were 15 components negatively affected and 11 positively. Impacts were characterized distributed in different categories: 6 severe, 4 socially positive, 2 negative, 16 moderately negative and 2 compatible, but also negative. The environmental viability of the project is demonstrated. The application of this methodology identifies the most hazardous actions and the most environmental factors affected, so it permits to propose the most adequate environmental solutions, applicable to projects of similar plants. The evaluation of the environmental impact of the project can result in a subject of experience interchange between researchers of the mining sector.

Key words: Evaluation of environmental impact, Leopold matrix, arsenopyritic concentrate

Recibido: 12 de junio del 2013

Aprobado en su forma original: 2 de septiembre del 2013

(1) Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), Varona 12028 Km1^{1/2} Boyeros, La Habana, Cuba, CP-10800 Correo electrónico: anolan@cipimm.minbas.cu,

(2) Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Facultad de Ingenierías. Centro de Estudios de Medio Ambiente y Energía de Matanzas. Correo electrónico: [.juanazoila.junco@umcc.cu](mailto:juanazoila.junco@umcc.cu)

INTRODUCCIÓN

Se denomina impacto ambiental al efecto que las actividades humanas ejercen sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales o transformados. Se define también como la alteración que produce un proyecto o acción en alguno de los componentes del medio, que abarcan dos ámbitos integradores: el humano y el ecológico se consideran en relación con los aspectos físicos, biológicos y humanos del ambiente, todo lo cual requiere de un estudio indispensable (Salinas, 2002).

La evaluación del impacto ambiental requiere de un estudio que comprende un análisis del proyecto a ejecutar, la descripción del entorno, la identificación de las acciones del proyecto que producirán impactos, los componentes ambientales afectados, la aplicación de técnicas para la identificación del impacto y su evaluación, la propuesta de medidas que mitiguen los impactos causados y una valoración integral de los efectos que pudiera producir la ejecución del proyecto (Junco, 2007).

El empleo de la biooxidación de los concentrados arsenopirítricos (Karavaiko, 1988) del yacimiento La Demajagua como tecnología alternativa a la tostación para eliminar la contaminación ambiental que produce el arsénico y elevar la eficiencia de recuperación del oro (Lawrence, 1983), se justifica, por la necesidad de sustituir una tecnología contaminante y obsoleta. (Van Aswegen, 1991). La descripción y estudio del entorno es la base fundamental para diagnosticar los posibles impactos, así como para proponer las alternativas de solución más viables y funcionales en dependencia de las características propias del lugar donde se construya la planta de biooxidación, aunque por su extensión no forma parte del presente trabajo.

De extraordinaria importancia resulta el conocimiento de la tecnología para la biooxidación del concentrado de flotación arsenopirítico, lo que permite la identificación

de las principales acciones posibles productoras de impacto. (Liz, 1989; Díaz, 1990; Arias, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS.

- ✓ Para la descripción y estudio del entorno como base fundamental para diagnosticar los posibles impactos, así como para proponer las alternativas de solución más viables y funcionales, se aplica la técnica documental, que se basa en la obtención y registro de información contenida en libros, publicaciones e informes científicos.
- ✓ Para la identificación de las causas que generan las acciones, se emplea el método de la matriz simple, cualitativa, tablas de doble entrada donde en un eje aparecen las actividades y operaciones que se llevan a cabo en el proyecto y que pueden ser productoras de impacto y en el otro eje, los elementos característicos y procesos ambientales susceptibles de ser afectados por la actividad minera. Como resultado de este trabajo, se obtiene una lista de posibles impactos que de forma resumida se utilizarán posteriormente para la confección de la matriz de evaluación de impactos.
- ✓ Para la identificación de los factores del medio y de sus efectos se utilizan los datos que reporta la literatura. Se sustenta en los métodos teóricos histórico - lógico y análisis - síntesis. Se valora la interacción de todos los elementos o factores de los diferentes subsistemas del medio con la acción detectada.
- ✓ Para la evaluación del impacto ambiental se utiliza la matriz de Leopold, instrumento de *screening* que consiste en evaluar cuantitativamente los impactos y los factores impactados a partir de la importancia y la magnitud del impacto que y proponer las acciones de mitigación y solución de los impactos del proyecto. Resulta útil para comunicar las principales acciones que causen impactos (Anexo 3).

- ✓ Para la caracterización de los impactos se utiliza la matriz de importancia con los criterios propuestos por (Conesa, 1997).
- ✓ Para la valoración global de las características del impacto y del resultado del dictamen, del efecto de la acción, su magnitud utilizará una escala de valores cualitativa. Anexo 1.
- ✓ Para plantear las alternativas de mitigación, se identifican los factores más afectados por las acciones del proyecto y se proponen las soluciones. (Manual de restauración de terrenos ITG, 2002).

Descripción del proceso tecnológico.

El proceso tecnológico de biooxidación consta de las siguientes etapas de producción (Anexo 2 esquema tecnológico de una planta de biooxidación)

- ✓ Remolienda y clasificación.
- ✓ Biooxidación, preparación de nutrientes.
- ✓ Lavado y decantación a contracorriente.
- ✓ Preparación de pulpa de hidróxido de calcio, acondicionamiento de los residuos.
- ✓ Precipitación, filtración y disposición de sólidos arsenicales.
- ✓ Obtención de sulfato férrico por biooxidación de sulfato ferroso.
- ✓ Cianuración y recuperación de oro y plata, lavado y activación del carbón.

El mineral arsenopirítico se alimenta a una planta de beneficio para realizar la preparación de la pulpa que consiste en la separación de la ganga del mineral, mediante las operaciones de trituración, molienda, clasificación, separación gravimétrica (jig), flotación y filtración para obtener concentrados de jig y concentrados de flotación. El material de desecho o cola se deposita en una colera creada al efecto.

