

**Análisis de Adopción de Nuevas Tecnologías para el Aumento de la  
Competitividad en la Extracción de Carbón en el Municipio de Socha -  
Boyacá**



Presentado por:

Sergio Alexander Contreras Sandoval

Yanitza Ulloa Ayala

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Industrial

Duitama

2022

**Análisis de Adopción de Nuevas Tecnologías para el Aumento de la  
Competitividad en la Extracción de Carbón en el Municipio de Socha –  
Boyacá**

**Presentado por:**

Sergio Alexander Contreras Sandoval

Yanitza Ulloa Ayala

Presentado a:

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Industrial

Duitama

2022

Notas del autor

Sergio Alexander Contreras Sandoval, Facultad de Ingeniería Industrial,  
Universidad Antonio Nariño, Duitama.

Yanitza Ulloa Ayala, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio  
Nariño, Duitama.

**Nota de Aceptación**

Nombre y firma jurado 1

---

Nombre y firma jurado 2

---

Nombre y firma presidente

---

Nombre y firma secretario

---

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, quien fue mi fortaleza en momentos de angustia y tristeza en este primer obstáculo en mi vida, a mi madre Liduvina Ayala Beleño y mi padre Armando José Ulloa Arias que han sido mi motivación principal, mi apoyo absoluto y mis guías para seguir llenándome de conocimiento y, por último, a mi hermana Neldy Esther Ulloa Ayala quien ha sido la pieza fundamental para lograr este objetivo y quien hoy es mi ejemplo a seguir como persona y profesional.

Yanitza Ulloa Ayala

El presente trabajo está dedicado a mis padres por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida y a mí hija por ser el motor y motivación para culminar esta carrera. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional. De manera especial a mi tutor de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores y A la Universidad Antonio Nariño, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

Sergio Alexander contreras Sandoval

## **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien con su bendición nos dio la fortaleza de seguir adelante y poder culminar esta etapa.

Nuestro profundo agradecimiento a todos los docentes de la facultad de ingeniería que nos forjaron con grandes valores y excelente educación.

De igual manera nuestro agradecimiento a la Universidad Antonio Nariño, quien fue nuestra segunda casa y nos dio los espacios suficientes para desarrollar todas las actividades de campo en mejoría de nuestro conocimiento práctico.

Finalmente expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento al Ing. Luis Felipe Amaya, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, paciencia, conocimiento, y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

## Resumen

La presente investigación tuvo como fin obtener un diseño metodológico acerca de la adopción de nuevas tecnologías en el municipio de Socha en el departamento de Boyacá, lo cual contempla una investigación de corte mixto dado que, al estudiar variables cualitativas y cuantitativas, presentan enfoques descriptivos, exploratorios y aplicados; La metodología mixta va enfocada en cuatro fases que son planteadas para dar cumplimiento a los objetivos establecidos y se sustenta en unas actividades para poder ser desarrollado; la primera fase tiene como propósito caracterizar a las empresas extractoras de carbón presentes en el municipio de Socha, en cuanto a sus métodos de extracción, capacidad de investigación e inversión en nuevas tecnologías: la segunda fase será realizar una evaluación identificando las variables que influyen en la competitividad de las empresas y su capacidad para adoptar nuevas tecnologías, mediante la aplicación de un instrumento de recolección de datos, que en este caso será la encuesta, en la tercera fase se efectuará un estudio de vigilancia tecnológica, para saber con qué clase de tecnologías cuentan las empresas y en la cuarta fase se diseñará la metodología de implementación de estrategias de adopción de tecnología en las empresas del municipio de Socha, Boyacá. Así mismo se explican los conceptos de competitividad e innovación, la trascendencia que ha tenido el sector minero de carbón en Colombia mediante la implementación de tecnologías en los procesos de extracción y el aporte que el carbón tiene en el producto interno bruto del país. Para este proyecto se tiene estipulado un tiempo de ocho meses, para su debido desarrollo y se enfocará principalmente en las empresas del municipio de Socha, Boyacá. Sin menos preciar a las demás empresas de este departamento, ya que es una propuesta

metodológica susceptible de ser implementada en cualquier empresa con actividades de extracción y explotación de carbón mineral.

*Palabras claves:* Innovación, vigilancia tecnológica, competitividad.

## **Abstract**

The present project consists of elaborating a methodological design for the adoption of new technologies in the municipality of Socha, Boyacá, which contemplates a mixed type investigation, by studying qualitative and quantitative variables with descriptive, exploratory and applied approaches; Its methodology is focused on four phases to comply with the established objectives and is based on some activities to be developed; The first phase aims to characterize the coal extraction companies present in the municipality of Socha, in terms of their extraction methods, research capacity and investment in new technologies: the second phase will be to carry out an evaluation identifying the variables that influence the competitiveness of companies and their ability to adopt new technologies, through the application of a data collection instrument, which in this case will be the survey, in the third phase a study of technological surveillance will be carried out, to know with what kind of technologies are counted by companies and in the fourth phase the methodology for the implementation of technology adoption strategies in companies in the municipality of Socha, Boyacá will be designed. Likewise, the concepts of competitiveness and innovation, the importance that the coal mining sector has had in Colombia through the implementation of technologies in the extraction processes and the contribution that coal has in the country's gross domestic product are explained. A period of eight months has been stipulated for this project, for its proper development and will focus mainly on companies in the municipality of Socha, Boyacá. Without less appreciating the other companies in this department, since it is a methodological proposal that can be implemented in any company with extraction and exploitation activities of mineral coal.

***Keywords:*** Innovation, technological surveillance, competitiveness.

## Contenido

	Pág.
Introducción	18
Planteamiento del Problema	20
Descripción del problema	20
Formulación del problema	22
Justificación	23
Objetivos	25
General	25
Específicos	25
Marco referencial	26
Antecedentes	26
La competitividad de la minería colombiana	26
Variables que afectan el crecimiento del sector minero	27
Problemas de adopción de nuevas tecnologías y modelos de innovación	29
Marco Teórico	32
Teoría de la ventaja comparativa	32
Teorías que miden la competitividad	33
Teoría de la ventaja competitiva	32
Teoría de la organización industrial	33
Teoría del ciclo de vida del producto	33
Teoría eclética	34
Teoría de la internacionalización	34

Competitividad de las naciones	35
Adopción de nueva tecnología doce pilares	36
12 pilares de la Competitividad	36
Innovación en la minería	39
Niveles de ambición en la innovación	39
Tipos de innovación	40
Pilares de la innovación	41
Cómo han medido la adopción de nueva tecnología en el sector minero	42
Marco conceptual	43
Competitividad	43
Pilares de la competitividad	43
Productividad	44
Adopción de nuevas tecnologías en la minería de carbón	44
Economía mundial del carbón	45
Reservas Mundiales de Carbón	45
Situación del carbón en Colombia	46
Características del sector minero de carbón en Colombia	47
La minería artesanal	47
Sistemas de explotación	49
Marco Geográfico	49
Marco legal	53
I. Código de Minas	53
II. Decretos relacionados con la minería	53

	xii
Actividades mineras carboníferas	55
Metodología	56
Tipos y Enfoques de investigación	56
Variables de investigación	56
Recolección y Análisis de Datos	57
Unidad de Estudio o Muestra	58
Fases y Actividades Metodológicas	58
Técnicas de recolección de información	59
Caracterización y evaluación del área de estudio	60
Tipología de las empresas	60
Proceso productivo del carbón	66
Tipología de productos	69
Análisis y Tabulación de Entrevistas	69
Estudio de vigilancia tecnológica en las empresas extractoras de carbón en el municipio de Socha Boyacá.	79
Búsqueda o Selección Manual o automatizada	82
Almacenamiento de Información o documentos	82
Selección de Nuevas Tecnologías de Aplicación en el Sector Minero y Metodología de Implementación	88
Juicio de Expertos	90
Propuesta Metodológica de implementación de nuevas tecnologías para el sector minero de Socha Boyacá	92
Fase 1: Preparación	92

Fase 2: Implementar	94
Diseño del Canal de la Satisfacción al Cliente	105
Estrategias del modelo de mejoramiento	107
Eje de diagnóstico	109
Eje estratégico	109
Eje de la cultura organizacional	109
Eje de la vigilancia tecnológica	110
Eje de generación de ideas	111
Conclusiones	113
Recomendaciones	115
Bibliografía	116
Anexos	1

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Variables claves para la competitividad del sector minero colombiano.....	28
Tabla 2 Reservas Carboníferas de Colombia (Millones de Toneladas (MT)).....	46
Tabla 3 Normas del Marco Legal Minero.....	54
Tabla 4 Tipología de Productos .....	69
Tabla 5 Variables Dependientes e Independientes .....	70
Tabla 6 Herramientas para selección de fuentes de información .....	81
Tabla 7 Cuadro comparativo de selección de tecnología minera .....	89
Tabla 8 Información de juicio de expertos .....	90
Tabla 9 Formato de Capacitación de Metodologías innovadoras.....	93
Tabla 10 Formato de Capacitación Concientización .....	94
Tabla 11 Formato de Capacitación Beneficios al operar de forma apropiada el monitor de gases .....	95
Tabla 12 Puntos de alarma.....	97

