**FORMULACIÓN DEL PLAN DE**

**PROYECTO**

**PLAN BÁSICO DE PROYECTO**

**PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE HUELLA DIGITAL DE MINERALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE INELIGENCIA ARTIFICIAL.**

CARLOS ARTURO DÍAZ BONILLA

SEPTIEMBRE DEL 2024

DESARROLLO DEL BOOTCAMP DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

TALENTO TECH

# CONTENIDO

1. Problema a resolver
2. Pertinencia
3. Estado del arte de lo que existe en el mercado
4. Ventajas comparativas
5. Marco legal y ético que aplica y condiciona el proyecto
6. Posibles riesgos y supuestos/situaciones externas que delimitan el proyecto y que deben darse para su correcto desarrollo.
7. Objetivo(s)
8. Metodología(s) de proyectos TI y Cronograma

## Problema a Resolver

El objetivo general es usar la inteligencia artificial como herramienta para ayudar a los expertos a identificar la huella digital de los minerales mediante la aplicación de redes neuronales para clasificar la caracterización geoquímica con el fin de plantear un modelo que, con un porcentaje aceptable de acierto la procedencia de un mineral. Con esto se busca definir las características únicas que puede tener un mineral según su lugar de origen, dadas las características geológicas bajo las cuales se generó y, en ese sentido, definir su proveniencia.

## Pertinencia

Debido a que el comercio ilegal de metales preciosos, diamantes, y algunos minerales no metálicos como el carbón, es un negocio muy rentable debido a sus altos valores comerciales e identidades establecidas como moneda.

Por esto es necesario revisar si por medio de la inteligencia artificial es viable entrenar un modelo que teniendo en cuenta las características de las muestras recolectadas en diferentes puntos permita, por medio de los datos geoquímicos e isotópicos, determinar por aproximación la posible procedencia de un mineral sometido al análisis y verificar su legalidad.

## Estado del arte de lo que existe en el mercado

Se han implementado varias iniciativas para garantizar la trazabilidad de los minerales desde la fuente de extracción o de tratamiento; sin embargo, estas no siempre son efectivas, ya que se basan principalmente en la documentación para demostrar el cumplimiento (Dixon & Schouwstra 2017), de una serie de requisitos que muchas veces se alejan de lo técnico y lo científico. La forma más efectiva de demostrar el origen del mineral ilícito o sospechoso (denominada en lo que queda del texto como 'muestra problema') es comparar su composición obtenida por métodos geoquímicos (poner en contexto todo el panorama de estudio de muestras, metalogenia, mineralogía, petrografía) con la del mineral de la supuesta fuente, y preferiblemente contra una base de datos de otras fuentes (Watling et al. 2010; Roberts et al. 2016). Para que este enfoque tenga éxito, deben considerarse elementos o relaciones de elementos que resalten las diferencias mineralógicas y químicas causadas por las variaciones en los procesos de formación de mineral. Se deben identificar diferentes tipos genéticos de mineralización de minerales en áreas de origen potencial y se deben identificar las firmas químicas consecuentes.

La mayoría de las publicaciones sobre huellas digitales elementales de metales preciosos se refieren al oro y la plata, ya sea en forma de artículos forjados como monedas y joyas, o como muestras aluviales para trazar el horizonte mineralizado. La huella digital se ha practicado en oro (Watling et al., 1994), así como en los metales del grupo del platino y también en piedras preciosas, incluidos los diamantes (Coney et al., 2012).

En el documento de Dixon.2014 describen que la base de datos de oro contiene muestras de oro tanto legales como ilegales en Sudáfrica y otros países sin embargo no especifican con qué herramientas tecnológicas hacen el análisis descriptivo de las características principales de las muestras en sus diferentes orígenes.

Para minerales como el Coltán Hans-Eike Gäbler, et al, en 2011, Las funciones y los límites de detección fueron realizados a través del software GLITTER que hace una reducción de los datos en el método de ICP-MS-LA. permitiendo la inspección y evaluación de cada resultado antes de elegir el siguiente punto en el análisis. Para el análisis de datos se utilizó una herramienta de software implementada en JAVA, usando las bibliotecas JFreeChart (JFree 2009), commons Math (Apache Commons 2009) y POI (Apache POI 2009).