Con el beneficio se logra producir un concentrado de jig, de más alta ley de oro (50 g/t) que se cianura eficientemente y una pulpa de concentrado de flotación de menor contenido de oro (30 g/t), con alto contenido de

- Desagüe del pozo de la mina
- Bombeo de agua

arsenopirita, de aproximadamente (20 a 22) % de arsénico, con una granulometría de más de 90 % de la fracción menor de 0,074 mm (200 mesh), requisitos indispensables para el proceso de biooxidación. El concentrado de flotación se alimenta a una cascada de reactores agitados en presencia del microorganismo *Acidithiobacillus ferrooxidans* donde se produce la biooxidación del 70 % del arsénico presente en el mineral.

La pulpa de residuo biooxidado se alimenta a un sistema de lavado a contracorriente (etapas de sedimentación) donde se produce la separación de los sólidos biooxidados o residuos. Los licores de primera etapa de lavado que contienen el arsénico disuelto y arseniato de hierro en suspensión pasan a un reactor agitado donde se le ajusta el pH con cal y se añade sulfato férrico para lograr la precipitación prácticamente completa del arseniato férrico, producto de alta insolubilidad. La pulpa de arseniato férrico se alimenta al sedimentador donde se separan los licores portadores de microorganismos que se recirculan al proceso y de los sólidos que se alimentan a un filtro para la separación del líquido remanente en el sólido y facilitar su posterior depósito en un área especialmente preparada a tales efectos. Los sólidos biooxidados y lavados se acondicionan mediante el ajuste de pH operación previa al proceso de cianuración. Una vez extraído el oro y la plata los residuos sólidos se tratan para la destrucción del cianuro remanente y posteriormente se depositan en coleras donde su exposición a la intemperie produce la destrucción completa del cianuro.

La evaluación del impacto ambiental del proyecto de la planta de biooxidación para el procesamiento del concentrado de flotación de la mina La Demajagua, comprendió las siguientes etapas:

- ✓ Infraestructura.
- ✓ Preparación o puesta en marcha
 - Traslado y almacenamiento del concentrado.

- ✓ Producción
 - Remolienda y clasificación.
 - Biooxidación.
 - Precipitación de arseniato férrico.
 - Depósito de sólidos arsenicales.
- ✓ Abandono, Cierre de las instalaciones, recuperación

Del conocimiento del yacimiento, el proceso y como resultado de los análisis realizados se plantean las principales acciones derivadas de las etapas de ejecución del proyecto:

- ✓ La construcción de un área para el depósito de concentrado de flotación.
- ✓ La construcción de una sección de remolienda y clasificación.
- ✓ La construcción de una planta de biooxidación, que incluye, el lavado a contracorriente de los sólidos y la preparación de soluciones y nutrientes.
- ✓ La construcción y montaje de la sección de precipitación de arseniato, espesamiento, filtración y área de depósito del sólido precipitado.
- ✓ El transporte de insumos para la planta, comedor, talleres, y otros.
- ✓ La construcción de áreas de trabajo, oficinas, talleres, almacén de reactivos e insumos en general, comedor, baños.
- ✓ Construcción de vías de comunicación, calles, carreteras que den acceso al lugar.
- ✓ La planta está concebida para operar a un régimen de 3 600 t/a
- ✓ Maquinaria a emplear: equipos definidos en la tarea técnica.
- ✓ Mano de obra necesaria: la planta operará en régimen de dos turnos de 12 .
- ✓ horas con un total de 8 trabajadores por turno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron las actividades ó acciones del proyecto de biooxidación susceptibles de producir impacto. El desarrollo de la biooxidación y la construcción de una planta con esta tecnología para el procesamiento de los concentrados arsenopiríticos, con atención de la dimensión ambiental, permite identificar las acciones productoras de impacto y

actividades derivadas utilizando una matriz simple.

En la etapa de investigación:

- ✓ Las pruebas se ejecutan a escala ampliada se realizan de forma controlada y en instalaciones del Centro de investigaciones minero metalúrgicas, diseñadas especialmente a tales efectos, con procedimientos previstos para el tratamiento que corresponde a cada caso.
- ✓ Se estudia la biolixiviación y se caracterizan los licores arsenicales, se determina la carga contaminante de arsénico, ácido, hierro II, y otros elementos presentes en los mismos, se desarrollan tratamientos para la limpieza de los licores arsenicales y se caracterizan los sólidos para definir su disposición.
- ✓ Se estudia el lavado y la cianuración de los sólidos biolixiviados, se determinan la carga contaminante de los licores cianurados y se determina el tratamiento correspondiente.

En la etapa de la infraestructura se identifican:

- ✓ Remoción de la vegetación, movimiento de tierra, desbroce y terraplenado.
- ✓ Transporte de materiales de construcción.
- ✓ Creación del área de depósito de concentrado (*stock*).
- ✓ Se producirán ruidos con el transporte, la carga y descarga de minerales y de material estéril sobrante de la mina, así como en la generación de energía.
- ✓ La operación de la planta se basará solamente en el uso de los concentrados producidos y acumulados en épocas anteriores, por lo que se requiere la construcción de un área de depósito para acumular el concentrado que se alimentará a la planta. Obviamente, el proyecto no incluye la planta de beneficio, ya que no se realizarán operaciones de beneficio del mineral
- ✓ Para ejecutar el procesamiento de los concentrados, se requiere la construcción de los edificios necesarios para ubicar la planta metalúrgica con todo su equipamiento, laboratorio, almacenes de

reactivos e insumos, oficinas para la administración, talleres de mantenimiento, talleres diversos, automotriz, cocina, comedor, instalaciones sanitarias y otras.

