

# FORMULACION DE UNA METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y EL DISEÑO TÉCNICO MINERO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LOS PASIVOS AMBIENTALES DEJADOS POR LA MINERÍA A CIELO ABIERTO. SEGÚN LOS LINEAMIENTOS PMI

## AUTOR

**Wilson Lenin Rivera Pedroza**

Ingeniero de minas

Wilso\_809@hotmail.com

**Artículo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia Integral de Proyectos**

## DIRECTOR

**Ing. Freddy León Reyes, M.Ed.**

Ingeniero de sistemas con énfasis en software - Universidad Antonio Nariño

Especialista en Docencia Univesrsitaria de la Universidad Nueva Granada

Magíster en educación de la Universidad Nueva Granada

Director Académico Programa Ingeniería en Multimedia de la Universidad Militar Nueva Granada

[freddy.leon@unimilitar.edu.co](mailto:freddy.leon@unimilitar.edu.co)



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DICIEMBRE 2016**

# **FORMULACION DE UNA METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y EL DISEÑO TÉCNICO MINERO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LOS PASIVOS AMBIENTALES DEJADOS POR LA MINERÍA A CIELO ABIERTO. SEGÚN LOS LINEAMIENTOS PMI**

**Formulation of a methodology for the  
evaluation of the environmental impacts and  
the technical design of mining of the system of  
geomorphological recovery of environmental  
liabilities left by open pit mining. According to  
the PMI guidelines**

Wilson Lenin Rivera Pedroza

Ingeniero de minas  
Universidad Militar Nueva Granada.  
Bogotá, Colombia  
Wilso\_809@hotmail.com

## **RESUMEN**

El presente trabajo expone la generalidad de los procedimientos en la evaluación de los impactos y diseño minero en la recuperación geomorfológica, en primera medida el procedimiento que se realiza en la recuperación geomorfológica y posteriormente el procedimiento o metodología para esta evaluación y estudios correspondientes, la comparación en costos entre estos dos procedimientos, los resultados obtenidos y finalmente, la formulación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica bajo lineamientos PMI.

En nuestro país se han venido presentando explotaciones en minería a cielo abierto, en la cual se extrae el mineral de interés por la persona que ocupa el área y/o realiza

en años anteriores dicha extracción de mineral, el estado con el fin de realizar una mejora o restauración en las zonas afectadas por minería formal e informal en la cual el titular no ejecuto su etapa de restauración ambiental o recuperación del área intervenida, definió el PMRRA Plan de Manejo de Recuperación y Restauración Ambiental más sin embargo al momento de ejecutar dicho modelo, la empresa no cumplió con las fechas que tenía programadas en la organización y los costos de su actividad superaron los presupuestados ya que no se tuvo en cuenta un proceso idóneo para la evaluación y los diseños necesarios, a su vez el aumento en los costos hizo que las fechas no se cumplieras, extendiendo la ejecución del proyecto para cumplir con la meta establecida. Con el presente documento, se formula bajo los parámetros del PMI la formulación de la metodología en la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica, define las actividades y el tiempo de trabajo necesario para el desarrollo del proyecto; como respuesta a las posibles causas que llevaron a que no se cumpliera con los objetivos planteados en primera instancia en el proyecto. Igualmente, busca demostrar los beneficios que ofrece a la población y su entorno la implementación de estas actividades de recuperación ambiental.

**Palabras Clave:** Espacio Explotado, Pasivos Ambientales, Evaluación De Impacto Ambiental, Mina Abandonada, Evaluación De Impacto Ambiental, Recursos naturales.

### **ABSTRACT**

The present work presents the generality of the procedures in the evaluation of the impacts and its subsequent miner in the geomorphological recovery, firstly the procedure that is carried out in the geomorphological recovery and later the procedure or methodology for this evaluation and corresponding studies, the Cost comparison between these two procedures, the results obtained and finally, the formulation of the methodology for the evaluation of the environmental impacts and the technical design of the mining geomorphological recovery system under PMI guidelines.

In our country mining operations have been presented for mining open sky in which the mineral of interest is extracted by the person who occupies the area and / or performed in previous years said mineral extraction, the state in order to make an improvement Or restoration in the areas affected by formal and informal mining which did not perform its stage of environmental restoration or recovery of the intervened area, for this purpose the PMRRA has a Recovery and Environmental Restoration Management Plan, however, at the time of executing this model , The company did not comply with the dates it had planned in the organization and the costs of its activity exceeded the budgeted since it did not take into account a process suitable for the evaluation and the necessary designs, in turn the increase in costs made That the dates were not fulfilled, extending the execution of the project to fulfill the established goal. With the present document, the formulation of the methodology in the evaluation of the environmental impacts and the technical technical design of the geomorphological recovery system is formulated under the parameters of the PMI, it defines the activities and the working time necessary for the development of the project; As a response to the possible

causes that led to the failure to meet the objectives set out in the first instance in the project. Likewise, it seeks to demonstrate the benefits it offers to the population and its environment to implement these environmental recovery activities.

**Keywords:** Exploited space, Environmental passives, Environmental Impact Assessment, Abandoned Mine, Natural resources

## INTRODUCCIÓN

Cuando se realiza la formulación de un proyecto, lo que se plantea es el proceso de planeación, ejecución y control del proyecto desde su comienzo hasta su fin, con esto buscamos cumplir con el propósito de lograr los objetivos y los plazos determinados o pactados para su ejecución y además tener unos estimados de los recursos necesarios para esta actividad. “PMI es la asociación de miembros para la profesión de la dirección de proyectos líder en el mundo. Es una entidad sin fines de lucro con más de medio millón de miembros y personas titulares de sus certificaciones en 185 países.

Nuestro apoyo y difusión a la dirección de proyectos se sustenta en nuestros estándares, certificaciones, en nuestro extensivo programa de investigación, y en nuestras oportunidades de desarrollo profesional, que son mundialmente reconocidos.

Estos productos y servicios son la base de un reconocimiento y aceptación mayor del rol exitoso de la dirección de proyectos en los gobiernos, en las organizaciones, en las instituciones académicas y en las industrias.”[1]

Bajo los estándares PMI podemos contar con las herramientas para presentar los productos de un proyecto en formatos comunes y que cada vez son más generalizados, de este modo nos permite a través de la gestión del alcance, el tiempo, riesgos y costos, formular cualquier proyecto, tal como se realizara con la formulación de la metodología en la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica. Además se cuenta con metodologías de marco lógico que es una herramienta utilizada para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Se organiza en función de los objetivos, identifica los grupos beneficiarios y pretende facilitar la participación y comunicación entre las partes. [2]

Ya que la metodología es ampliamente reconocida en el ámbito internacional propuesta por el Project Management Institute (PMI), organización internacional sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos y una de las más importantes a nivel internacional en el campo de la formulación de proyectos [3].