Para los diamantes Coney y A.V. Moila ,2012, describen que los datos fueron procesados a través del software GLIT-TER que realiza una reducción de los datos en el método de ICP-MS-LA. Permitiendo la inspección y evaluación de cada resultado antes de elegir el siguiente punto de análisis. Para la clasificación de las muestras se utilizó el software QlikView, que además de hacer todo el análisis de datos, también permite crear un dashboard o una app para ser interactiva en la web.

**REFERENCIAS**

1. Agencia Nacional de Minería - ANM. (2018). Producción Nacional de Minerales y Contraprestaciones Económicas Trimestral. Retrieved June 26, 2018, from

https://www.datos.gov.co/Minas-y-Energ-a/ANM-Producci-n-Nacional-de-Minerales-y-

Contraprest/r85m-vv6c.

2. Aitchison, J., 1986. The statistical analysis of compositional data: London, Chapman & Hall.

3. Alireza K. Somarin, 2019, Geochemical Fingerprinting of Conflict Minerals Using Handheld XRF: An Example for Coltan, Cassiterite, and Wolframite Ores from Democratic Republic of the Congo, Africa. Minerals 2019, 9, 564; doi:10.3390/min9090564.

1. Documento del Plan para la Dirección del Proyecto del PMV de la Universidad Nacional sede Medellín.

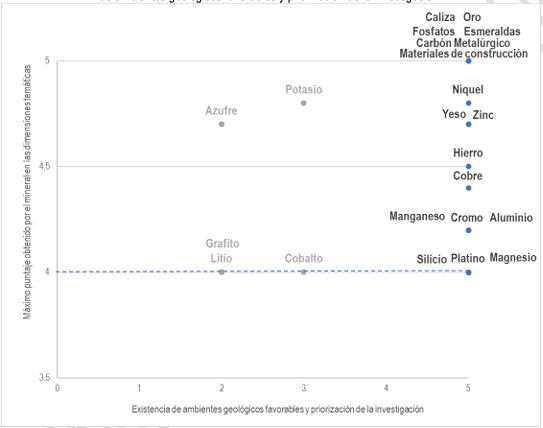
## 4. Ventajas Comparativas

Colombia tiene una riqueza mineral explotable comparable con países denominados grandes productores. Considerando que algunos países definen un listado de minerales críticos para su economía en función de la seguridad económica o nacional, las vulnerabilidades de las cadenas de suministro de las materias primas minerales y la volatilidad de los precios de dichos minerales.

El sector minero colombiano está integrado y caracterizado por una mayoría de explotaciones a pequeña escala, una minería de subsistencia altamente relevante en la producción de metales preciosos (oro y platino), esmeraldas y materiales de construcción, y una alta informalidad, contexto que es similar al de muchos países de América Latina y el Caribe

Teniendo en cuenta que el lineamiento “Soberanía del Estado colombiano sobre los recursos minerales de propiedad estatal” busca que la exploración, extracción, beneficio y transformación de los recursos minerales de los colombianos redunde en el desarrollo de encadenamientos productivos, a partir del aprovechamiento del potencial de minerales estratégicos para el desarrollo del país, considerando principalmente el valor y la cantidad importada de manufacturas o productos con valor agregado relacionados con los minerales identificados preliminarmente, además de la capacidad de fabricar localmente los productos y su beneficio, considerando futuras oportunidades de diversificación mediante el desarrollo de productos relacionados. Lo anterior, permitirá considerar la determinación de algunos de los minerales identificados preliminarmente como minerales estratégicos para posteriormente focalizar esfuerzos en la generación de conocimiento geocientífico, información fundamental para fortalecer su explotación y disponibilidad para el suministro a la industria nacional en los próximos años. La política de reindustrialización en Colombia tiene como objetivo principal transitar de una economía extractivista hacia una economía del conocimiento, productiva y sostenible. Para lograr lo anterior, entre otros ejes importantes de trabajo, se deben fortalecer los encadenamientos productivos y diversificar y sofisticar la oferta legal interna y exportable. Entre tanto, en la diversificación y sofisticación de la oferta interna y exportable no solo se buscará producir nuevos bienes y productos por parte de la industria nacional frente a la canasta actual, sino que además se buscará que estos sean más complejos y avanzados.