- ✓ La construcción de nuevas vías de acceso, carreteras, caminos, viales para facilitar la transportación de materiales y personal.
- ✓ El aire puede contaminarse con impurezas sólidas, por la promoción de polvo y combustibles tóxicos o inertes, capaces de penetrar hasta los pulmones, provenientes de diversas fases del proceso.

En la etapa de pre-operación, puesta en marcha:

- ✓ Previo al comienzo de las operaciones en la planta, el pozo de la mina estará inundado y será necesario realizar la evacuación de las aguas acumuladas, seguramente con presencia de ácido y arsénico disueltos, las cuales serán objeto de análisis para definir la necesidad de tratamiento previo a su vertimiento.
- ✓ Se producirán alteraciones de los caudales subterráneos producto del bombeo de agua de los niveles freáticos seccionados.
- ✓ Del mismo modo, como consecuencia del desagüe del pozo de la mina, se pudiera provocar el cambio de las condiciones ambientales dentro del pozo que faciliten el proceso de crecimiento de microorganismos acidófilos que activen la producción de ácido sulfúrico y compuestos arsenicales, pudiéndose identificar su presencia con la elevación de la acidez y la concentración de arsénico disuelto en las aguas que emanan de la mina.

En la etapa de producción:

- ✓ La remolienda del concentrado se efectuará en molino de bola, equipo caracterizado por producir ruidos molestos y vibraciones.
- ✓ La operación de la planta comprende la biooxidación, sedimentación y lavado, preparación de sulfato férrico, precipitación, filtración, malas operaciones, descuido, derrame, que pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales.
- ✓ Diques de cola, depósito de sólidos arsenicales y lagunas de oxidación mal construidas o mal mantenidas, e

inadecuado manejo, almacenamiento o transporte de insumos (como combustibles, lubricantes, reactivos químicos y residuos líquidos), pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales.

- ✓ El ciclo de producción prevé la limpieza y mantenimiento de los equipos tecnológicos, por lo que se pueden producir contaminación con hidrocarburos y aguas contaminadas durante estas acciones.
- ✓ El depósito de residuos de arseniato férrico conlleva la ocupación del suelo y la pérdida de vegetación, ocupará un área especialmente preparada con las incidencias propias de un depósito de un desecho.
- ✓ La ocurrencia de problemas operacionales que pudieran incidir en la contaminación del área con arsénico, por derrame

En la etapa de abandono o cierre de las instalaciones:

- ✓ Remoción de insumos y residuos.
- ✓ Desmantelamiento y retirada de la instalación.
- ✓ Eliminación de caminos de acceso no necesarios para la rehabilitación de la instalación.
- ✓ Revegetación y recuperación de áreas degradadas.

Se identifican los factores y los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por las acciones del proyecto

Los factores (físicos y bióticos) y socioeconómicos susceptibles de ser impactados por las acciones antes mencionadas del proyecto son:

1. Atmósfera
2. Aguas
3. Suelos
4. Vegetación
5. Fauna
6. Procesos ecológicos
7. Procesos geofísicos
8. Morfología y paisaje
9. Socio culturales

Como resultado se identifican las posibles alteraciones ambientales producidas por el proyecto de biooxidación del concentrado.

En la Tabla 1. se relacionan los factores y componentes ambientales con las posibles alteraciones que se pueden producir por las

acciones del proyecto de biooxidación, acorde con la ubicación de la planta (fuente propia)

Tabla 1. Factores y componentes ambientes, y posibles y alteraciones provocadas por acciones del proyecto.

Factor	Componente	Posible alteración
Atmósfera	Composición de la atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del aire con polvo, gases • Ruido
Aguas	Alteración de la red de drenaje natural	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del agua superficial • Inundación de área próximas • Alteración de redes naturales
Suelos	Usos del suelo	Pérdida del suelo por erosión
	Características edáficas	Pérdida de comunidades vegetales
Flora	Especies y comunidades vegetales	Afectación de la vegetación de áreas cercanas
Fauna	Especies y población de animales	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la vida silvestre • Alteración de población de animales
Procesos ecológicos	Cadenas y redes tróficas	Alteración de las redes tróficas
Procesos geofísicos	Inundación	Alteración de corrientes superficiales
	Erosión	Pérdida de suelo
	Sedimentación	Afectación del suelo
	Inestabilidad	Cambios físico-químicos del suelo
	Sismicidad, vibraciones	Compactación del suelo
	Subsidencia	Afectación del suelo
Morfología y paisaje	Modificación en el paisaje	Alteración del paisaje
Socio -Económicos	Territoriales	Tráfico, Demanda racional de mineral
	Económicos	Ingreso de CUC, Incremento de salarios
	Social	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de actividades, • Salud • Calidad de vida

Impactos ambientales.

1. Emisión de partículas sólidas, polvo, derivadas de la remoción de la capa vegetal, apertura de huecos, tráfico de camiones y máquinas pesadas, creación de depósito de concentrado y de depósito de residuo sólido, construcción de caminos, edificios, oficinas plantas, almacenes, y otros.
2. Emisión de gases, derivadas de tráfico de camiones y máquinas pesadas, y otros.