Nuestro país, presenta grandes cantidades de Recursos Naturales de Minerales, los cuales constituyen una excelente fuente de patrimonio geológico, estos recursos patrimoniales en su mayoría fueron explotados deficientemente, generando abandono de los frentes de explotación, cierres temporales o definitivos de las explotaciones, lo que produce pérdida de las reservas y graves efectos generados al medio ambiente,

constituyendo unas grandes pérdidas patrimoniales, que hoy en día son conocidos mundialmente como pasivos ambientales mineros.

Estas recuperaciones geomorfológicas son mencionadas por el estado colombiano como PMRRA (Plan de Manejo de Recuperación y Restauración Ambiental) en la actualidad las empresas que están interesados en realizar estos procesos requieren de un equipo técnico, tiempos para realizar los estudios, análisis o estudios de laboratorios y que secuencias, pasos o ruta de trabajo que se deben seguir para ejecutar estos proyectos.

A medida que la empresa ha realizado estas recuperaciones geomorfológicas se han observado las falencias ya que no sabe cómo controlar los tiempos de ejecución para cada actividad y de este modo no puede tener una certeza con los gastos de operación, además de no contar con los ciclos o secuencias de los profesionales a contratar para dicho proyecto, en otra medida los costos de estos no los tienen estimados, sin conocer una ruta crítica y las actividades que realizan el proyecto varía en sus costos y estudios o laboratorios a realizar. Si para el proyecto no se realiza nada de las actividades de recuperación, pero el principal inconveniente que ocurre con esta opción, es los daños paisajísticos y/o ambientales que no se restauran, dichos daños le generan a la organización el pago o multas por parte de la CAR (Corporación Autónoma Regional), además deja de aprovechar un nicho comercial el cual puede explotar en prestar estos servicios técnicos y estos terrenos en su mayoría de las veces solo son invadidos para construcción de viviendas, pero en los momentos de precipitaciones o temporadas de lluvias fuertes, se presentan problemas de inundaciones, deslizamientos, epidémicos entre otros problemas como de orden público. Por lo tanto si tomamos la opción de realizar la metodología, esta nos presenta mayores beneficios ya que en primera medida se realiza el proyecto mencionado, realizando la EDT, conociendo los tiempos de trabajo, los posibles análisis y/o laboratorios a realizar y con esto poder estimar los costos de operación del proyecto, Por tal razón esta formulación de metodología es la mejor opción técnica y las etapas que se deben tener en cuenta, sus profesionales, estudios técnicos y entrega final del informe para su recuperación.

Con relación a lo anterior el producto a entregar en este proyecto es un documento que cuenta con una metodología los pasos y procedimientos necesarios en la recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales de la minería a cielo abierto con base en los lineamientos PMI.

Y el beneficio que se tiene con este proyecto es conocer que profesionales debe contar en su plantilla para realizar un proyecto de estas características, cual es la secuencia de actividades y que profesional las debe realizar, conocer los tiempos de operación de cada profesional en su actividad, ya con esta información podrá estimar los costos de operación, a su vez tener un estimado de los equipos materiales que requieren para realizar la actividad y finalmente contar con el documento final del estudio. Adicionalmente se tiene en cuenta que los inconvenientes presentes en esta actividad son los procesos de tiempos en capacitación al personal en la metodología aplicada. Además la generación de tramitología a nivel interior para realizar cada etapa del proyecto y por último la adaptación del personal a la metodología PMI ya que la

desconocen. Con todo lo mencionado anteriormente se buscara en este proyecto Formular una metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto. Según los lineamientos PMI.

De este modo se documentara la diferencia entre las actividades realizadas y mediante la formulación de la metodología según los lineamientos PMI

## 1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Análisis de la metodología actual en las actividades programadas para la evaluación de los impactos ambientales y los diseños técnicos mineros en el proceso del PMRRA.

Actualmente en Colombia los pasivos ambientales producto de la minería no cuentan con una restauración ambiental o una recuperación geomorfológica adecuada, en primera medida se debe a que las zonas afectadas se invaden o son tomados por personas del común, y se da un modelo de restauración sin tener en cuenta los riesgos presentes por la intervención de estas zonas que no cuentan con una canalización de aguas lluvias, peligros por deslizamientos, inestabilidad de los taludes entre otros riesgos a los cuales es vulnerable el terreno.



Imagen 1. Cantera Sur de Bogotá

Quando estos terrenos son abandonados, la comunidad la utiliza ya sea para construcción de viviendas o para disposición inadecuada de materiales orgánicos, biológicos, solidos, generando afectación a la salud, ambiente y su entorno, ver imagen 2.



Imagen 2. Cantera sin recuperación



Imagen 3. Imagen de construcción sobre laderas no estabilizadas en canteras.

En la imagen 3 se puede observar como las áreas explotadas son utilizadas para uso de vivienda, sin ningún tipo de control ni seguridad



Imagen 4. Disposición inadecuada de escombros y orgánicos

Fuente: <http://confidencialcolombia.com/es/1/903/565/Por-una-Bogot%C3%A1-sin-escombros-Escombors>

Como podemos observar en la imagen 4, se genera una problemática, peligros biológicos y la inseguridad o riesgos públicos.

Como se menciona anteriormente esta es la posibilidad y lo más frecuente en los trabajos abandonados por procesos mineros, de lo cual para el estado le impacta y le afecta de manera directa ya que estos recursos patrimoniales en su mayoría fueron explotados deficientemente, llevando consigo el abandono de los frentes de explotación, cierres temporales o definitivos de las explotaciones, lo que produce una gran pérdida de las reservas que unido a los graves efectos generados al medio ambiente, constituyen unas grandes pérdidas patrimoniales.

Adicionalmente las personas que habitan estas zonas, en el momento de una calamidad pública quedan como desplazados o damnificados por afectaciones naturales, que a su vez se convierten para el estado en una carga económica.

Por lo anterior las empresas pueden entrar en procesos de recuperación de estas zonas afectadas y mejorar tanto los diseños paisajísticos como los problemas de seguridad entre otros.

Actualmente el proceso se realiza con la verificación en campo del terreno afectado y potencialmente acto para dicha recuperación, luego de esta etapa se verifican los aspectos legales, como propiedad del terreno, uso actual del suelo y afectación por la comunidad por invasión.