En la siguiente figura se incluyen los minerales recomendados para su determinación como estratégicos en la tabla de selección, junto con el puntaje más alto obtenido por dichos minerales en las dimensiones temáticas, incluyendo la puntuación asignada para los minerales en la dimensión transversal “Existencia de ambientes geológicos favorables y priorización de la investigación”, con lo cual, es posible visualizar el grado de conocimiento geocientífico de los minerales, según la escala y criterios determinados para la dimensión.



En los resultados de la tabla de selección se observa que los minerales Cobre, Níquel, Zinc, Oro, Platino, Cromo, Fosfatos (roca fosfórica), Magnesio, Hierro, Aluminio, Carbón Metalúrgico, Manganeso, Silicio (arenas silíceas), Materiales de Construcción (limitados a arenas, gravas y arcillas), Caliza, Yeso y Esmeraldas se encuentran ubicados entre la franja de puntuación 4 y 5 (rango alto) de las escalas puntuación en una o más dimensiones temáticas donde fueron valorados, y en la dimensión transversal; por lo que, acorde con la metodología desarrollada, se recomienda su determinación como minerales estratégicos para Colombia.

Según cifras recientes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 13 países de América Latina y el Caribe figuran entre los 15 mayores proveedores de recursos mineros del mundo. Chile es el primer productor de cobre, Brasil se encuentra entre los tres principales productores de hierro, México es el primer productor de plata, Bolivia es el cuarto productor de estaño y Colombia es el séptimo productor de níquel refinado. En su conjunto la región cuenta con 65% de las reservas de litio, 49% de plata, 44% de cobre y 33% de estaño del planeta.

REFERENCIAS

<https://www.anm.gov.co/sites/default/files/Documento_Determinación_de_Minerales_Estratégicos.pdf>

<https://www.cepal.org/notas/72/Titulares1#:~:text=Chile%20es%20el%20primer%20productor,s%C3%A9ptimo%20productor%20de%20n%C3%ADquel%20refinado.>

## Marco legal y ético que aplica y condiciona el proyecto.

La actividad minera en Colombia está regulada por la Ley 685 de 2001, Código de Minas, que tiene los siguientes objetivos: Fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros estatales y privados. Según esta ley la autoridad minera, al hacer delegación de funciones en las demás autoridades, acordará con estas la adopción de sistemas y ayudas técnicas de operación y comunicación que garanticen un eficiente desempeño de las funciones delegadas y un permanente y completo flujo de mutua información. Será responsabilidad de dicha autoridad minera que las funciones delegadas sean ejecutadas bajo los principios de legalidad, celeridad, economía y eficacia.

En Colombia, a la fecha se expiden autorizaciones para realizar actividades de exploración y explotación minera bajo el régimen dispuesto en la Ley 685 de 2001, el cual establece que solo podrán explotar un yacimiento minero las personas naturales o jurídicas que hayan cumplido los requisitos jurídicos y técnicos para que la Autoridad Minera les otorgue un contrato de concesión minera, el cual deberá surtir la solemnidad de inscribirse en registro minero nacional.

Una vez suscrito e inscrito en el Registro Minero Nacional, y agotada la etapa de exploración, deberá contar con el Programa de Trabajos y Obras, Licencia Ambiental y demás permisos legales.

La formalización minera en Colombia aún cuenta con vacíos que se ven reflejados en las problemáticas sociales de los territorios en los que se llevan a cabo las actividades mineras, debido a que el ordenamiento jurídico minero no ha sido diseñado con el fin de buscar afinidad con las formas de extracción aurífera que por tradición son implementadas por las comunidades en el país; una de las principales causas identificadas son los intereses particulares de quienes impulsaron las normas y de quienes asesoraron la construcción de las mismas. Es por esto por lo que se da un constante cambio a nivel normativo a través de resoluciones, decretos y/o leyes que tratan de complementar los códigos bases ya consolidados, suplir realidades sociales y acoger tradiciones que no fueron tenidas en cuenta con anterioridad.