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Tipos de Innovación .....	40
Figura 2 Ubicación Geográfica de Socha Boyacá.....	49
Figura 3 Empresas en el municipio de Socha, Boyacá .....	60
Figura 4 Tipología de las empresas.....	61
Figura 5 Actividades realizadas por las empresas de Soacha, Boyacá .....	62
Figura 6 Mapa Zonas Carboníferas de Colombia .....	63
Figura 7 Mapa Empresas del Sector de Boyacá.....	64
Figura 8 Empresas ubicadas en Socha, Boyacá .....	65
Figura 9 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo del Carbón.....	66
Figura 10 Diagrama Etapa de Extracción .....	67
Figura 11 Diagrama Etapa de Transporte de Mineral.....	67
Figura 12 Diagrama de la Etapa de Entrega del Carbón.....	68
Figura 13 La productividad de mano de obra y equipo de trabajo.....	71
Figura 14 Cooperación de organizaciones en cuanto apoyo tecnológico .....	72
Figura 15 Inversión y solidez económica.....	73
Figura 16 Imposición del mercado.....	74
Figura 17 Cambios y aceptación de los procesos.....	75
Figura 18 Hábitos organizacionales .....	75
Figura 19 Recursos humanos .....	76
Figura 20 Suministros en los procesos de capacitación y entrenamientos.....	77

Figura 21 Información del mineral y proveedores.....	78
Figura 22 Productividad en la maquinaria y equipos de última tecnología.....	79
Figura 23 Proceso de Vigilancia Tecnológica .....	80
Figura 24. Documentación de Mendeley.....	82
Figura 25 Empresas Líderes .....	83
Figura 26 Publicaciones Científicas.....	84
Figura 27 Nuevas Tecnologías .....	85
Figura 28 Metodologías para innovar y adaptar en las minas .....	86
Figura 29 Descripción de la herramienta: multidetector de gas MX6 iBrid.....	96
Figura 29 Ubicación de sensores .....	96
Figura 29 Bomba de muestreo.....	97
Figura 30 Mapa de proceso de medición de gases.....	99
Figura 31 Diagrama de Ishikawa.....	104
Figura 32 Diagrama de proceso de la extracción del carbón .....	105
Figura 33 Canal de satisfacción .....	106
Figura 34 Gestión de peticiones.....	107
Figura 35 Propuesta del Modelo de Gestión de Innovación en el sector de Socha, Boyacá.....	108

## Lista de Anexos

Anexo 1. Base de datos de la cámara de comercio de Socha	1
Anexo 2 Instrumento de Recolección de Información; Tipo Entrevista	2
Anexo 3. Imagen del censo minero del Municipio de Socha Boyacá	8
Anexo 4. Cartel de concientización sobre los riesgos atmosféricos que se pueden presentar en el interior de la mina	10
Anexo 5. Capacitaciones generales de innovación y adaptación de tecnología	11
Anexo 6. Evidencia de desarrollo de campo	12

## Introducción

Se conoce que la minería ha tenido en los últimos años más reconocimiento, pues esta actividad ha aumentado alrededor del 30% al ejercer esta actividad. Dicho incremento se debe a que varios de sus productos que son extraídos de las minas pueden llegar a ser competitivos en los mercados mundiales, se agrega, el dinamismo que han tenido los flujos de inversión en cuanto a las grandes empresas mineras internacionales. Un ejemplo es América Latina, no ha sido ajena a ese fenómeno y hoy muchos países de la región se benefician de un notable aumento de los flujos de inversión extranjera y un auge significativo de exportaciones de la minería.

De acuerdo con lo anterior, el sector minero experimenta un proceso de maduración y reinversión que se traduce en su propia capacidad de transformación para afrontar nuevos retos, los cuales se pueden llevar a cabo mediante la adopción de nuevas tecnologías para mejorar la competitividad internacional del sector minero colombiano y así lograr un crecimiento óptimo en la economía nacional. (CEPAL, 2019)

Así mismo, los elementos de la competitividad de la actividad minera no solo se explican desde los enfoques convencionales de la microeconomía y macroeconomía, sino que deben ser abordados por diferentes factores como lo son la capacidad de la comunidad para la integración y la acción estratégica, además de la formación de un entorno capaz de complementar y multiplicar los esfuerzos de las empresas, es decir desde los niveles analíticos meta y meso. De manera que resulta pertinente analizar la actividad minera a partir de la competitividad sistémica (FORERO, FAGUA, & ROSSO, 2018).

En la minería, la competitividad está determinada por la capacidad de un país para explotar su potencial geológico, y como consecuencia de atraer capitales para la extracción de minerales. Dicha inversión extranjera se define no solo por los niveles de reservas, sino también

por condiciones como el desarrollo industrial, la infraestructura y la estabilidad política y económica.

La competitividad entonces se convierte en una variable determinante para el sector minero. Ésta se refiere a los sectores o industrias en donde se incurre en menores costos, no solo financieros, sino sociales y ambientales. Así, los países más competitivos, serán los más interesantes para potenciales inversores, y por lo tanto los que generan mayor crecimiento económico en el país (FORERO, FAGUA, & ROSSO, 2018).

En ese contexto, cobran especial relevancia interrogantes acerca de la situación de la minería en el municipio de Socha, Boyacá y cómo la adopción de nuevas tecnologías mejorara su competitividad. Para este estudio el objetivo general será realizar el análisis de adopción de nuevas tecnologías para el aumento de la competitividad extracción de carbón en el municipio de Socha, Boyacá.

En cuanto al tipo de investigación según la identificación de factores y análisis de información será mixto ya que se tendrán en cuenta variables cualitativas y cuantitativas con tipología descriptiva exploratoria; descriptivo porque busca identificar los principales factores que determinan la adopción de nuevas tecnologías, no experimental ya que no se controlan las variables para estudiar una situación, y de tipo transversal porque se trata de un estudio realizado en un cierto periodo, sin recolectar datos a través del tiempo ni hacer inferencias respecto a los diferentes momentos (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

El propósito de esta metodología será evaluar la situación competitiva de las empresas de extracción de carbón del municipio de Socha en el sector minero colombiano y realizar una propuesta que mejore su competitividad en la extracción de carbón mediante la adopción e implementación de nuevas tecnologías.

## **1. Planteamiento del Problema**

### **1.1.Descripción del problema**

El departamento de Boyacá se encuentra ubicado en la cordillera oriental de Los Andes localizado entre los 04°39'10'' y los 07°03'17'' de latitud norte y los 71°57'49'' y los 74°41'35'' de longitud oeste. Limita por el Norte con los departamentos de Santander y Norte de Santander, por el Este con los departamentos de Arauca y Casanare, por el Sur con Meta y Cundinamarca, y por el Oeste con Cundinamarca y Antioquia. El departamento está conformado por 123 municipios y su capital es la ciudad de Tunja (Suarez, 2018).

De los 123 municipios que tiene el departamento 27 desarrollan la actividad minera, es decir, el 22 % de sus unidades administrativas utilizan la minería de carbón como una de sus fuentes económicas. De los 27 municipios que realizan la actividad extractiva, Socha es el tercer municipio con más producción de carbón en el departamento.

Socha es un municipio ubicado en el departamento de Boyacá en la región Andina, el municipio limita por el norte con el municipio de Sativa sur, por el oriente con Socotá, al occidente con Paz de Río y en el sur con el municipio de Tasco (Muñoz, 2015).

La economía del municipio se basa en el sector primario; esto es que corresponde a actividades de tipo ganadero, agrícola y minero. El 54% del territorio del municipio es utilizado para la explotación carbonífera. Pero la mayoría de las empresas al ser de micro y pequeña minería realizan la explotación de este mineral de forma poco tecnificada y rudimentaria lo que hace que este sector económico de este municipio sea poco competitivo (Muñoz, 2015).

El sector minero del municipio de Socha tiene una significativa participación dentro del departamento de Boyacá, con un 10% de la explotación total del departamento lo cual es un

porcentaje importante teniendo en cuenta que es uno de los municipios más promisorios en este recurso energético no renovable.

Con lo descrito anteriormente, la explotación minera se encuentra localizada principalmente en las Veredas de la Chapa, El Pozo, Sagra Abajo, Sagra Arriba, Bisvita, Mortiño, Sochuelo y Curital. En la Mina de la Chapa, Acerías Paz de Río explota carbón térmico en forma técnica, las demás explotaciones referidas en las zonas mineras se explotan medianamente tecnificadas y de manera artesanal (Irazan, 2006).

De esta manera, uno de los problemas de la explotación minera consiste en la extracción de carbón que es predominante en este sector del departamento de Boyacá, pues se conoce que esta actividad se caracteriza por predominar la minería poco tecnificada y la minería a pequeña escala y de subsistencia, que es la actividad extractiva desarrollada de manera artesanal, sin tecnología, la cual produce contaminación, deterioro, erosión y desestabilización del terreno debido a la ausencia de diseños de explotación minera.