Acto seguido la empresa se encarga de realizar la contratación del profesional ambiental para que evalúe los impactos producidos en terreno, igualmente se cuenta con el profesional en geología que realizara la verificación y análisis del terreno de interés, con el fin de conocer su litología, columnas estratigráficas formaciones geológicas y de este modo identificar las características del terreno, terminado este proceso es realizada la actividad de topografía, realizando el levantamiento topográfico del área de interés.

Con esta información primaria se realiza un estudio geotécnico del terreno donde se extraen testigos (rocas) del terreno y se envían a laboratorio para verificar las características del terreno o las rocas que componen el mismo, entregando como producto final la caracterización geomecánica del macizo rocoso y las condiciones de estabilidad actuales del mismo.

Luego de realizados los estudios topográficos de la zona, se delimita el área de interés y el Ingeniero de minas y/o civil realiza el informe de los diseños de taludes, rellenos, vías, campamentos, accesos y demás trabajos requeridos en el proceso de estabilidad de taludes o nivelación de terrenos, donde se verifica la maquinaria, equipos, personal, volúmenes de material a remover o movimientos de tierras, insumos entre otras actividades adicionales.

Con cada una de las anteriores descripciones el Ingeniero ambiental realiza el trabajo correspondiente al PMRRA que consisten en un informe de todos los anexos de los profesionales, donde se describen los antecedentes legales del área de interés, la localización del proyecto, definir el área de influencia, los estudios geológicos,



geomorfológicos, hidrogeológicos, hidrológicos, estratigráficos, sismológicos entre otros, con esta información se entrega el modelo geológico-geotécnico las medidas para reducir amenazas y riesgos, finalmente el informe describe de acuerdo a los estudios y diseños técnicos la recuperación y restauración ambiental, donde describe las adecuaciones morfológicas su estabilidad, el manejo de aguas, la recuperación de los suelos y empedrarían o revegetalización y su correspondiente PMA Plan de Manejo Ambiental interno, Plan de contingencia y seguimiento y monitoreo del mismo, todo el informe final tiene su componente técnico ambiental y costos.

#### 1.1.1 Análisis de dificultades en la implementación del procedimiento actual.

Luego del análisis del procedimiento se evidenciaron las siguientes dificultades; falta de la designación de un profesional específico para liderar el proyecto y actualizar la información necesaria para formular la metodología adecuada, definiendo las prioridades en la línea de proceso necesaria para la entrega del producto final, de este modo estimarlos costos reales del proyecto.

Adicionalmente se realiza primero la inclusión del equipo técnico sin contar en primera medida con los estudios o levantamientos topográficos y los análisis geotécnicos y de suelos del área para de este modo delimitar el área de interés principal, al contratar a todo el equipo técnico sin definir en qué etapa del proyecto y/o mes este iniciara sus actividades, se realiza un aumento en los costos del proyecto por personal cesante hasta su inicio real de actividades, no teniendo en cuenta la totalidad de trámites previos y sus estudios con los cuales serán insumos de trabajo para los mismos, los permisos en campo o registros para el inicio de actividades.

No se cuenta con un acta de visitas, reuniones, en la definición de los procesos, tiempos y costos que conllevan a la entrega del producto final, por ello no se tiene detallado las responsabilidades y la autoridad propia, de cada una de las áreas y/o perfiles que intervienen durante el proceso de elaboración, revisión, y entrega final del proyecto.

#### 1.2 Actualización del procedimiento para la evaluación de impactos y los diseños técnicos mineros correspondientes al plan PMRRA.

Luego de estudiar el procedimiento que se está ejecutando actualmente, se muestra a continuación el desarrollo de una serie de capítulos que permiten aportar al ejercicio de ajuste propuesto, para de este modo identificar la ruta crítica, las actividades generales, estudios necesarios, equipo técnico, costos entre otros.

#### 1.3 Planificar la gestión del alcance.

Para la gestión del alcance se incluyen los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y que únicamente sea el trabajo para completar el proyecto [4]. En este caso el capítulo tiene una división en la planificación del alcance que a continuación se presentara.

### 1.3.1 Planificación de la gestión del alcance.

En este caso de estudio la planificación de la gestión del alcance en su componente de entradas se tiene en cuenta en primera medida el análisis de la metodología actual, metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto y el análisis de las dificultades en la implementación de dicha metodología. Por lo tanto a continuación se observa el desarrollo de los ítems.

### 1.4 RECOPIRAR REQUISITOS.

En el siguiente capítulo se presenta la metodología y herramientas utilizadas para la identificación de los requisitos de los interesados o en su defecto los stakeholders que están presentes en este tipo de proyectos ya sea de manera directa o indirecta y pueden afectar el proyecto ya sea de manera positiva o negativa en este tipo de proyectos donde la entidad gubernamental y los empresarios son los principales interesados igualmente que el estado o gobierno con su ejecución.

#### 1.4.1 Recopilar requisitos: Entradas del proyecto.

Para este estudio de caso lo que se evidencio para esta formulación de la metodología es la necesidad de realizar sesiones de trabajo donde se incluya en primera medida los interesados, los cuales son en el proyecto las siguientes: La entidad gubernamental que rige en la zona de interés ya sea la secretaria distrital de ambiente o la corporación autónoma regional CAR y la empresa encargada o interesada en realizar el proyecto. A continuación se deja un soporte de las necesidades que se expresan por cada una de las partes que están interesadas en dicho proyecto y que fueron mencionados anteriormente y de este modo cumplir con los requerimientos necesarios para su ejecución.

#### 1.4.2 Requisitos: Herramientas y técnicas.

En la siguiente tabla 1, se dejan evidenciadas las necesidades de los interesados que se encuentran involucrados en el proceso y desarrollar de este modo el procedimiento o la metodología en el proyecto.

Tabla 1. Necesidades de los interesados en el proceso.

<b>Interesados</b>	<b>Descripción de la necesidad</b>
<b>Entidad Gubernamental</b>	Cumplir con la normatividad que es aplicable para el proceso de recuperación Geomorfológica
	Definición de estándares generales en los cuales se realice el desarrollo de las actividades.

	Contar con un proceso documentado y con formatos que le permita tener claridad al momento de realizar las inspecciones o seguimientos del proceso en campo o el área.
<b>Empresa u Organización</b>	Que se cuente con claridad en el desarrollo de las actividades y los pasos a realizar en el proyecto.
	Incluir las actividades que se realizan pero que su procedimiento no está documentado o no se tiene control del mismo.
	Contar con el procedimiento de fácil entendimiento y que su operación sea lógica con el fin de aportar con el cumplimiento de los objetivos del proyecto y su organización.
	Que este cumpla con las políticas y los principios de la organización o del sistema de gestión que esta tenga contemplados y sus procedimientos, igualmente con los formatos que se tengan en el sistema de gestión o en la organización actualmente.