Partiendo de este contexto y para analizar el marco jurídico relacionado con la actividad minera en el país, es indispensable observar el desarrollo jurídico a nivel internacional, el cual ha dado soporte a la actividad, teniendo como referente el desarrollo sostenible y la relación medio ambiente/ser humano, libre de violación de derechos fundamentales o cualquier otro tipo de premisa regulada; en tanto que los convenios, tratados y demás formas de pactos internacionales obligan al Estado colombiano a respetar una serie de lineamientos, para contribuir con un desarrollo mundial armónico. Las disposiciones ambientales y mineras se trasladan entonces desde el ámbito internacional a los principios de Estado, derechos fundamentales y normatividad de orden nacional (Fundación Atabaque, 2020).

## Posibles riesgos y supuestos/situaciones externas que delimitan el proyecto y que deben darse para su correcto desarrollo.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| # | Riesgo | Probabilidad | Impacto | Mitigación | Actual | Estado |
| 1 | Expectativas superiores de los interesados y que no tienen la información relacionada con el alcance del Proyecto. | 50% | 8 | Se realizan jornadas de socialización, contextualización y se hace seguimiento a peticiones del usuario que esté por fuera del alcance. | 50% | 4 |
| 2 | Impacto por el tiempo para ejecutar las actividades del proyecto es menor al estimado. | 80% | 8 | Definir una estrategia de seguimiento a los compromisos establecidos, donde se puedan evidenciar avances, logros y dificultades en la ejecución del proyecto. | 70% | 5,6 |
| 3 | Disponibilidad de plataforma para despliegue del sistema en un entorno de producción. | 50% | 8 | Definir desde el inicio del proyecto y alinear actividades de desarrollo con equipo de infraestructura del SGC. | 70% | 5,6 |
| 4 | Disponibilidad de expertos temáticos para transferencia conceptual. | 40% | 8 | Acordar agendas que estén alineadas con el plan del proyecto y los hitos de entrega de los release del producto. | 0 | 0 |
| 5 | Disponibilidad de la información y su acceso para realizar pruebas. | 90% | 9 | Realizar el inventario temprano y establecer planes de contingencia para lograr tener datos con los cuales se pueda poner a operar el producto final. | 90% | 8,1 |
| 6 | Disponibilidad de expertos técnicos que entreguen información clave a nivel técnico para la configuración final del sistema | 70% | 9 | Escalamiento a niveles que sean necesarios para lograr obtener la información | 50% | 4,5 |

## OBJETIVOS

Establecer un modelo tecnológico que permita por medio del uso de la inteligencia artificial determinar con un porcentaje aceptable de probabilidad la Huella Digital de los Minerales que sean sometidos a su estudio centrados en los datos y la Gestión de la Información, que permita implementar a futuro procesos de analítica, para determinar el origen de los minerales por medio de la creación y de las funcionalidades requeridas para que consolidar un sistema para la gestión de información de muestras de minerales.

Diseñar el proceso de revisión y tratamiento de datos, mediante la implementación de las reglas que aseguran la calidad de datos, para la identificación de la Huella Digital de Minerales

Identificar el mejor modelo, para la determinación de la Huella Digital de Minerales empleando procesos de inteligencia artificial y determinando cual ofrece mayor certeza de los resultados.

## Metodología(s) de proyectos TI y Cronograma propuesto

**Metodología:**

Para ejecutar este proyecto bajo los estándares de la PMI y desde la perspectiva de la ingeniería de software, se usará un enfoque de metodología ágil de desarrollo, en la que se busca:

* Ejecución interactiva incremental.
* Evolución del producto de forma permanente.
* Disminución de la incertidumbre a medida que se desarrolla el producto.
* Ajuste de alcance del producto a partir de acuerdos de los alcances que se vayan determinando.
* Entrega de un producto funcionando para su operación.

**Cronograma:**

El cronograma se alinea con la metodología del proyecto, el detalle de la planeación de proyectos se realiza en la plataforma como DevOps donde la estructura está definida a tres niveles: Épica, Característica, Actividades. Con las características se estructuran los backlogs de producto que se logran por sprint.