- En todos los casos enunciados, estos efectos son temporales, asociados con el período funcional de las construcciones.
3. Incremento de ruido o contaminación sónica, por impactos temporales, pero severos durante las acciones de apertura de huecos y la creación de depósitos de concentrado, tráfico de camiones y maquinaria pesada, remolienda de concentrado, operación de equipos de la planta, reactores de biooxidación, reactores agitados en general. Impactos

- temporales y de menor intensidad durante la operación de la planta.
4. Emisión de partículas sólidas que provocan la turbiedad de aguas superficiales producto de la precipitación química de compuestos de hierro derivada de la oxidación bacteriana y elementos tóxicos disueltos.
 5. Acidificación de aguas superficiales derivada de la oxidación e hidratación de sulfuros y arsenopirita. Impactos temporales y de intensidad media asociados a la apertura de la mina por las operaciones necesarias para la creación de depósitos de concentrado y de residuos sólidos, severa en el caso de construcciones de áreas de depósito de concentrado y residuos sólidos, y moderada en el de la implantación de viales e infraestructura. Impactos temporales y de menor intensidad durante la construcción de caminos e infraestructura.
 6. Fluctuaciones del acuífero por inundaciones, bombeo y descarga de efluentes y de implantación de viales e infraestructura. Impactos temporales y de menor intensidad durante la construcción, puesta en marcha y operación de la planta.
 7. Derrames de aceites, hidrocarburos, etc., temporal que contaminan las aguas superficiales de efectos preocupantes, derivadas del mantenimiento de la maquinaria.
 8. Ocupación irreversible de suelo fértil por la creación depósitos de concentrado y de residuos sólidos (impactos críticos y severos), y por la construcción de caminos, edificios, y plantas de tratamiento (impactos moderados).
 9. Pérdida de la cubierta vegetal y de hábitat terrestre para la fauna así como provocación de dificultades para la regeneración de la vegetación (pérdida de elementos fértiles, aumentos drásticos de la pendiente y erosión) por la creación depósitos de concentrado y de residuos sólidos. Impactos de magnitud moderada.
 10. Cambios en las pautas de comportamiento de la fauna por la perturbación causada por el tráfico de camiones y maquinaria pesada, y por la creación de caminos.
 11. Alteración de redes tróficas
 12. Pérdida de suelo, aumento de la erosión derivada de las operaciones que son precisas para la creación de depósitos y caminos de la propia existencia del depósito y del tráfico de camiones y maquinaria pesada. Impacto de magnitud moderada, aunque temporal en el caso del tráfico.
 13. Aumento de la carga de sedimentación de aguas abajo, producido por la adición de material sólido derivado de la creación de depósitos, de caminos e infraestructura.
 14. Cambios físicos y químicos del suelo, producto de interacción por derrames y depósitos de materiales producto de la exploración geológica y la operación de la planta.
 15. Compactación del suelo producido por depósitos de minerales durante la exploración y la creación de las áreas de depósito de mineral. Impacto permanente de carácter moderado.
 16. Hundimiento del suelo, aumento del riesgo de subsidencia producido por la creación de los depósitos de mineral, colas y residuos arsenicales. Impacto permanente de carácter moderado.
 17. Perturbación del carácter global del paisaje. De menor entidad por su mayor facilidad de control y temporalidad, las derivadas de la construcción de accesos, edificios y plantas.
 18. Aumento de la densidad de tráfico sobre las vías públicas, con el consiguiente peligro de accidentes, deterioro de firmes, así como embarrado de las carreteras.
 19. Demanda racional de recursos minerales del territorio para uso en operaciones mineras.
 20. Ingreso de divisas al país, producción y venta de oro.
 21. Incremento de las fuentes de empleo, salarios.
 22. Incremento de demanda de productos, servicios y actividades económicas y sociales.
 23. Salud y seguridad, incremento de enfermedades relacionadas con la minería.
 24. Mejora de la calidad de vida de los pobladores, incremento de autoestima de mineros.

La matriz aplicada al proyecto de una planta de biooxidación conduce al establecimiento del número de 24 acciones y el número de factores ambientales 9 con 26 componentes.

En el anexo 3 se presenta la evaluación de impacto ambiental del proyecto de biooxidación de concentrados de flotación arsenopirítico en una matriz de Leopold.

Se utilizó la matriz de importancia para caracterizar los impactos ambientales identificados y evaluados.

Resultó que de 24 impactos identificados, relacionados, descritos y evaluados en la matriz de Leopold 14 son negativos y 10 son positivos. Una simple observación vertical de la matriz, mostró que en la fase de infraestructura, período en el que se construyen las instalaciones, caminos y otros, se concentra el 25 % de los impactos, provocados por acciones perjudiciales, de carácter temporal, que cesan una vez que termina esta fase, con excepción de los correspondientes a las áreas destinadas al depósito de colas y de residuales sólidos que ostentan los mayores valores negativos y se mantiene hasta el cierre de las instalaciones.

La etapa de preproducción es muy corta, se producen tres impactos, valores entre 115 y 120, dos de carácter temporal. Alguna de las acciones perjudiciales que provocan impacto como el desagüe del pozo de la mina, ocurre de forma puntual, solo durante la puesta en marcha de las instalaciones. Otras representan impactos beneficiosos, el uno, representado por el establecimiento de monitoreo ó controles analíticos del agua y otro perjudicial referente a las fluctuaciones del caudal por bombeo y otros.

En la etapa de producción se producen 8 acciones que generan impactos, de ellos 6 adversos, y 2 beneficiosos.

Cuatro impactos se producen en la fase de cierre, abandono y recuperación, uno solo de ellos, de efecto perjudicial los restantes beneficiosos.

La matriz también permite la evaluación de los componentes ambientales. De 9 factores y 26 componentes ambientales, 15 son afectados negativamente y 11 de forma positiva.

El aire y las aguas superficiales, resultan

afectados negativamente. El aire, en su composición y calidad con la presencia de polvo, gases y contaminación sónica. Sobre el aire no se producen cambios significativos en el componente, se presenta en corto plazo y existen acciones que mitigan sus efectos del mismo modo.