#### 1.4.3 Salidas del proyecto.

Con la información suministrada por las partes interesadas en este proceso, se realizara la formulación de la metodología y cumplir con las necesidades mencionadas por las partes involucradas siendo esta un insumo para el desarrollo de la actividad y se evidencia más adelante en este caso.

#### 1.5 Definición del alcance.

En primera medida y tomando como punto de partida la necesidad de la formulación de esta metodología y los inconvenientes presentes en el actual modelo que se realiza o procedimiento descrito anteriormente. A continuación se realizara la descripción del alcance de la propuesta y lo deseado o lo que se espera generar con este caso.

##### 1.5.1 Definición del alcance: Entrada

Para este punto se han tenido en cuenta los procedimientos o el proceso actual para el desarrollo de la actividad, las dificultades que se presentan en desarrollo de este mismo procedimiento, las necesidades mencionadas anteriormente por las partes y de este modo contar con el insumo necesario para la definición del alcance.

### 1.5.2 Definición del alcance: Herramientas y técnicas.

En este proceso la metodología para esta información de entrada, se tiene planteada el juicio de expertos, teniendo en cuenta que se trata de una actividad para la prestación de servicios profesionales y cada uno de ellos tienen de forma clara y precisa su actividad siendo esta altamente especializada, en la cual se requiere tener en cuenta un conjunto de variables que pueden ser suministradas por los ingenieros o profesionales conocedores en el tema o actividad a realizar. Se tiene en cuenta en primera medida los ciclos y actividades de los profesionales que deben intervenir en el proyecto, adicionalmente el interés del gerente o responsable de la organización interesado en ejecutar el proyecto.

De acuerdo a estos profesionales se plantean como puntos principales los siguientes:

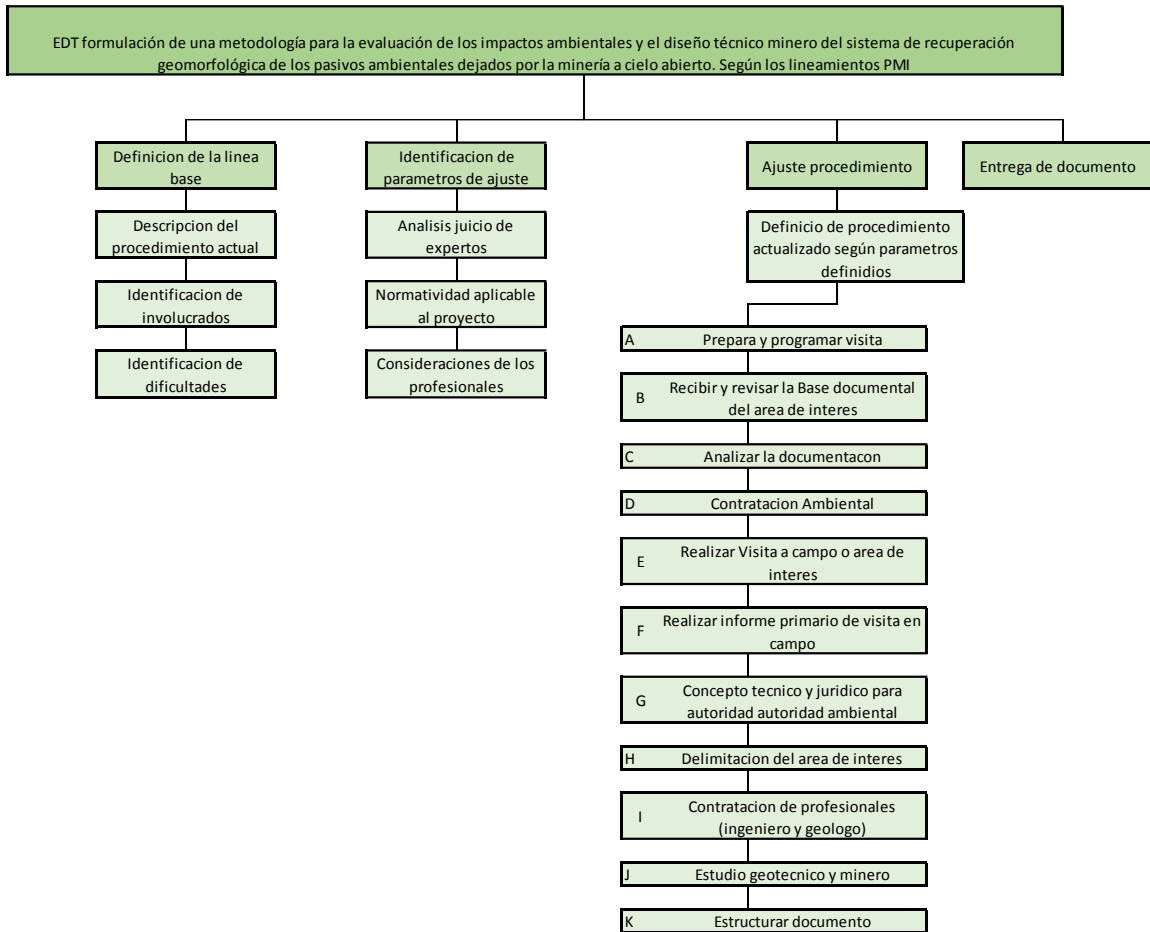
El no contar con un proceso adecuado donde se defina las actividades primarias a realizar en el proyecto, el cambio de profesionales ya que estos ingresan a la actividad sin contar con una secuencia lógica de los insumos que debe recibir y este debe entregar en el proceso del proyecto, es decir, ingresan a fechas o etapas que en el proyecto no se cuenta con insumos para que ejecuten su actividad o que por el contrario demoran más del tiempo estimado en que estos inicien sus actividades porque de otros procesos no se cuentan con los entregables necesarios.

Además se observa que en las organizaciones nunca se tienen procesos de actualización, pues bien es una tarea que toma mucho tiempo tanto en su adopción como la implementación y los empresarios o gerentes buscan en primera medida no invertir recursos en estas etapas. Por lo tanto si el proceso es estandarizado se hace más eficiente en términos de tiempo, costos y calidad en el producto que es entregado, para este caso los diseños y las evaluaciones, dando favorabilidad en los recursos que se cuentan para el proyecto y además adecuado control de los tiempos y las etapas que este proyecto tiene para su entrega de producto final.