El municipio de Socha tiene una alta producción de carbón en la zona, con una actividad en escala y con una tecnología semi industrial. No existe en el fondo una planificación minera que contribuya al máximo el beneficio de la actividad, motivo por el cual se tienen explotaciones mineras que se realizan de manera poco tecnificada, irracional en detrimento de los recursos mineros y con uno mínimo o escaso margen de rentabilidad, lo cual conlleva a que estas pequeñas empresas sean menos competitivas en comparación con las otras presentes en esta zona de Boyacá.

De aquí la importancia de generar un proyecto asociado a la adopción de nuevas tecnologías en cuanto a la extracción de carbón en el municipio de Socha, ya que este cuenta con numerosas reservas de carbón de calidad, que corresponden al 10% del total de las reservas

presentes en el departamento de Boyacá. Por esto al mejorar e implementar nuevas tecnologías se obtendrán mayores beneficios en cuanto al aumento de la competitividad de las empresas ubicadas en este municipio otorgándoles un mejor posicionamiento como productor de carbón en el país y a nivel internacional.

## **1.2. Formulación del problema**

En los últimos años, la actividad minera en Colombia ha venido creciendo progresivamente, a tal punto que el país es considerado el primer productor de carbón en América Latina y duodécimo en el mundo.

Ahora bien, en el departamento de Boyacá existen 600 títulos mineros para extracción de carbón y cerca de 3.000 bocaminas, y es precisamente la falta de tecnología en las explotaciones carboníferas lo que hace que la industria del carbón en Boyacá sea un negocio incierto. Se estima que el 48% de la minería es artesanal, el 38% a pequeña escala, y sólo el 14% es de media a gran escala. Esto implica un escaso desarrollo de la tecnología y una alta dependencia de mano de obra (Bernal, 2016).

La dotación de infraestructura de un país constituye un factor importante de su competitividad. En la industria minera, en particular, la infraestructura está relacionada en forma directa con las distintas actividades y costos del proceso minero, desde el inicio de la exploración, hasta las etapas de desarrollo, producción y comercialización (Bernal, 2016).

### **1.1.1. Pregunta Problema:**

¿La innovación y adopción de nuevas tecnologías mejorará la competitividad de las empresas del municipio de Socha, Boyacá en el sector minero?

## 2. Justificación

Es sabido que Boyacá aporta el 23 % del carbón que consume internamente Colombia, además, del 26 % de todo el carbón que se exporta a nivel nacional. Este panorama contrasta con sus bajos niveles de producción, ya que Boyacá es el cuarto productor de carbón con cerca del 3,21 % de la producción nacional.

En la actualidad, se destaca que, de las 10 362 concesiones mineras otorgadas por la Agencia Nacional de Minería, Boyacá concentra en su territorio 1 825, es decir, el 17,6 % de las concesiones del país. Vale la pena resaltar esta concentración de concesiones en la región andina por tratarse justamente de la zona más densamente poblada del país. La extracción de carbón es subterránea y se caracteriza por operaciones a pequeña y mediana escala con técnicas artesanales como lo es el uso de pico y pala, o técnicas semimecanizadas con herramientas como martillos neumáticos y compresores. Según el último censo minero hecho por el Ministerio de Minas y Energía (MME), de las 14 357 unidades de producción minera (UPM) censadas en Colombia, el 18 % están ubicadas en Boyacá, siendo así el departamento con más UPM en el país (CRUDOTRANSPORTE, 2020).

El sector minero en el departamento de Boyacá trae consigo beneficios económicos como los asociados a las regalías. Por ejemplo, a cifras del primer trimestre del 2020 Boyacá había recibido la suma de 3 760,65 millones por concepto de regalías generadas por la explotación de carbón, siendo los municipios de Socha, Sativanorte y Tasco los que más recibieron recursos. (CRUDOTRANSPORTE, 2020)

La falta de desarrollo empresarial de la industria del carbón en el departamento se debe a las pocas herramientas con las que cuenta para ser transportado, caso contrario de las empresas que se encuentran en el norte del país las cuales cuentan con el beneficio de los puertos; de

hecho, en varias oportunidades se ha considerado la posibilidad de construir una vía férrea que permita la salida al mar del carbón producido en Boyacá, el proyecto se conoce con el nombre de “Línea ferroviaria del Tren de Carare”. Lo anterior hace que el abastecimiento de carbón haya sido tomado por intermediarios que, apoyados en una actividad de los campesinos de la región, alimentan a bajo costo los centros de producción de carbón más grandes del país (CRUDOTRANSPORTE, 2020).

Es de gran importancia abordar el tema de la competitividad en las empresas dedicadas a la extracción de carbón, puesto que el rubro de minas y canteras representa un 7,2% del total del Producto Interno Bruto del país, en especial porque el municipio de Socha cuenta con grandes reservas de este mineral, pero debido a la poca tecnificación que tienen las empresas en sus actividades son poco competitivas a nivel nacional en comparación con otras empresas.

Por esta razón la realización de este proyecto busca generar estrategias que contribuyan a optimizar técnica y económicamente la extracción del carbón en el municipio de Socha, Boyacá, dichas estrategias se basaran en la adopción de nuevos mecanismos tecnológicos adecuados para generar una mayor competitividad en las empresas dedicadas a la extracción de carbón en esta zona.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo General**

Realizar el análisis de adopción de nuevas tecnologías para el aumento de la competitividad en la extracción de carbón en el municipio de Socha, Boyacá.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

Caracterizar todos los procesos productivos en la extracción de carbón en el municipio de Socha – Boyacá.

Realizar diagnóstico de competitividad en cuanto a los factores de innovación y adopción de tecnología de las minas del municipio de Socha, Boyacá.

Diseñar y Validar metodología de implementación de nuevas tecnologías y procesos innovadores para las empresas del municipio de Socha, Boyacá dedicadas a la explotación de carbón.

## **4. Marco referencial**

En esta sección se presentará el marco referencial que abarca el marco conceptual, el marco teórico y el marco legal de la minería en Colombia. Comenzando con explicar el concepto de competitividad y sus pilares, la competitividad del sector minero colombiano, buscando contextualizar como la adopción de nuevas tecnologías en este sector mejorara su competitividad a nivel nacional e internacional.

### **4.1. Antecedentes**

#### **4.1.1. La competitividad de la minería colombiana**

La competitividad internacional de la minería de un país depende de varios factores, algunos de los cuales están asociados con las políticas públicas que regulan el uso de esta actividad, mientras otros escapan a su control. Si bien el potencial geológico-minero constituye el elemento esencial para atraer la atención de los empresarios, la rentabilidad esperada de una inversión depende además de factores como seguridad potencial geológico-minero, la infraestructura, el entorno tributario, las condiciones legales y su estabilidad (Cárdenas & Reina, 2008).

El estudio de la UPME y Econometría Ltda. Sobre la competitividad de la minería colombiana analiza igualmente las legislaciones de distintos países de América Latina y el grado de apertura de la normatividad vigente. Esta evaluación es de gran importancia pues la facilidad de acceso a los recursos mineros de un país depende en una gran medida del grado de apertura de la normatividad vigente a la actividad empresarial. En este sentido cobran importancia elementos como la determinación de las áreas en las que es permitida la exploración y los términos que regulan esa labor, la definición de áreas restringidas, la existencia de reservas mineras a favor del Estado y la normatividad vigente sobre el pago de regalías (Cárdenas & Reina, 2008)

La competitividad del sector minero va más allá de mantener políticas macroeconómicas estables, de la dinámica internacional de los precios de los commodities y de las materias primas. Estos aspectos son componentes macro que no dependen directamente de la gestión de los gobiernos, sino del comportamiento de otras economías. Sin embargo, aspectos relacionados con los planes de desarrollo y políticas internas del país sí, y aquí es donde las acciones emprendidas por el gobierno pueden generar un mayor impacto en la atracción de inversión extranjera directa y en la competitividad del sector minero (Cárdenas & Reina, 2008).

Para realizar el análisis de la competitividad del sector minero colombiano en primer lugar hay que tener presente que la dinámica de este depende de los intereses que tenga cada actor (empresas, Estados y Comunidades) en hacer o no minería, las relaciones entre actores y el cumplimiento de sus expectativas pone el ritmo de avance de proyectos de exploración y proyectos productivos en este sector. A partir de este análisis, se expondrán todas las relaciones entre las variables y actores, sus afectaciones positivas y negativas al desarrollo económico y social del país como también sus responsabilidades e intereses

#### **4.1.2. Variables que afectan el crecimiento del sector minero**

Tomando las perspectivas de cada actor en el sistema que se plantea para mirar la competitividad del sector minero, cuatro variables qué afectan más el sistema porque de estas depende que la dinámica dentro del sistema fluya de acuerdo a los objetivos e intereses de cada actor. Estas variables son la prospección, exploración, el impacto ambiental y la aceptación social. Presentar más a fondo las características y análisis de estas variables permitirá proponer medidas de mejora de la competitividad (Ibargüen, 2013). Las variables son:

**Tabla 1.**

*Variables claves para la competitividad del sector minero colombiano*

<b>Variables claves para la competitividad del sector minero colombiano</b>	
<b>Índice de potencial geológico-minero</b>	<b>Índice de potencial político</b>
<b>Prospección</b>	Exploración
	Impacto ambiental
	Aceptación social

**Fuente:** Elaboración propia.

*La prospección*

Que sirve para el descubrir las zonas con potencial geológicos mineros que tiene un país. Estas zonas son consideradas por las empresas de gran importancia interesadas en invertir en nuevos proyectos, de acuerdo a los resultados arrojados por el índice de potencial geológico minero.