Resultan afectadas de forma negativa las aguas subterráneas, contaminadas con hidrocarburos y aceites producto de la limpieza y mantenimiento de equipos.

También resulta afectado negativamente las aguas subterráneas por la alteración de flujos por bombeo e inundaciones, contaminación derrames producto de malas operaciones.

El componente fauna se afecta negativamente, por el cambio en las pautas de comportamientos debido a la perturbación que provoca en los animales la construcción de caminos y el incremento del tráfico de camiones y maquinarias pesadas, y otros. En el componente fauna el efecto se revierte a mediano plazo, una vez que cesen las operaciones de la planta y se ejecute la eliminación de caminos de acceso no necesarios para la rehabilitación, que elimine la perturbación causante de impacto.

El componente suelo se afecta negativamente debido a la ocupación irreversible del suelo por la construcción del depósito de mineral y del mismo modo el paisaje por las construcciones, caminos y otros que conlleva la planta.

El componente procesos ecológicos también se afecta negativamente en las redes tróficas producto de la contaminación de las aguas superficiales porque se vierten licores arsenicales por malas operaciones, y el posterior consumo del agua contaminada por la fauna marina, el uso del agua en regadíos agrícolas, y el posible consumo por el hombre de agua y alimentos contaminados, causante de enfermedades derivadas de la presencia de arsénico.

De gran significación en el componente socio-económico. Uno relacionado con el territorio: la apertura de las operaciones mineras, dos de tipo económico: la entrada de divisas al país y la generación de empleos. Ambos de singular importancia como resultado de la construcción y puesta en marcha de la planta.

El componente socio económico se afecta positivamente en cuanto a lo social, por el

incremento de actividades comerciales, la mejora de la calidad de vida, con elevación evidente de la autoestima de antiguos mineros que, por el cierre de la mina y planta de beneficio, tuvieron que abandonar la labor que durante años desempeñaron, teniéndose que incorporar a labores agrícolas y de la pesca, entre otras.

Cabe destacar los impactos positivos sobre aguas subterráneas y en el ámbito socio – económico.

De la caracterización o valoración global de los impactos ambientales resultaron en las categorías de severos 6 de ellos 4 positivos en factores sociales, 2 negativos, 16 moderados negativos y 2 compatibles también negativos.

Para eliminar o mitigar los efectos negativos producidos por el proyecto de construcción de la planta de biooxidación se propone la adopción de medidas preventivas y correctoras. Se parte de la premisa que siempre es mejor no producir la alteración, que establecer una medida correctora, pues aparte de suponer un costo adicional de tiempo y dinero, en la mayoría de los casos, solamente eliminan una parte de la alteración, y en otros, ni siquiera estos.

Algunas de las medidas propuestas aunque pueden tener influencias en más de unos de los componentes solo se incluyen en un componente para evitar repeticiones.

Sobre la atmósfera:

- ✓ Riego periódico de caminos mineros con agua o disoluciones salinas.
- ✓ Pavimentación de acceso permanente a la planta.
- ✓ Reducción de la velocidad de circulación de vehículos en áreas de la planta
- ✓ Estudio de la ubicación de la planta de tratamiento de acuerdo a las direcciones predominantes de los vientos.
- ✓ Situar las plantas lo más alejado posibles de las zonas habitadas.
- ✓ Emplear cintas transportadoras mejor que camiones.
- ✓ Realizar un mantenimiento preventivo adecuado y recubrir de goma los elementos metálicos que sufren los impactos de las rocas.

- ✓ Limitar el trabajo de las unidades más molestas a horas diurnas.

Sobre el agua superficial:

- ✓ Creación de sistemas de drenaje generales para la recogida de las aguas externas a la zona.
- ✓ Adecuación de la planta de tratamientos más conformes las características de los contaminantes del agua (depuración de bolsa de decantación, filtros, etc).
- ✓ Establecer el monitoreo de las aguas que detecte variaciones y anomalías inamissibles en las características del agua, a la salida de la planta y antes de su entrada al receptor.
- ✓ Recogida de los aceites usados tras el mantenimiento de la maquinaria, si este se realiza en la zona de operaciones.

Sobre el suelo:

- ✓ Retirada y acopio de la tierra vegetal de las zonas ocupadas por la planta.

Flora y fauna:

- ✓ Revegetación con especies autóctonas de los ecosistemas afectados.
- ✓ Mejora del microclima (riego, abonado).

Riesgos geofísicos:

- ✓ Colocar sobre el terreno natural, antes del comienzo del depósito de concentrado y/o residuo sólido, una capa de espesor suficiente de material grueso drenante, seleccionado con el objeto de lograr en el interior del depósito un nivel freático bajo y para favorecer la estabilidad y el drenaje.
- ✓ Evitar ubicar el depósito en terreno pendiente.

Morfología del paisaje:

- ✓ Remodelar la topografía alterada, de modo que se ajuste lo más posible a lo natural.
- ✓ Medidas protectoras de la vegetación existente, como plantar, cercar los árboles grandes que ya existen, cuidar que no se corten raíces principales, jardines para mejorar la apariencia del lugar, regar y fertilizar.

Ambiente sociocultural:

- ✓ Construcción de caminos de uso interno.
- ✓ Mejora de carreteras ya existentes.
- ✓ Disposición de carteles indicadores de peligros.

El Plan de abandono y recuperación y el Programa de seguimiento y control, es la

última fase de la evaluación y corresponde a dos apartados:

El Plan de abandono y recuperación de la explotación, donde se detallarán todas aquellas labores que hay que realizar para recuperar el área que ha sido alterada.