### 1.5.3 Definir el alcance: Salidas

Ya teniendo el ejercicio realizado del análisis de los insumos de entrada establecidos inicialmente mediante la metodología del juicio de expertos, se pudo determinar cómo alcance la formulación de una metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto. Según los lineamientos PMI y de este modo lo que se busca obtener es el procedimiento, los anexos y el flujo grama, la ruta crítica de trabajo los costos de la misma, este ejercicio no se contempla la adopción y su implementación del procedimiento en la organización, ya que se busca es contar con un estándar que sea aplicable a cualquier organización y no se tomó como caso puntual para una empresa ya que se debería tener en cuenta los tramites de la organización para su ejecución.

## 1.6 Creación de la EDT/WBS



Algunas de estas fases planteadas y los productos, fueron presentados en primera parte del presente artículo. A continuación se realizará una breve descripción de las actividades que integran cada una de las fases y de este modo poder complementar el análisis propuesto en primera medida.

En la siguiente tabla 2 se deja el compendio de normas que es necesario implementar en el ejercicio para realizar los diseños y la evaluación de los impactos para la recuperación geomorfológica

Tabla 2. Normatividad vigente para el proyecto

Norma número y fecha	Descripción
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del manejo del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema

	nacional ambiental SNA, SINA y se dictan otras disposiciones
<b>Acuerdo 023 de 2009</b>	Por el cual se establecen los parámetros y el procedimiento para efectuar el cobro de las tarifas de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental, en jurisdicción de la Car
<b>Resolución 222 del 3 de agosto de 1994</b>	Por la cual se determinan zonas compatibles para las explotaciones mineras de materiales de construcción en la Sabana de Bogotá y se dictan otras disposiciones" El Ministro del Medio Ambiente, en uso de sus facultades legales, en especial las que le confiere el Artículo 61 de la Ley 99 de 1993
<b>RESOLUCION NUMERO 1197 DE 2004</b>	Por la cual se establecen las zonas compatibles con la minería de materiales de construcción y de arcillas en la Sabana de Bogotá, se sustituye la Resolución número 0813 del 14 de julio de 2004 y se adoptan otras determinaciones.

Para la metodología se debe tener en cuenta los requerimientos y los permisos pertinentes por parte de la Secretaria Distrital de Ambiente o la Corporación Autónoma Regional, los cuales son las mismas normativas para este proyecto, con la información suministrada por la institución para entregar el documento final ante la entidad.

Las organizaciones con este formato de guía tienen un acercamiento de los requisitos para la entrega del documento final a la entidad, pero en este al momento de su ejecución, no cuenta con una base procedimental o una metodología con su secuencia lógica de actividades y por el contrario solo le indica al interesado que debe cumplir y que debe contener el documento final o de entrega.

Cuando los interesados descargan estos formatos de la entidad presentan dificultad, puesto que no se conoce a profundidad la normatividad legal vigente aplicable a esta actividad, es difícil reconocer que debe cumplir para la entrega del producto final a la entidad. A su vez en el momento de iniciar las actividades la empresa ingresa la planta general ya que se desconoce por lo anteriormente mencionado, que proceso inicia y cual son los requerimientos de este, ya sea de carácter técnico o legal y el equipo

mínimo requerido es lo único que se estima en la plantilla mas no se informa los estudios técnicos necesarios para su ejecución.

Por ello no se cuenta con un modelo estandarizado del procedimiento, puntualmente en la definición de tiempo promedio en la ejecución y etapa de cada actividad, no proporciona un criterio de asignación de productos fijos, llegando a tener en algunas etapas sobrecarga para la organización de equipo profesional y en otros un déficit mientras una parte del equipo entrega el insumo a la siguiente etapa.

Y por último para estandarizar los criterios de identificación y documentales, es lo más recomendable contar con documentos que contengan una estructura de procedimiento que serán descritos a continuación.

Tabla 3 Criterios de calidad para definición del procedimiento

<b>Criterio</b>
<b>1. Requisitos de redacción y edición</b>
<b>2. Estructura del documento</b>
<b>3. Encabezado</b>
<b>4. Normas específicas</b>
<b>5. Cuerpo del procedimiento</b>

En los siguientes temas se evidenciará el resultado del ajuste del procedimiento, contemplando cada uno de los criterios definidos hasta ahora.

### 1.7 Gestión del tiempo del proyecto

En este ítem se presenta la planificación del tiempo inicialmente para el ejercicio de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto y con esto, posteriormente profundizar en el desarrollo de las actividades y entregables de la fase de definición de la metodología definidos previamente en la EDT.

#### 1.7.1 Planificar la gestión del cronograma

En la siguiente tabla 4, Cronograma actualizado de la metodología se puede evidenciar el momento de ejecución de las actividades que componen la metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto.

Tabla 4 cronograma de la metodología

<b>Cronograma ejecución actividades Procedimentales</b>																									
<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>Mes de ejecución</b>																							
		<b>Mes 1</b>				<b>Mes 2</b>				<b>Mes 3</b>				<b>Mes 4</b>				<b>Mes 5</b>				<b>Mes 6</b>			
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
<b>Definición de la línea base</b>																									
	Descripción del procedimiento actual	X	X	X	X																				
	Identificación de involucrados	X	X	X	X																				
	Identificación de dificultades	X	X	X	X	X	X	X	X																
<b>Identificación parámetros de ajuste</b>																									
	Análisis Juicio de Expertos									X	X	X	X												
	Estudio Normativa Ambiental	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
	Consideraciones de los profesionales									X	X	X	X												
<b>Ajuste de procedimiento</b>																									
	Definición del procedimiento según parámetros definidos													X	X	X	X	X	X	X	X				
	Entrega del documento																					X	X	X	X

1.7.2 Definir las actividades, responsables y su duración

Unos de los objetivos del presente documento es la de determinar la participación en términos porcentuales de cada actividad que se realiza y con esto se puede determinar los tiempos promedio de ejecución y la importancia del tiempo a ejecutar y su prioridad en el proyecto.



En la siguiente Tabla 5, se evidenciarán las actividades y metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto y su participación porcentual en tiempo, así mismo se observa el perfil o profesional que debe liderar la actividad o el experto en el desarrollo de la misma siendo este el responsable por el desarrollo de dicha actividad.

Es de resaltar que en el proyecto se tienen en cuenta los profesionales que intervienen de manera directa en el proceso y por ello se incluyen dentro del ejercicio únicamente aquellos que desarrollan las visitas, realizan los estudios y toman los datos para entregar el producto final.