*La exploración*

Que es un resultado de las zonas potenciales, es determinada también por el riesgo del inversionista, que entre mayor sea el riesgo, menor será la inversión en proyectos de exploración y por consecuente en nuevos proyectos de producción o aumento de las misma. Las políticas de promoción de la inversión en proyectos mineros tanto de exploración como de explotación son de gran importancia para los inversionistas, y estas políticas son medidas por el índice del potencial político antes mostrado.

*El impacto ambiental*

Toma gran importancia porque toda actividad que se realice de extracción y separación de la capa vegetal del suelo causa un impacto en el territorio, impacto que suele ser más negativo o positivo en el ecosistema, reflejándose, en la dinámica cultural del territorio minero. El desarrollo sostenible es importante para las comunidades al igual que contar con políticas y leyes que mantenga la dinámica actual de sus territorios también.

### **La aceptación social**

Que depende de qué tipos de impactos genere la explotación minera en el medio ambiente, los proyectos de desarrollo social, y los impuestos y las regalías que deje en el territorio. La aceptación social va muy ligada a la percepción que tengan estas de la minería y a la gestión e integración entre los diferentes actores hacia propiciar un gana-gana para cada actor. Esta variable puede ser afectada por políticas internas de retribución a comunidades y de inversión en desarrollo sociales impulsadas por el sector (Hazin, 2013)

### **Problemas de adopción de nuevas tecnologías y modelos de innovación**

#### *Problemática de la división minera*

La minería en Colombia se encuentra hoy en día distribuida en diferentes sectores, que reflejan la poca efectividad de las normas legales que consagran las categorías mineras.

El primer y más preocupante grupo es el de la minería de subsistencia y que de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo, está compuesto por pequeños grupos de personas que realizan labores mineras de explotación, con el fin de conseguir el sustento diario. Esto lleva a que la actividad sea desarrollada sin ninguna planificación y control del recurso minero, por lo que la mina solo es superficialmente explotada y debido a las condiciones en que se elabora la explotación el recurso se desperdicia y su recuperación es muy baja (Riquarte & Martínez, 1991).

La minería ilegal, al igual que la de subsistencia, también es motivo de preocupación para la administración, ya que, aunque las personas que integran este segmento tienen los medios necesarios para una explotación organizada, no cumplen con la norma legales y fiscales. Por lo anterior tanto una como otra minería traen consigo graves implicaciones en lo que respecta a la conservación del medio ambiente y a la problemática social (Ricaurte & Martínez, 1991).

En un tercer nivel se encuentran todos aquellos mineros que cumpliendo la mayoría de las leyes a las que están sujetos, debida a su limitada capacidad tecnológica y a sus volúmenes de producción se clasifican como de pequeña minería. Finalmente está el grupo de la minería empresarial en donde se desarrollan los medianos y grandes proyectos con alta tecnología y con el cumplimiento de toda la normatividad ambiental minera y fiscal (Ricaurte & Martínez, 1991).

Este es un sector que por su propia lógica inherente ha tendido a incorporar la innovación, avanzando desde la minería física a la mecanizada, de ésta a la robotizada y, finalmente está dando el salto hacia la minería autónoma o minería inteligente. Indudablemente este es el modelo de producción minera del futuro, que incluye e implica a la innovación en el mismo proceso, complejizando a los múltiples actores del sector, a través de la incorporación de competencias cada vez más específicas. Hoy la necesidad de satisfacer la demanda de minerales y metales de una población mundial en crecimiento es una tarea de enormes proporciones y los requerimientos de rentabilidad llevan a las empresas mineras a generar procesos eficientes y mantener sus equipos, cuidando la seguridad del personal y del medioambiente (PANORAMA MINERO, 2016).

El sector minero es una industria de gran valor para el país, esta actividad genera iniciativa para el ámbito económico y tecnológico, siendo estas las herramientas claves para la

transformación de cómo se practica la extracción y como se puede llegar a interactuar con la comunidad.

El carbón colombiano se distingue y es reconocido a nivel mundial por su alta calidad, su bajo contenido de cenizas y azufre, ser alto en volátiles y su poder calorífico, lo que le permite poseer una alta demanda y enfrentarse a un ambiente bastante competitivo en la producción y venta de este con tres grandes mercados como Asia, Europa y Estados Unidos (Carbunion, 2016).

Colombia es el primer productor de carbón en América Latina y está entre los diez primeros exportadores a nivel mundial de este mineral. La producción nacional de carbón ha tenido un comportamiento constante en los últimos años, en el 2016, la producción de este mineral alcanzo los 91.060.089, es decir un aumento del 6,44% con respecto al año anterior. La proporción en la producción se mantiene estable, Guajira y Cesar tienen una participación aproximada el 93% seguido por Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander en donde se producen carbones de alto poder calorífico (UPME, 2018).

Uno de los problemas de la explotación de carbón, es que esta actividad se caracteriza por predominar la minería poco tecnificada y la minería a pequeña escala y de subsistencia, que es la actividad extractiva desarrollada de manera artesanal, sin tecnología, la cual produce contaminación, deterioro, erosión y desestabilización del terreno debido a la ausencia de diseños de explotación minera.

Proponer innovaciones en el sector minero es fundamental para la economía. Los datos indican que la minería representa el 17% del total de las regalías del país y el carbón es el mineral que más recursos de estos aporta, según datos del (UMPE, 2016).

Al implementar diferentes metodologías de optimización y adaptación de nuevas tecnologías para la productividad y calidad en la explotación de carbón mineral en el Municipio de Socha, se verá reflejado un beneficio en aquellas organizaciones carboníferas que presenten deficiencias en cuanto a sus procedimientos aplicados a la extracción de carbón, ya que la innovación tecnológica permitirá a estas empresas aumentar su productividad y mejorar su nivel competitivo a nivel departamental y nacional.

## **4.2. Marco Teórico**

### **4.2.1. Teoría de la ventaja comparativa**

Se trata de la idea básica de que los países eligen especializarse para poder comerciar en actividades donde tiene cierta ventaja. Es decir, en lugar de producir lo que hacen mejor de forma absoluta, producen lo que hacen mejor de forma relativa. Por lo tanto, la diferencia con la teoría de la ventaja absoluta radica en que no se produce lo que al país le cuesta menos, sino aquel con menores costes comparativos (Galán, 2016).

Según la teoría de la ventaja comparativa, dicha ventaja procederá del coste de oportunidad al que se enfrente en la producción de cada bien. En otras palabras y aplicando un ejemplo sencillo, para producir plátanos debe sacrificar menos dejando de lado la producción de manzanas. Formalmente, el país produce un bien y lo exporta porque tiene un coste relativo menor al de otro país ya que prescindir de la producción de menor cantidad de bien (Galán, 2016).

### **4.2.2. Teoría que mide la competitividad**

El modelo de la ventaja competitiva se lleva a cabo a través de estrategias competitivas que permitan tomar acciones ofensivas para sobreponerse a otras empresas del mismo rubro y obtener una posición beneficiosa y defendible en una industria (Riquelme, 2017).

Michael Porter denomina la ventaja competitiva como el valor diferencial que una empresa crea para sus clientes, bien sea en forma de precios menores al de la competencia o por la diferenciación de productos, es decir, cualquier característica creada por una empresa para distinguirse del resto y la sitúa en una posición superior para competir (Riquelme, 2017).

La ventaja competitiva no existe por sí sola, se construye y sustenta en conceptos de liderazgo en costos bajos, de diferenciación y de enfoque. Crece fundamentalmente de acuerdo al valor que una empresa tiene la capacidad de generar.

#### **4.2.3. Teoría de la organización industrial**

La Teoría de la Organización Industrial o Economía Industrial se ocupa de analizar el funcionamiento de los mercados no competitivos, estudiando las políticas de las empresas hacia sus rivales y hacia los consumidores.

La organización industrial es la parte de la economía que estudia cómo se organizan los productores en los mercados. Se ha desarrollado desde las vertientes clásicas, que resaltan el análisis a nivel de la industria, hasta las propuestas neoclásicas y estratégico-empresariales que se fundamentan en el análisis de la firma y sus características.

#### **4.2.4. Teoría del ciclo de vida del producto**

La teoría del ciclo de vida del producto es una teoría económica desarrollada por Raymond Vernon en 1966 en respuesta al fallo del modelo Heckscher-Ohlin para explicar los hechos observados en el comercio internacional. La teoría sugiere que en las fases tempranas del ciclo de vida del producto la producción se lleva a cabo en el mismo lugar donde fue inventado y se exporta a países similares en nivel de desarrollo y preferencias de la demanda. En una segunda etapa aparecen copias del producto que se producen en otros países y se introducen en el país de origen. En la tercera etapa, llamada de madurez, el mercado deja de crecer y sólo se mantienen

las empresas que logran producir con menores costes. En la cuarta etapa, sólo los países con menor nivel de desarrollo producen y comercializan el producto en su propio territorio (Hill, 2007).