- ✓ Desmantelamiento y retirada del sitio de todas las instalaciones y sus facilidades
- ✓ Eliminación de caminos no necesarios para la rehabilitación del sitio y actividades económicas posteriores al cierre, mediante la descompactación de suelos y reforestación.

CONCLUSIONES

1. La matriz de Leopold permitió identificar los impactos ambientales y los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por las acciones del proyecto, definiendo la viabilidad ambiental de la ejecución del proyecto.
2. La metodología resultó adecuada para la presentación del impacto ambiental y facilitó la visualización de los efectos de las acciones del proyecto sobre los factores ambientales.
3. El análisis de la matriz de Leopold arrojó que los factores más afectados negativamente con el proyecto son la atmósfera, las aguas, durante la fase de

RECOMENDACIONES

Continuar profundizando en el estudio del impacto ambiental y pasar de una matriz como

BIBLIOGRAFIA

- Andreottola G.; Cossu R.; Serra R. 1989. Método para la evaluación del impacto ambiental de un relleno sanitario. Institute of Sanitary Engineering Polytechnic of Milan Via F. Ili Gorlini 1, 1-20151 Milano, ITALY; Institute of Hydraulics University of Cagliari Piazza d'Armi, 1-09100 Cagliari, ITALY
- Arias Arce, Vladimir; Coronado Falcón, Rosa; Puente Santibañez, Luis; Lovera Dávila,

El Programa de seguimiento y control

Dicho programa pretende controlar el cumplimiento de todas las medidas correctoras que se hayan adoptado al realizar la evaluación del impacto, así como instrumentar un plan, a medio plazo, que establezca controles que detecten las desviaciones de los efectos previstos o en las medidas correctoras indicadas en la evaluación.

infraestructura, la ocupación irreversible del suelo por la construcción del depósito de concentrado seguido del aumento de la densidad de tráfico y la alteración del paisaje por la ejecución de las obras civiles de la planta, construcción de carreteras y depósitos de mineral y residuos.

4. De la evaluación ambiental resultó el factor social mejora de la calidad de vida de los pobladores el más favorecido positivamente seguido de los factores socioeconómicos reinicio de las operaciones mineras, incremento de las actividades comerciales y sociales y la generación de empleos.

Battelle que permita la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales.

Daniel. 2005. Refractoriedad de concentrados auríferos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG.Vol8, No 16: 5-14 ISSN: 1561-0888/1628-8097.

Conesa Fernández-Vítora, Vicente.1997. Estructura general de un estudio de impacto ambiental Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Ed.

- Mundi-Prensa. 3ª edición. Referencia de la biblioteca de Filosofía: FL/ TD 194.6.C66, Madrid.
- Díaz Fernández, A.; Anaya Alfonso, M.A.1990. Biolixiviación semicontinua de concentrado de flotación refractario. Segundo Congreso Latinoamericano de Biotecnología (Memorias).
- Díaz Fernández, A.; Anaya Alfonso, M.A. Limpieza de licores arsenicales en el proceso de biolixiviación de concentrado arsenopirita. Quimindustria 90. La Habana, Cuba (Memorias).
- Gordillo Espinosa, Francisco P.; Sanmartín Gutiérrez, Víctor A.; Carrión Mogrovejo. 2002. Guía No. UAM – 010 – 01 para la elaboración de estudios de impacto ambiental para plantas de beneficio, fundición y refinación. Ministerio de Energía y Minas, República de Ecuador.
- Junco, J. Z.; González, J.C. 2007. Metodología para el Monitoreo y Control de la Contaminación. Curso de Maestría de Contaminación Ambiental. Junio, 18.
- Karavaiko,G.I., et al. 1988. Microbiological leaching of metals from arsenopyrite containing concentrates. Fundamental and applied Biohydrometallurgy ,Elsevier, Amsterdam,k pp 115-126 ,
- Lawrence and A. Brunesteyn. 1983. Biological pre-oxidation to enhance gold and silver recovery from refractory pyritic ores and concentrates.CIM. Bulletin, September. Division of Extractive Metallurgy B.C. Vancouver,B.C.
- Leopold, L. A. 1971.Procedure for evaluating environmental impacts. US Geological Survey Circular 645/Washington, D.C. LIII(8): 2064-2066p.
- Liz ,M.; Castellanos, J. et al. 1989. Investigación Bloque Experimental Delitas, CIPIMM.
- Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. Instituto Tecnológico Geominero de España
- Salinas, Eleazar; Rivera, Isauro; Carrillo, F. Raúl; Patiño, Francisco; Sánchez, Luis Enrique. 2002 Il Curso Internacional de Aspectos geológicos de protección Ambiental, Departamento Engenharia de Minas,Escola Politécnica Universidad São Paulo,
- Van Answegen Pieter C., et al. 1991 Development and innovations in bacterial oxidation of refractory ores. Fairview,

ANEXOS.

Anexo 1. Metodología de elaboración de la matriz de Leopold. (Andreottola, 1989).