Tabla 5. Actividades que se requieren o deben realizar y el perfil del profesional que está a cargo de la misma

<b>Actividad</b>	<b>Perfil a cargo de la actividad</b>	<b>Participación en Porcentaje %</b>
<b>A</b>	Profesional Jurídico	5,18
<b>B</b>	Profesional Jurídico	3,63
<b>C</b>	Profesional Jurídico	3,11
<b>D</b>	Profesional Talento Humano	5,18
<b>E</b>	Profesional Ambiental	3,63
<b>F</b>	Profesional Ambiental	7,77
<b>G</b>	Profesional Ambiental y Jurídico	7,77
<b>H</b>	Profesional Ambiental	4,15
<b>I</b>	Profesional Talento Humano	5,18
<b>J</b>	Profesional de Minas y Profesional de Geología	46,63
<b>K</b>	Profesional de Minas, Profesional de Geología y Profesional Ambiental	7,77
<b>Total</b>		100

Debemos destacar y tener muy en cuenta que cada actividad a realizar depende de la complejidad que esta misma tenga en campo o en toma de datos y a su vez con los diseños que se realicen, por esto se considera conveniente analizar estos tiempos en términos porcentuales dependiendo del total de tiempo invertido en todas las actividades como un proyecto general.

A sí mismo es necesarios que las actividades se tengan en cuenta y se observen en mayor profundidad en el flujograma del procedimiento. Esta información se puede apreciar en flujograma y sus pasos, donde se definen su predecesora y antecesora.

### 1.7.3 Secuenciar las actividades del proyecto.

En la siguiente tabla 6. Se observaran las secuencias en las actividades y podemos observar su predecesora y Consecuente.

Tabla 6. Actividades secuenciadas

Actividad	Predecesora	Consecuente
A	-	B,D
B	A	C
C	B	G
D	A	E
E	D	F
F	E	G
G	C,F	H
H	G	I
I	H	J
J	I	K
K	J	-

### 1.7.4 Estimar los recursos de las actividades definidas

En este ítem se busca realizar un estimado de los recursos que se hacen necesarios para el desarrollo de las diferentes actividades que integran la metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto, se tienen en cuenta los componentes de personas (Profesionales), maquinarias (vehículos para transporte), Herramientas (GPS, Software), Materiales (Papelería).

Es de resaltar que para este procedimiento se encuentran algunas actividades enmarcadas en el campo jurídico, tema que no aplica para el presente análisis ya que el ejercicio es de una metodología de carácter técnico, propio de la actividad más que de las actividades a nivel jurídico en el predio de interés.

En nuestro primer cálculo del recurso de personal (Profesional aplicable a la etapa) se utilizara la regla de cálculo, a continuación:

Fórmula 1.

$$\text{Valor Hora} = \text{Dur} \times \text{Vh} \times \text{Ttot}$$

Donde Ttot es el tiempo total de la actividad y varía en cada caso del proyecto.

Dur es el porcentaje de duración de la actividad descrito en la tabla X, que se muestra anteriormente y Vh el valor de la hora del profesional que ejecuta la actividad.

La manera que se puede conocer la hora por profesional que realiza la actividad es basada en la siguiente fórmula.

Fórmula 2.

$$\text{Valor Hora profesional} = \text{Salario Mes} / 240 \text{ horas Mes}$$

En la tabla 7, se define el salario mes y la hora por cada profesional que interviene en el proyecto con el fin de calcular el valor de la hora y de este modo determinar el costo del personal que está a disposición del proyecto.

Tabla 7, Valor del salario mensual

Perfil profesional	Salario Mes	Intensidad en horas al mes	Valor hora profesional
Ingeniero Ambiental	3.500.000	240	14.583
Ingeniero de minas	3.500.000	240	14.583
Geólogo	3.500.000	240	14.583
Jurídico	4.000.000	240	16.667
Talento Humano	2.200.000	240	9.167

La sumatoria de cada uno de los costos de los profesionales, corresponde al costo general o total de personal asignado a las actividades de seguimiento. Para el cálculo realizado en el resto de ítems mencionados con antelación, se aplicara la siguiente formula.

Fórmula 3.

$$\text{Valor hora Item} = V_h \times T_{\text{tot}} \times \text{Dur}$$

Dónde:  $V_h$  es el valor por hora del ítem,  $T_{\text{tot}}$  es el tiempo total de la actividad y Dur es el porcentaje de duración de la actividad en el proyecto.

Adicionalmente se debe mencionar que los laboratorios y análisis de minerales necesarios para los profesionales de minas y geología, se contratan con un laboratorio o outsourcing este servicio técnico y tiene como una base fija para el proyecto de 7 millones de pesos y su entrega se realiza en los plazos estimados por los profesionales que cuentan con un tiempo de 90 días para su entrega final, por ello la outsourcing se encarga de entregarlos en los tiempos internos de esta etapa, lo cual no se hizo necesario incluirla en los tiempos del proyecto.

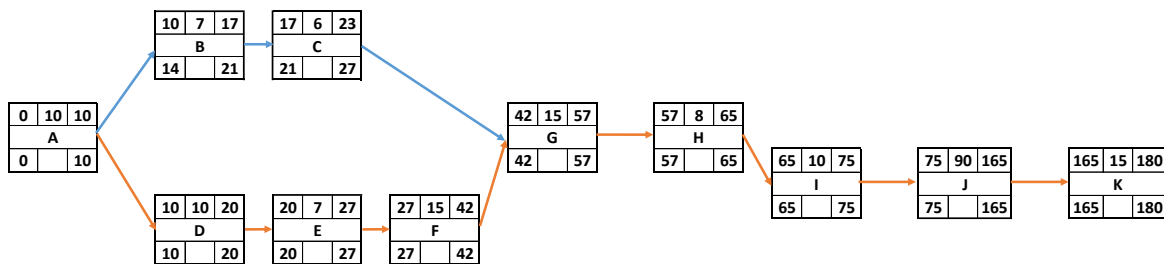
En cuanto a las herramientas se reconoce el valor de la depreciación del equipo ya que afecta el valor del equipo para efectos contables. La hora promedio se encuentra en \$ 6.000. Del ítem de materiales para la visita de \$ 1.000. En costos de energía impresión es de \$ 500.

Luego de calcular el costo total por ítem que corresponde a las actividades para el proyecto, se realiza la sumatoria y se calcula el costo total de las actividades que se requieren en el proyecto.

#### 1.7.4 Ruta Crítica

Con el diagrama de red y su ruta crítica se pueden apreciar los tiempos totales de la actividad y donde presento holguras, anteriormente se exponía el tiempo de cada tarea y su porcentaje de ocupación, A continuación se muestra la ruta crítica y el diagrama de red presente en el proyecto.