#### **4.2.5. Teoría ecléctica**

El paradigma ecléctico de Dunning es conocido también como el modelo OLI (de las siglas en inglés de “Ownership” (propiedad), “Locational” (localización) e “Internalization” (internalización), y consiste en ser un enfoque aplicado por el economista británico John Harry Dunning. A través de esta teoría, Dunning considera que una empresa se decidirá a invertir en el extranjero si cumple con alguno de los factores o ventajas mencionados a continuación (Klarsson, 2019).

El paradigma ecléctico de Dunning tiene un fuerte valor explicativo para las empresas globales, sobre la base de la caracterización o identificación de las ventajas en el proceso de internacionalización de la compañía y de un área determinada, ya que podemos determinar de forma más adecuada la perspicacia de un modelo simple, donde destaca que:

Cualquier tipo de internacionalización depende de la existencia de una ventaja significativa específica.

El tipo de inversión sólo es posible con la combinación de tres tipos de beneficios o factores, ya antes mencionados.

En el caso de la ventaja de la localización es insuficiente, la concesión de licencias modalidades y la exportación debe ser considerada.

#### **4.2.6. Teoría de la internacionalización**

La teoría de la internalización se centra en explicar por qué están organizadas por jerarquías las transacciones de productos intermedios entre países, en lugar de venir

determinadas por las fuerzas del mercado. Su hipótesis básica es que las organizaciones multinacionales representan un mecanismo alternativo al mercado para gestionar actividades de valor a través de fronteras nacionales, y que para que las empresas se impliquen en inversiones directas en el extranjero tienen que darse dos condiciones:

Que existan ventajas de localizar las actividades

Que el organizar estas actividades dentro de la empresa resulte más eficiente que venderlas o cederlas a empresas del país extranjero en cuestión.

### **Competitividad de las naciones**

La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas logran ventajas frente a los mejores competidores del mundo a causa de las presiones y los retos. Se benefician de tener fuertes rivales nacionales, proveedores dinámicos radicados en el país y clientes nacionales exigentes.

Los principios de la competitividad global están definidos por International Institute for Management Development (IMD) y son:

Actividad económica: referida ésta a la experiencia productiva del pasado, más la capacidad de atraer inversión extranjera y generar competencia interna dentro de un mercado abierto, pero con fuerte vocación exportadora.

Eficiencia del gobierno: el gobierno no debe ser un actor importante dentro del mercado productivo, pero, sí debe garantizarlo a través de las políticas macroeconómicas y sociales, y la flexibilidad de adaptación de éstas a las condiciones del entorno internacional.

Eficiencia empresarial: a través de un talento humano calificado, permanente innovación y desarrollo, la productividad e integración económica.

Infraestructura: que permita el desarrollo empresarial, la investigación y la formación pertinente y constante del talento humano en competencias laborales generales y específicas; desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación, como también vías, puertos, entre otros.

## **Adopción de nueva tecnología doce pilares**

### **Índice global de competitividad**

El Índice Global de Competitividad (IGC) del Foro Económico Mundial (FEM), mide la capacidad que tiene un país de generar oportunidades de desarrollo económico a los ciudadanos. Este se mide los factores que impulsan la productividad y proporcionan las condiciones para el progreso social y la agenda de desarrollo sostenible (CECP, 2018).

A partir de 2018, se realizó un cambio de metodología, respecto a la forma en que se venía construyendo el Índice en años anteriores, por lo que se evalúa a través de los siguientes 12 pilares:

### **12 pilares de la Competitividad**

#### **Entorno habilitante**

Instituciones: Este pilar toma en cuenta la seguridad, los derechos de propiedad, el capital social, los controles y balances, el desempeño del sector público y la administración corporativa. Las instituciones determinan el contexto en el que los individuos se organizan y regula su actividad económica. Impactan la productividad, a través de la promoción de incentivos y la reducción de la incertidumbre.

**Infraestructura:** El pilar de infraestructura estudia la calidad y la extensión de la infraestructura de transporte y la infraestructura para los servicios públicos. Las áreas geográficas mejor conectadas tienden a ser más prósperas pues una infraestructura bien desarrollada reduce los costos de transporte, y promueve la transferencia de información. También garantiza el acceso a la energía y al agua, condiciones necesarias para la actividad económica moderna.

**Adopción de TICs:** Este pilar analiza el grado de difusión de las TIC. Estas reducen los costos de transacción y aceleran el intercambio de información e ideas, mejorando la eficiencia y fomentando la innovación.

**Estabilidad macroeconómica:** Observa el nivel de inflación y la sostenibilidad de la política fiscal. Una inflación moderada y predecible y unos presupuestos públicos sostenibles reducen la incertidumbre, establecen expectativas de rendimiento para las inversiones y aumentan la confianza empresarial, lo que aumenta la productividad.

### **Capital humano**

**Salud:** Estudia la esperanza de vida ajustada a la salud, es decir el número promedio de años que se espera que un recién nacido pueda vivir si cuenta con buena salud. Las personas más sanas tienen mejores capacidades físicas y mentales, son más productivas y creativas, y tienden a invertir más en educación.

**Habilidades:** Toma en cuenta el nivel general de habilidades de la fuerza laboral y la cantidad y calidad de la educación. Los factores de calidad que toma incluyen la alfabetización digital, las habilidades interpersonales y la capacidad de pensar de manera crítica y creativa.

## **Mercados**

**Mercado de bienes:** Estudia la medida en que un país proporciona oportunidades equitativas para que las empresas participen de sus mercados. Se mide en términos de la extensión del poder de mercado, la apertura a las empresas extranjeras y el grado de asimetrías del mercado. La competencia promueve la innovación en las empresas, permite la llegada de nuevos productos a un mercado y generalmente reduce el precio para los consumidores.

**Mercado laboral:** Abarca la manera en que se reorganizan los recursos humanos y la medida en que se aprovechan estos recursos. Los mercados laborales que funcionan bien fomentan la productividad al enlazar a los trabajadores con los trabajos más adecuados para sus habilidades. Al combinar la flexibilidad con la protección de los derechos básicos de los trabajadores, permiten a los países ser más resistentes a los choques y reasignar la producción a los segmentos emergentes; incentivar a los trabajadores a asumir riesgos; atraer y retener talento; y motivar a los trabajadores.

**Mercado financiero:** Analiza la disponibilidad de crédito, capital, seguros y otros productos financieros; la mitigación de riesgos excesivos y el control del comportamiento oportunista del sistema financiero. Un sector financiero desarrollado fomenta la productividad transformando ahorros en inversiones productivas; reduciendo las asimetrías de información; y proporcionando un sistema de pago eficiente.

**Tamaño del mercado:** Observa el tamaño de los mercados nacionales y extranjeros a los que tienen acceso las empresas. Se calcula mediante la suma del consumo, la inversión y las exportaciones. Los mercados más grandes elevan la productividad a través de economías de escala, el costo unitario de producción tiende a disminuir con la cantidad de producción. También incentivan la innovación.

### **Ecosistema de innovación**

Dinamismo empresarial: Estudia la capacidad del sector privado para generar y adoptar nuevas tecnologías y formas de organizar el trabajo, a través de una cultura que abarca el cambio, los nuevos modelos de negocios y las reglas que permiten a las empresas ingresar y salir del mercado fácilmente. Un sector privado ágil y dinámico aumenta la productividad al tomar riesgos comerciales y crear productos y servicios innovadores.

Capacidad de innovación: Analiza la cantidad y calidad de la investigación y el desarrollo; la medida en que el entorno de un país fomenta la colaboración, la creatividad, la diversidad y la confrontación; y la capacidad de convertir ideas en nuevos bienes y servicios.

### **Innovación en la minería**

La innovación (vista como independiente de la invención) es la creación (para nuestro mercado o el mundo) de una nueva oferta de servicios (que idealmente vaya más allá de los productos a plataformas, modelos de negocios y experiencias del cliente/partes interesadas) que sea viable (y cree valor tanto para los clientes como para nosotros) (Deloitte, 2018).

### **Niveles de ambición en la innovación**

Central - las innovaciones optimizan los activos, productos y servicios existentes.

Adyacente - las innovaciones expanden poco a poco los negocios existentes a negocios “nuevos para la compañía”.