1. Elaborar un cuadro (columna), donde aparecen las acciones del proyecto.
2. Elaborar otro cuadro (fila), donde se ubican los factores ambientales.
3. Construir la matriz con las acciones (columnas) y las condiciones ambientales (filas).
4. Para la identificación confrontar ambos cuadros, revisar las filas de las variables ambientales y seleccionar aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.
5. Evaluar la magnitud e importancia en cada celda, para lo cual se realiza lo siguiente:
 - 5.1 Trazar una diagonal en las celdas donde puede producirse un impacto
 - 5.2 En la esquina superior izquierda de cada celda, colocar un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1) delante de cada número colocar el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.
 - 5.3 En la esquina superior derecha colocar un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto (por ejemplo regional frente a local).
6. Adicionar dos filas y dos columnas de celdas de cómputos.
 - 6.1 En la primera celda de computo sumar los índices (-) del producto de la magnitud e importancia.
 - 6.2 En la segunda celda sumar los índices (+) del producto de la magnitud e importancia.
 - 6.3 Los resultados indican cuales son las actividades más perjudiciales o beneficiosas para el ambiente y cuáles son las variables ambientales más afectadas, tanto positiva como negativamente.
7. Identificados los efectos describir en términos de magnitud e importancia.

- ✓ Caracterización de los impactos empleando la matriz de importancia con los criterios propuestos por Conesa (Conesa, 1997).
 - N- naturaleza (Signo).
El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de la acción que va a actuar sobre los distintos factores considerados.
 - In-intensidad (grado de destrucción)
Este término refiere el grado de incidencia del impacto sobre el factor, en el ámbito en que se actúa.
 - EX -extensión (área de influencia)
Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad. En el caso de que el efecto, se produzca en un lugar crítico (vertido próximo y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano) se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta.
 - MO - momento (plazo de manifestación)
El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_1) sobre el factor del medio considerado.
 - PE - persistencia (permanencia del efecto)
Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.
 - RV- reversibilidad
Se refiere a la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deje de actuar sobre el medio.
 - SI- sinergia (Potenciación de la manifestación)
Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que

actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

AC- acumulación (Incremento progresivo)

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

EF-Efecto (Relación causa-efecto)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta. En caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

PR- periodicidad (Regularidad de la manifestación)

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico) de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

MC- recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)

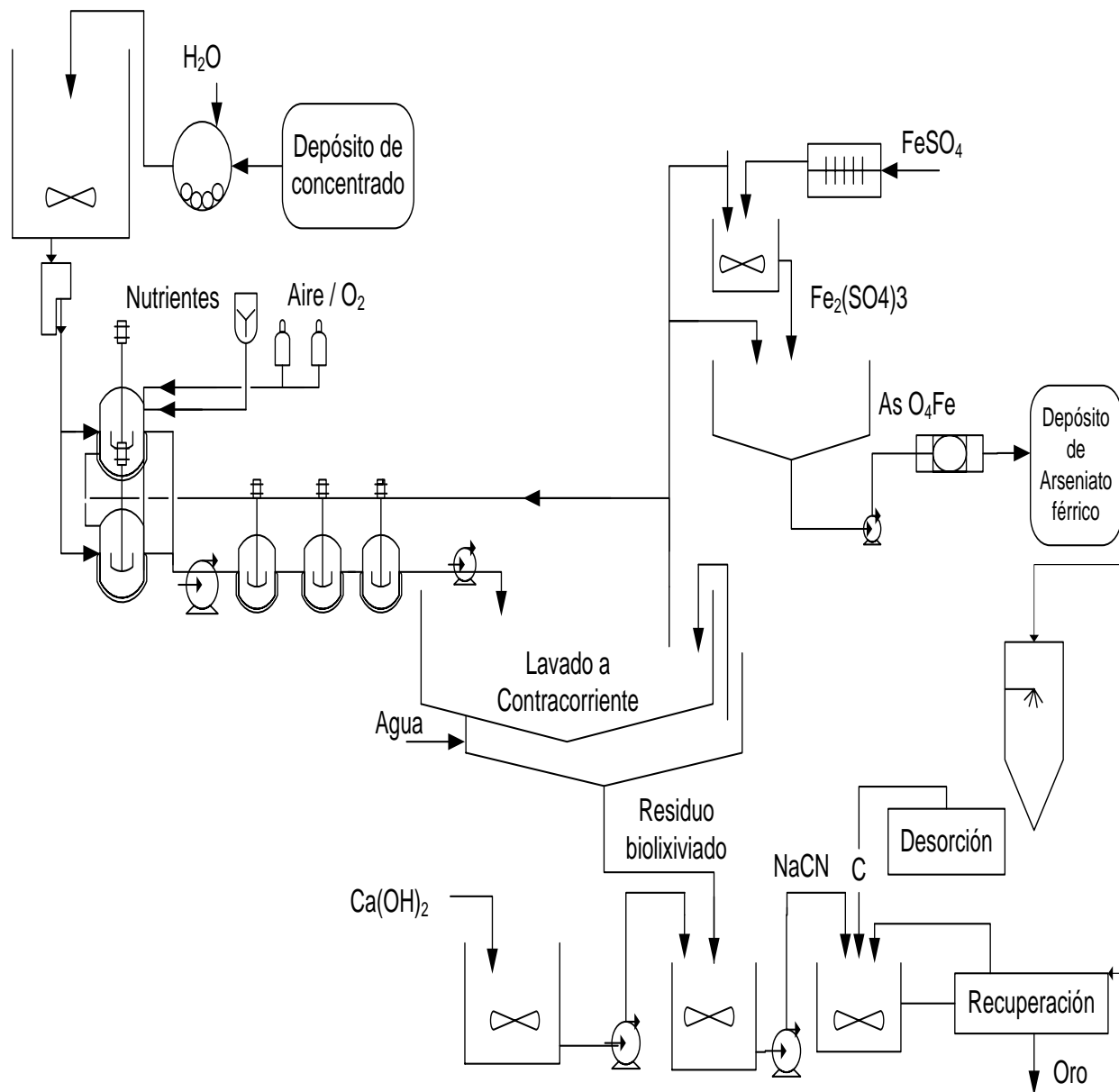
Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor

afectado como consecuencia de la actividad acometida es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Escala de niveles de impactos para la valoración global de las características del impacto y del resultado del dictamen, del efecto de la acción, su magnitud.