Diagrama de Red y Ruta Crítica



Con el diagrama de red podemos apreciar la ruta crítica del proyecto y las actividades que requieren estricto seguimiento y/o coordinación, de este modo no se aumenten los tiempos de desarrollo de las actividades o generar retrasos en la entrega del producto final, en rojo observamos la ruta crítica del proyecto la cual es A,D,E,F,G,H,I,J,K, estas actividades su holgura son cero y debe llevar el control para evitar como se menciona anteriormente retraso en el proyecto.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para este capítulo se muestran o evidencian los resultados a los que se pudo llegar luego del desarrollo de la metodología de los lineamientos PMI que se propuso en un principio, donde se enfocó en primera medida en la metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto

2.1 metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto

En las actividades contempladas en el alcance del ejercicio de la metodología se planteaba el método actual de trabajo y por tal motivo se describe el paso a paso de las actividades desde el punto de vista técnico, como ya se cuenta con el diagrama de

red y su ruta crítica, se pueden agrupar las actividades y definir las, además se exponen las actividades y su equivalencia en la EDT.

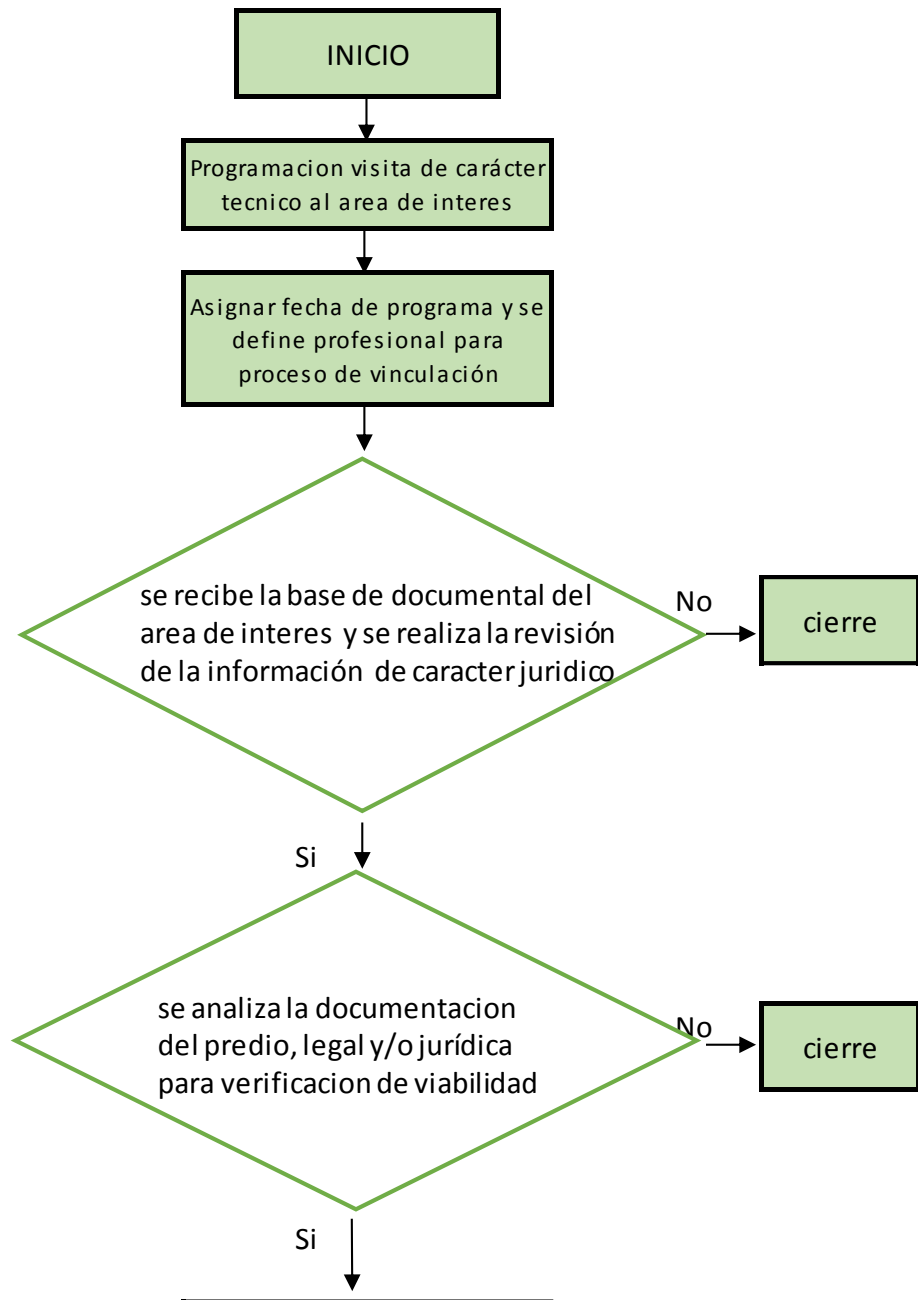
En la siguiente tabla 8 se realiza la agrupación de las actividades desde el punto de vista técnico.

Actividad para el flujograma	Actividad	Equivalencia en la EDT	Código EDT
<b>1</b>	Programar la visita de carácter técnico al área de interés o susceptible de intervención	Preparar y programar la visita	A
<b>2</b>	Se asigna la fecha programa y se define el profesional para realizar el proceso de vinculación		
<b>3</b>	Se recibe la base documental del área de interés	Recibir y revisar la base documental del área de interés	B
	Se realiza la revisión de la información de carácter jurídico del predio		
<b>4</b>	Se analiza la documentación del predio, legal y/o jurídico que tengan para verificar viabilidad del mismo y dar la aprobación OK	Analizar la documentación	C
<b>5</b>	Se realiza el ingreso del profesional ambiental desde esta etapa del proyecto	Vinculación profesional ambiental	D
<b>6</b>	La visita programada se ejecuta, se va al área de interés para verificar viabilidad del área	Realizar visita a campo o área de interés	E