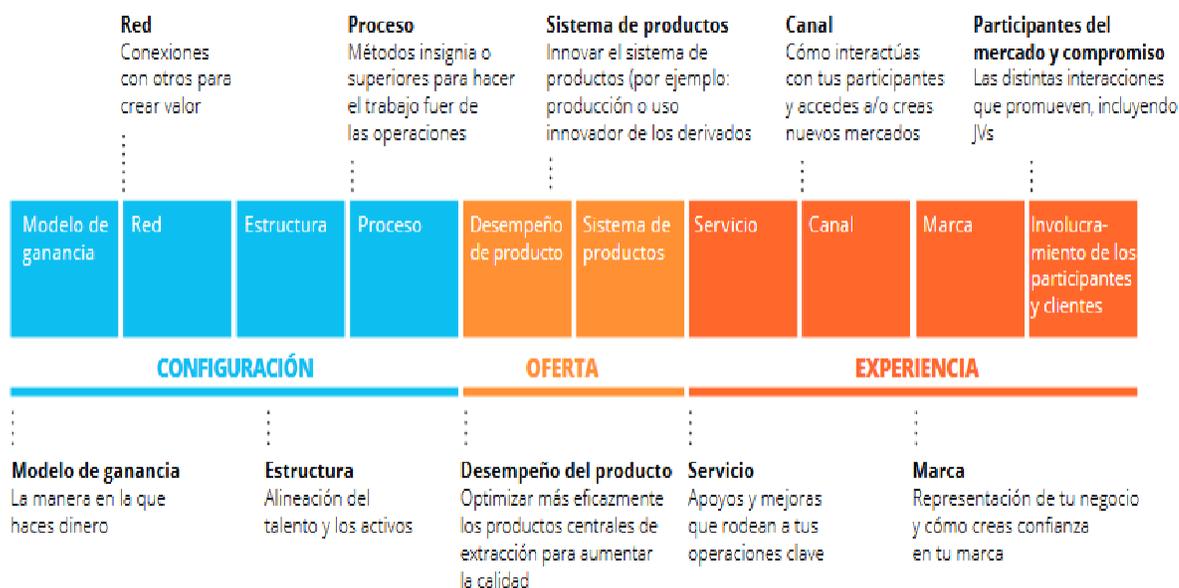
Transformacional - las innovaciones son descubrimientos e invenciones nuevos para la industria o para el mundo.

Los niveles de ambición sirven no solamente para alinear las actividades con las metas y objetivos que la innovación aspira lograr, sino también como un marco de trabajo para gestionar las inversiones en innovación.

## Tipos de innovación

**Figura 1**

*Tipos de Innovación*



Fuente: Elaboración propia.

**Nota:** En la figura 1 se observan los diez distintos tipos de innovación que las compañías pueden perseguir. Fuente: (Deloitte 2018), innovación en minería.

Las innovaciones de configuración aplican a modelos de ganancias, redes, estructuras y procesos. Esto abarca las actividades administrativas necesarias para desarrollar la oferta.

Las innovaciones de oferta aplican al desempeño del producto y los sistemas de productos. Esto es lo que las compañías producen y la manera en la que extraen los recursos del suelo.

Las innovaciones de experiencia aplican a los servicios, canales, marcas y partes interesadas. Es la manera en la que la oferta llega al cliente y la forma en la que las partes interesadas se involucran conforme la compañía desempeña sus actividades de negocio.

## **Pilares de la innovación**

Para lograr los tipos de innovaciones requeridas para superar a la competencia e impulsar el crecimiento, las compañías mineras deben expandir su enfoque de innovación más allá de la mejora tecnológica y la excelencia operativa. Doblin ha identificado que las compañías líderes normalmente muestran habilidades en los cuatro pilares fundamentales. Cada uno de estos pilares se asocia con aceleradores específicos (12 en total) en los que las organizaciones deben concentrarse para incorporar la innovación en sus estructuras.

Pilares de innovación:

### **Enfoque**

Estrategia de innovación: Metas por innovación y oportunidades temáticas a perseguir.

Gestión de proyectos y cartera: Cómo se gestiona la cartera e iniciativas de innovación.

Proceso: Cómo las innovaciones pasan de hipótesis abstractas e ideas a negocios concreto.

### **Organización**

Liderazgo sénior: Cómo los líderes séniores se involucran en la innovación.

Gobernancia: Quién toma las decisiones de innovación y cómo la toma.

Conexión externa: Mecanismos para identificar y aprovechar las capacidades externas, asociaciones y soluciones para lograr las innovaciones.

### **Recursos y competencias**

Financiamiento: La cantidad de recursos financieros dedicados y los mecanismos para acceder a los financiamientos

Gestión de talento: Atraer y desplegar aquellos con las habilidades correctas en el momento correcto para hacer el trabajo de innovación.

Herramientas de innovación: Protocolos especializados, software, técnicas, etc. Para los distintos aspectos de la innovación.

### **Indicadores e incentivos**

Incentivos financieros y no financieros: Recompensas monetarias, reconocimientos formales e informales por las contribuciones a la innovación.

Indicadores de innovación: Objetivos y métricas para guiar las decisiones de innovación y medir el progreso.

Atracción externa: Cómo impulsar y motivar a otras organizaciones o grupos a participar innovando en tus plataformas.

### **Cómo han medido la adopción de nueva tecnología en el sector minero**

En años recientes, las empresas mineras se han dado cuenta de que el valor, al igual que la belleza, es según el cristal con que se mira. Antiguamente, se medía por cuán bien una empresa extraía los recursos, pero ahora la propuesta de valor de la industria podría estar cambiando a cuán bien una empresa actúa sobre la información para optimizar la producción, reducir los costos, aumentar la eficiencia y mejorar la seguridad.

La adopción de nuevas tecnologías inició este cambio, a medida que los mineros reconocieron el poder de las soluciones digitales para eliminar las pérdidas en las áreas de ejecución, procesamiento, estructura y diseño. Sin embargo, ahora se hace claro que el éxito de las empresas mineras no trata realmente de la adopción de las más recientes aplicaciones (aplicaciones) y tecnologías, que seguirán evolucionando. Más bien, se trata de incorporar el

pensamiento digital al centro mismo de su estrategia y prácticas de negocio para transformar la manera en que se toman las decisiones corporativas (Ives, 2018).

Las nuevas tecnologías habilitantes están catalizando los desarrollos de la industria minera y creando oportunidades para soluciones digitales mediante el uso de robots, drones, vehículos sin conductor (taladros, trituradoras de mineral, camiones y trenes), tecnología de realidad virtual, impresión 3D y tecnologías M2M. Estos están remodelando esta industria que hace uso intensivo de mano de obra, ayudando a los mineros a desarrollar minas en áreas más desafiantes y remotas, y mejorar la forma en que administran su supply chain (GERENS, 2018).

### **Marco conceptual**

#### **Competitividad**

El Foro Económico Mundial que ha medido la competitividad entre países desde 1979 la define como “el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país”.

Desglosamos la competitividad de los países en 12 áreas diferentes, o pilares, que agrupamos en tres subíndices. Estos son “requisitos básicos” que incluyen instituciones, infraestructura, entorno macroeconómico y salud y educación primaria. A estos pilares los denominamos elementos “básicos” ya que suelen ser los primeros que abordan los países en etapas tempranas de desarrollo (Con, 2016).

#### **Pilares de la competitividad**

El foro económico mundial viene desarrollando y publicando desde 1979 el índice global de competitividad, midiendo la competitividad de los países bajo 12 pilares o categorías diferentes a las que se les asocian distintos indicadores con el objetivo de

promover políticas económicas, sociales y culturales que favorezcan la competitividad del país y con ello su crecimiento económico y prosperidad.

### **Productividad**

La productividad es la relación existente entre la cantidad de productos que se utilizan para determinada tarea o función y los recursos necesarios para obtener resultados.

La productividad tiene una relación casi constante y directa con la calidad pues trata de fomentar mejoras constantemente para reducir los costos y elevar la rentabilidad de la organización. Sin embargo, esta no es la única variable a considerar (Uriarte, 2019).

Para mejorar la productividad se puede hacer énfasis en las siguientes variables:

Producto

Tecnología

Organización

Recursos humanos

Relaciones laborales

Condiciones de trabajo

Calidad

### **Adopción de nuevas tecnologías en la minería de carbón**

Desde los primeros buscadores hasta las minas actuales digitalmente conectadas, la historia de la minería es de reinención, impulsada por nuevas ideas. Ideas sobre cómo encontrar nuevos yacimientos, procesar el mineral de manera más eficiente, mejorar la seguridad de nuestra fuerza laboral y proteger el medioambiente (Teck Resources, 2015).

La adopción de nuevas tecnologías, inicio a medida que los mineros reconocieron el poder de las soluciones digitales para eliminar las pérdidas en las áreas de ejecución,

procesamiento y estructura. Sin embargo, se hace claro que el éxito de las empresas mineras no se trata realmente de la adopción de las más recientes aplicaciones y avances tecnológicos, sino, que más bien se trata de incorporar el pensamiento digital al centro mismo de su estrategia y prácticas de negocio para llegar a obtener altos estándares en cuanto a su competitividad en los mercados nacionales e internacionales (Deloitte, 2018).