- ✓ Compatible: Impacto de poca entidad. En el caso de impactos compatibles adversos habrá recuperación inmediata de las condiciones originales tras el cese de la acción. No se precisan medidas correctoras. <25
- ✓ Moderado: La recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y es aconsejable la aplicación de medidas correctoras. De 25 a <50
- ✓ Severo: La magnitud del impacto exige la recuperación de las condiciones iniciales del medio, la introducción de prácticas correctoras. La recuperación, aún con estas prácticas, exige un período de tiempo dilatado. De 50 a <75
- ✓ Crítico: La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. se produce una pérdida permanente en la calidad de las condiciones ambientales sin posible recuperación de dichas condiciones. Es poco factible la introducción de prácticas correctoras. >75 Críticos

Esquema del proceso de biooxidación del concentrado de flotación arsenopirítico Yacimiento La Demajagua.



Anexo 3. Matriz de Leopold aplicada al proyecto de construcción de la Planta de biooxidación de concentrado de flotación arsenopirítico.

PLANTA DE BIODERIVACIÓN CONCENTRADO DE FLOTACIÓN ARSENOPIRÍTICO																																															
1. Remoción de la capa vegetal, desbroce y terraplénado		2. Transporte de materiales de construcción, acarreo, reactivos, combustible.		3. Construcción de nuevas carreteras		4. Preparación de área para el depósito de concentrado		5. Construcción de área para la disposición del residuo arsenical		6. Construcción de edificios, oficinas, plantas, almacenes, talleres, comedor, otros		7. Desagüe del pozo de la mina		8. Análisis de agua de la mina, definir necesidad de tratamiento de residual previo al vertimiento		9. Bombeo aguas subterráneas para uso en planta y otros usos		10. Remolienda y clasificación		11. Biooxidación de concentrado y lavado de residuos biooxidados		12. Recirculación de licores biooxidados, ahorro de agua reuso de microorganismos		13. Preparación de sulfato férrico, precipitación y filtración de sólido arsenical		14. Operaciones auxiliares, limpieza de instalaciones, derrames de licores y pulpas		15. Mantenimiento de equipos de la planta, almacenaje inadecuado, derrame de licores		16. Traslado de licores, eliminación de residuos arsenicales en		17. Producción y venta de oro y plomo		18. Contratación de personal		19. Incremento demanda de productos y servicios y actividad económica y social		20. Elevación de autoestima de personal minero y de las condiciones de vida.		21. Remoción de insumos y residuo		22. Revegetación y recuperación		23. Eliminación de caminos de acceso no necesario para la rehabilitación		24. Elaboración y ejecución de Programa de Seguimiento y control	
CONSTRUCCIÓN				INFRAESTRUCTURA				PRE-OPERACION				PRODUCCION								ABASTECIMIENTO				Componentes		Factores																					
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M										
-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	0	-120	-120					
3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	-154	-154					
-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	0	-151	-151	-455								
1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	55	-141	-141	-86				
-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	101	-63	38									
2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	64	-34	30									
-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	0	-112	-112	-242								
3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	52	-35	-263									
-4	-4	-4	-4	-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	163	-11	158	-105								
4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	101	-217	-116									
-5	-5	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-8	-8	-8	-8	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	143	-171	-28									
5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	132	-247	-55	-144								
-6	-6	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-8	-8	-8	-8	-9	-9	-9	-9	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	32	-156	-64	-55								
6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	42	-94	-52									
-7	-7	-7	-7	-8	-8	-8	-8	-9	-9	-9	-9	-10	-10	-10	-10	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	42	-34	-32									
7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	42	-51	-9									
-8	-8	-8	-8	-9	-9	-9	-9	-10	-10	-10	-10	-11	-11	-11	-11	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	56	-51	-35									
8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	211	-46	163	-147								
-9	-9	-9	-9	-10	-10	-10	-10	-11	-11	-11	-11	-12	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	108	-265	-67	-57								
9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	42	-248	-206									
-10	-10	-10	-10	-11	-11	-11	-11	-12	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-13	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	433	-75	419									
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	239	0	239	512								
-11	-11	-11	-11	-12	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-13	-14	-14	-14	-14	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	300	0	300									
11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	307	0	307									
-12	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-13	-14	-14	-14	-14	-15	-15	-15	-15	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	230	-143	97									
12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	439	0	439	882								
-13	-13	-13	-13	-14	-14	-14	-14	-15	-15	-15	-15	-16	-16	-16	-16	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	10	0	10									
13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	10	0	10									
-14	-14	-14	-14	-15	-15	-15	-15	-16	-16	-16	-16	-17	-17	-17	-17	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	-18	433	0	433									
14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	389	0	389									
-15	-15	-15	-15	-16	-16	-16	-16	-17	-17	-17	-17	-18	-18	-18	-18	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	-19	424	0	424									
15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	9	0	9									
-16	-16	-16	-16	-17	-17	-17	-17	-18	-18	-18	-18	-19	-19	-19	-19	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	444	0	444									
16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	335	0	335									
-17	-17	-17	-17	-18	-18	-18	-18	-19	-19	-19	-19	-20	-20	-20	-20	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	829	0	829									
17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	0	0	0									
-18	-18	-18	-18	-19	-19	-19	-19	-20	-20	-20	-20	-21	-21	-21	-21	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	444	0	444									
18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	325	0	325									
-19	-19	-19	-19	-20	-20	-20	-20	-21	-21	-21	-21	-22	-22	-22	-22	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	829	0	829									
19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	22																																