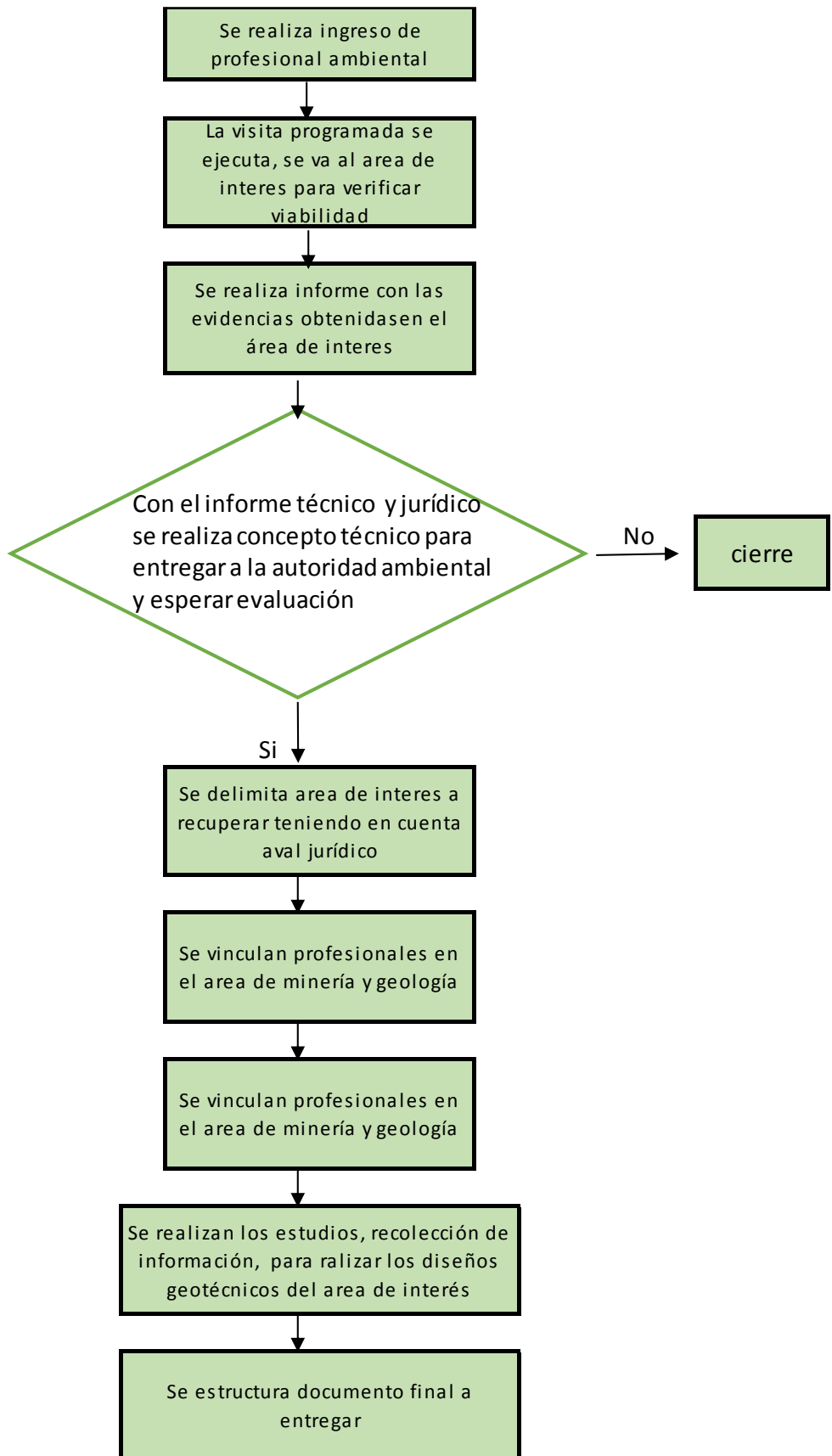
<b>7</b>	Se realiza el informe con las evidencias obtenidas en el área de interés	Realizar informe primario de visita a campo	F
<b>8</b>	Con el informe técnico y jurídico se realiza un concepto para entregar a la autoridad ambiental y esta evalúe el área de interés y susceptible a intervenir para su recuperación	Concepto técnico y jurídico para autoridad ambiental	G
<b>9</b>	Del polígono general y de interés a intervenir, se realiza la delimitación en el área de importancia a recuperar y que requiere de intervención, además cuente con el aval jurídico.	Delimitación del área de interés	H
<b>10</b>	Se realiza el ingreso del profesional en minería y el profesional de geología desde esta etapa del proyecto	Vinculación de ingeniero y geólogo	I
<b>11</b>	Se realizan los estudios, recolección de información, para realizar los diseños geotécnicos del área de interés.	Estudios geotécnicos y mineros	J
<b>12</b>	Etapa en la cual se estructura cada capítulo técnico, geológico-minero y	Estructurar el documento	K

	ambiental, para ser entregado el producto final		
--	---	--	--

Con la información anteriormente mencionada se diseñó el flujograma de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales y el diseño técnico minero del sistema de recuperación geomorfológica de los pasivos ambientales dejados por la minería a cielo abierto, se pueden evidenciar las actividades que se desarrollan en su secuencia lógica o paso a paso, sus profesionales.







Con el flujograma establecido y la ruta crítica dando la prioridad en el proyecto para que este se ejecute en el tiempo determinado, se puede observar la aplicación de la metodología y la mejora en los procesos anteriores para la ejecución del proyecto. Contando con las actividades de manera identificadas y establecidas en el tiempo y se pudieran desarrollar.

### **3. CONCLUSIONES**

- El uso que se realizó con la metodología PMI permitió formular la ruta crítica y establecer las actividades de manera clara con su estandarización de tiempos.
- Se realizó en el proceso de la metodología, sesiones de trabajo con los interesados del proyecto con el fin de identificar las necesidades y requerimientos de cada una de estas.
- Con la información recopilada se realizó la estructura de división de trabajo (EDT), los tiempos, actividades, secuencia lógica, recursos, basados en metodología PMI.
- La identificación del proceso claro y coherente luego de obtener la ruta crítica, permitió reducir los tiempos muertos y además contar con las etapas específicas donde se requerían cada uno de los profesionales sin que estos fuera vinculados desde el principio.
- La identificación clara y coherente del proceso desde su inicio con la estandarización de la ruta crítica creada, permitirá reducir los tiempos muertos de los profesionales y mejorar el rendimiento del proyecto.
- Se identificaron cada una de las actividades las cuales quedaron evidenciadas en la ruta crítica con un total de 11 actividades.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

[1] Que es PMI <https://americalatina.pmi.org/latam/AboutUS.aspx> (9/08/2016)

[2] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2007). Manual de Formulación, Evaluación y Monitoreo de Proyectos Sociales. En: [http://www.cepal.org/dds/noticias/paginas/8/15448/manual\\_dds\\_200408.pdf](http://www.cepal.org/dds/noticias/paginas/8/15448/manual_dds_200408.pdf) (10/10/2016)

[3] Project Management Institute (2013). Guía del PMBok. En: <http://www.pmi.org/pmbok-guide-and-standards/pmbok-guide.aspx> (21/05/2015)

[4] Project Management Institute (2013). Guía del PMBok. En: <http://www.pmi.org/pmbok-guide-and-standards/pmbok-guide.aspx> (22/11/2016)

[5] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15161> (22/11/2016)

[6] <https://www.car.gov.co/> (30/11/2016)

[7] <http://www.suit.gov.co/VisorSUIT/index.jsf?FI=21184> (30/11/2016)