### **Economía mundial del carbón**

El carbón es uno de los minerales más abundantes en el mundo, y se encuentra localizado en diversos países de los cinco continentes; en la actualidad existen grandes reservas accesibles a la explotación mediante el uso de tecnología adecuada, por tal motivo hay gran disponibilidad de este mineral para los diferentes usos necesarios en el desarrollo de la vida humana, durante una gran cantidad de tiempo. Según estudios serios sobre producción de carbón efectuados en 1996, las reservas de carbón en el mundo alcanzarán para los próximos 250 años. El uso del carbón ha viajado desde Occidente a Asia en los últimos tres lustros. En 2000, Norteamérica y Europa consumían el 47% del total. En 2015, había bajado hasta el 22%. Mientras, Asia ha pasado en esos 15 años del 46% al 73% de la demanda mundial (El País, 2016).

### **Reservas Mundiales de Carbón**

El carbón es el combustible fósil más abundante en la naturaleza, con 860.938 Mt. En reservas mundiales medidas a finales del 2010, se tiene que las mayores reservas por país se encuentran en Estados Unidos con el 27,6%, la Federación Rusa el 18,2%, China el 13,3%, Australia el 8,9% e India el 7,0%, mientras que Colombia se ubica en el decimoprimer lugar con 6.593,4 millones de toneladas equivalentes al 0,8% (UPME, 2012).

Los principales productores de carbón en el año 2010 a nivel mundial son: China, Estados Unidos, India, Australia, Sudáfrica, Rusia, Indonesia y Kazajistán, con producciones anuales superiores a los 100 Mt, los cuales aportan cerca del 93,22% de la producción mundial. Polonia, Colombia, Ucrania y Canadá presentan producciones anuales entre los 34 a 77 Mt. Colombia es el décimo productor mundial de carbón, con 74,35 Mt (UPME, 2012).

### **Situación del carbón en Colombia**

El carbón, fuente generadora de divisas y de empleo, concentra el 47% de la actividad minera nacional y representa alrededor del 1% del producto interno bruto colombiano con algo más de 485 millones de pesos y en los últimos años se ha consolidado en el segundo producto de exportación nacional después del petróleo. El 90% de la producción de carbón de Colombia es extraído en las zonas mineras del Cesar y La Guajira por empresas multinacionales como BHP-Billiton, Xtrata, Drummond, Glencore y Anglo-American, quienes desarrollan actividades de extracción a cielo abierto sobre las formaciones Cerrejón y Los Cuervos, ambas de edad Paleoceno-Eoceno. Estos carbones son de uso térmico, y en su mayor parte son exportados por los puertos de Santa Marta y Puerto Bolívar (Agencia Nacional de Minería, 2016).

**Tabla 2**

### **Reservas Carboníferas de Colombia (Millones de Toneladas (MT))**

<b>Zonas carboníferas</b>	<b>Reservas Medidas Millones de ton. 2019</b>
<b>Guajira</b>	3.463,12
<b>Cesar</b>	1.440,19
<b>Córdoba</b>	375,75
<b>Antioquia</b>	85,24
<b>Valle</b>	39,30

<b>Cundinamarca</b>	204,70
<b>Boyacá</b>	136,15
<b>Santander</b>	146,15
<b>N. Santander</b>	90,24
<b>Total, del país</b>	5.981

**Fuente:** <http://www.simco.gov.co>

**Nota:** "El carbón colombiano - Recursos, Reservas y Calidad", primer trimestre de 2019.

### **Características del sector minero de carbón en Colombia**

El 78% de las minas de carbón se explotan a cielo abierto y solo el 22% es subterránea.

El carbón representa entre el 15% y el 20% de valor agregado generado en el sector minero y entre 1.5% y 2% del valor agregado total de la economía.

En los últimos años, la producción de carbón del interior del país ha representado cerca de 10% de la producción total.

Las exportaciones de carbón del interior del país representan cerca del 9% de las exportaciones totales del mineral.

Se calcula que el 48% de las explotaciones de carbón mineral en Colombia son artesanales, 38% pequeñas y 14% medianas o grandes.

### **La minería artesanal**

La minería artesanal y de pequeña escala (Mape) –conocida mundialmente como ASM, por su sigla en inglés– está constituida por productores que utilizan métodos extractivos rudimentarios o con muy bajo grado de mecanización.

La incursión de la Mape en las nuevas tecnologías es lenta debido a que está en manos de personas con bajos niveles de escolaridad y convicciones erróneas fuertemente

arraigadas. Sin embargo, existen casos exitosos en los que aplicar prácticas más acordes con los estándares ambientales ha incrementado la producción (Arango, 2017).

En torno al término de minería en pequeña escala o pequeña minería, lo primero que hay que decir es que la legislación minera vigente en Colombia no hace ningún tipo de discriminación o estratificación entre las diferentes escalas de explotación minera, por lo cual los mismos requisitos que deben cumplir las grandes concesiones mineras para obtener las correspondientes autorizaciones mineras y ambientales los debe cumplir el pequeño minero. En Colombia, la única referencia que se hace al respecto la trae el Glosario Técnico Minero en el que se estipula que se consideran explotaciones pequeñas las que “se realicen con herramientas e implementos simples de uso manual, accionados por la fuerza humana, y cuya cantidad extraída no sobrepase en ningún caso a las doscientas cincuenta (250) toneladas anuales de material” pero esta definición no tiene ninguna implicación jurídica. De acuerdo con lo anterior, la pequeña minería incluye la realización de la actividad de una manera rudimentaria lo que comporta que sea un tipo de minería artesanal la cual ha sido definida como el conjunto de actividades mineras que se desarrollan de manera rudimentaria, anti-técnica e instintiva, es decir, sin la utilización de las técnicas convencionales de exploración geológica, perforación, reservas probadas, o de estudios de ingeniería. Sin embargo, cabe aclarar que la minería artesanal también puede llevarse a cabo a mediana y gran escala (Guiza, 2013).

La evolución del sector minero en Colombia se observa en primer lugar en el comportamiento y productividad de los actores de la industria, siendo importante anotar el creciente nivel de producción de los proyectos de gran minería y el reciente pero generoso interés de la inversión en el hallazgo de nuevos depósitos de importancia económica. Desde

la industria, a pesar de las innegables brechas de desarrollo entre los pequeños y grandes productores se observa que la minería en Colombia se ha interesado por la inversión en tecnología e innovación, entrenamiento y capacitación de su capital humano y consolidación de un esquema de desarrollo sostenible que además del entorno ambiental pretende trascender en las comunidades y zonas de influencia (UPME, 2010).

### **Sistemas de explotación**

La extracción de carbón se realiza básicamente mediante dos sistemas, cuya utilización depende de la formación geológica de cada yacimiento:

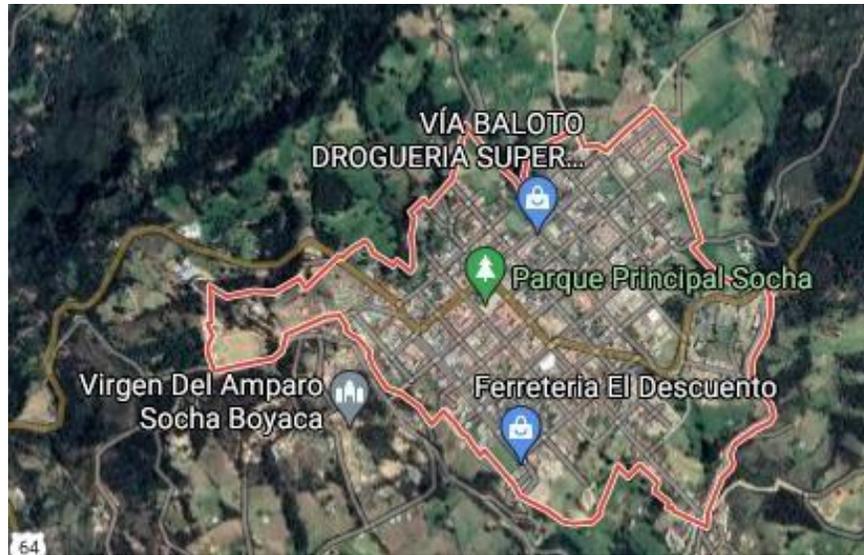
**Minería subterránea:** Como su nombre lo indica consiste en extraer el mineral a través de túneles o socavones. Es el sistema de mayor utilización en el mundo, hasta el punto de que por este sistema se explotan las dos terceras partes de la producción mundial (Acevedo & Carrillo, 2016).

**A tajo abierto:** También llamado minería de superficie que se emplea cuando los mantos de carbón están relativamente cerca de la superficie.

### **Marco Geográfico**

#### **Figura 2**

*Ubicación Geográfica de Socha Boyacá*



Fuente: Mapa de la ubicación geográfica del municipio de Socha, Boyacá.

El municipio de Socha se encuentra localizado en la Provincia de Valderrama, su altura sobre el nivel del mar es de 2.669 mts en el casco urbano y su temperatura predominante es de 14 grados centígrados.

La extensión total del municipio es de 162 km<sup>2</sup>, dista de la ciudad de Tunja a 117 Kilómetros, cuenta con 15 veredas, con dos asentamientos rurales o Centros Poblados denominados “Santa Teresa y Socha Viejo” que son parte fundamental del desarrollo. Limita por el Norte con el Municipio de Sativasur, al este con el Municipio de Socotá, por el Sur Oeste con el Municipio de Tasco y por el Oeste con el Municipio de Paz de Río.

### ***División político-administrativa***

La distribución geográfica del Municipio de Socha está dada por el casco urbano que está ubicado en la parte central y por quince veredas. Las veredas son las siguientes: Sochuelo, Sochaviejo, Alto centro, pozo, mortiño, Bisvita, Ananay, curital, la laja, Sagra arriba, Sagra abajo, la chapa, la laguna, Wahita y Catavita.

### ***Economía***

En el Municipio de Socha predominan los siguientes sectores económicos:

***Sector Primario de la Economía.***

*Agricultura:* Los principales cultivos son Arveja, Frijol, Papa, Trigo y Maíz, para los cuales se estima en 483 Has las áreas sembradas. Igualmente se cuenta con cultivos de tomate, cebada, ajo, cebolla, habichuela, haba caña de azúcar y guayaba, aunque en pequeñas proporciones. La característica de todos estos cultivos es su bajo volumen de producción, la falta de tecnología de punta y la falta de asesoría y acompañamiento en los procesos agrícolas. Se tienen proyectos productivos tales como la producción de durazno y uva, y como alternativa futura la producción técnica de quinua. Ganadería. Comprende producción bovina, producción porcina y otras especies. Actualmente se están fomentando otros sectores como la exploración de criaderos (de trucha, conejos) y la conformación de cooperativas agropecuarias y de fruticultura.

*Minería:* La explotación minera está localizada principalmente en las Veredas de la Chapa, El Pozo, Sagra Abajo, Sagra Arriba, Bisvita, Mortiño, Sochuelo y Curital. En la Mina de la Chapa, Acerías Paz de Río explota carbón térmico en forma técnica, las demás explotaciones referidas en las zonas mineras se explotan medianamente tecnificadas y de manera artesanal. Además del carbón existen afloramientos de arcillas las cuales pueden ser utilizadas para la industria alfarera con el debido manejo técnico de explotación y control ambiental. Igualmente, se encuentran yacimientos de materiales para construcción como arenas, material de recebo, rocas de liditas y calizas entre otras. Socha, se ha convertido en los últimos años en un municipio donde se desarrolla en alto grado la actividad minera, pero esto ha traído como consecuencia la incrementación de los procesos erosivos, por la desestabilización de los suelos, producto en algunos casos de procesos antitécnicos para la extracción de los minerales.

***Sector Secundario de la Economía:*** En Socha este sector de la economía es muy incipiente y solo se desarrollan algunas actividades como confecciones, ornamentación y artesanías.

***Sector Terciario de la Economía:*** Comprende las actividades comerciales, de servicios y de economía informal. El Municipio cuenta con 256 establecimientos que realizan esta clase de actividades, siendo todas microempresas y las cuales satisfacen la demanda no solo del sector urbano y rural de la localidad, sino además cerca del 50% de las necesidades de la provincia.

### **4.3. Marco legal**

#### **I. Código de Minas**

Para el desarrollo de la minería en general, el Ministerio de Minas y Energía (MME), expidió unas normas que regulan la ejecución de las actividades mineras. Estas normas se conocen como el Código de Minas (Decreto - Ley 2655 de 1988). Con la expedición de este código se plantean los siguientes objetivos:

El Código de Minas regula las relaciones entre los organismos y entidades del Estado y de los particulares entre sí, sobre las actividades de prospección, exploración, explotación, beneficio, transporte, aprovechamiento y comercialización de los recursos no renovables que se encuentren en el suelo o subsuelo, así sean de propiedad de la nación o privada (UPME, 2017).

El MME señala las zonas en las cuales no se pueden desarrollar actividades mineras en concordancia con lo establecido en el Decreto 2811/1974. Estas zonas hacen referencia a las áreas de uso exclusivo para la agricultura y ganadería, las reservas ecológicas y las que presenten incompatibilidad para el desarrollo de la actividad.

En los artículos 16 y 17 del Código Minero se definen los títulos mineros, su clasificación y su utilidad. Así mismo se establecen tres clases de minería: pequeña, mediana y gran minería.

#### **II. Decretos relacionados con la minería**

Otros reglamentos que completan el marco legal minero se relacionan a continuación (tabla 3).

Tabla 3

*Normas del Marco Legal Minero*

<b>Norma</b>	<b>Objetivo</b>	<b>funciones</b>
<b>Decreto 2119 de 1992</b>	Se transformó la Comisión Nacional de Energía en la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	Planear de manera integral el desarrollo minero-energético, apoyar la formulación de política pública y coordinar la información sectorial con agentes y partes interesadas.
<b>Decreto 1679 de 1997</b>	Minercol (nace de la fusión de Mineralco y Ecocarbón).	Administración, promoción, recaudo y distribución de las contraprestaciones económicas del recurso minero y carbonífero. El Decreto 254 de 2004 ordena la supresión, disolución y liquidación de esta empresa.
<b>Resolución 180074 de 2004</b>	Ingeominas.	El Ministerio delega en Ingeominas la administración del recurso minero, excepto en las gobernaciones de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cesar, Guajira y Norte de Santander.
<b>Decreto 4134 de 2011</b>	Agencia Nacional de Minería (ANM)	Administrar integralmente los recursos minerales de propiedad del Estado; promover el aprovechamiento óptimo y sostenible de los recursos mineros, de conformidad con las normas pertinentes y en coordinación con las autoridades ambientales en los temas que lo requieran; asimismo, hacer seguimiento a los títulos de propiedad privada del subsuelo cuando el Ministerio de Minas y Energía delegue esta función, de conformidad con la ley.
<b>Ley 1530 de 2012</b>	Le asigna funciones al Ministerio de Minas y Energía.	A través de esta ley se le asigna al ministerio la función de fiscalizar la exploración y explotación de los recursos naturales no renovables.
<b>Resolución 180876 de 2012</b>	El ministerio reasume una función y la misma se delega en la Agencia Nacional de Minería	Reasumir la función de fiscalización, seguimiento y control de los títulos mineros otorgada mediante Resolución 180074 de 2004 a Ingeominas, hoy Servicio Geológico Colombiano

**Fuente:** UPME, 2017-Marco legal minero

### **Actividades mineras carboníferas**

La actividad minera en el país ha estado amparada en un marco jurídico que ha clasificado la producción del mineral, así como también las diferentes modalidades para el aprovechamiento del recurso. Uno de los marcos normativos para el sector de la minería lo constituye la Ley 20 de 1969, por medio de la cual se dictaron disposiciones en materia de minas e hidrocarburos, dicha ley fue reglamentada mediante el Decreto 1275 de 1970, en el cual se establecieron figuras legales que han permitido el desarrollo de actividades de exploración y explotación de minerales, entre ellas la licencia de exploración, permisos, concesiones, contratos en virtud de aporte y el reconocimiento de cédulas reales, denominadas Registros de Propiedad Privada. Mediante el Decreto 2477 de 1986 se modificó la norma reglamentaria de la Ley Minera, que ratificó la figura de contrato en virtud de aporte y los contratos de concesión, entre otros, así como la declaratoria de la industria minera como de utilidad pública y de interés social nacional (Estrada, Ospina, & Ortega, 2020).

En el año 2001, la actividad experimentó una nueva transición legislativa materializada con la expedición de la Ley 685 de 2001. Esta ley estableció una única modalidad de otorgamiento del contrato de concesión, el cual tiene un periodo de treinta años, en los cuales se incluye la etapa de exploración, construcción y montaje y, por último, la explotación, además introduce la posibilidad de prórroga, beneficio que no estaba contemplado en el anterior régimen. Lo anterior deja entrever la intención por parte del Gobierno nacional acerca de la vocación de permanencia de la actividad en la dinámica económica nacional.

## **5. Metodología**

### **5.1. Tipos y Enfoques de investigación**

En cuanto al tipo de investigación según la identificación de factores y análisis de información será mixto ya que se tendrán en cuenta variables cualitativas y cuantitativas con tipología descriptiva exploratoria; descriptivo porque busca identificar los principales factores que determinan la adopción de nuevas tecnologías, no experimental ya que no se controlan las variables para estudiar una situación, y de tipo transversal porque se trata de un estudio realizado en un cierto periodo, sin recolectar datos a través del tiempo ni hacer inferencias respecto a los diferentes momentos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

### **5.2. Variables de investigación**

Las variables de análisis que se tendrán en cuenta en esta primera fase serán la tipología de la organización (pequeña, mediana, gran empresa), la capacidad de innovación, disponibilidad para el uso de nuevas tecnologías y la adaptación de metodologías y tendencias de gestión usadas en el sector minero.

Las variables a analizar en la segunda fase serán: el contexto en el cual se desarrolla el proceso de extracción de carbón, la capacidad para realizar planes estratégicos a largo plazo, la capacidad de realizar capacitaciones a nivel interno en la empresa, la capacidad de adoptar nuevos modelos de gestión e implementar nuevas tecnologías, y demás variables tenidas en cuenta por el World Economic Forum al medir la preparación tecnológica y la innovación.

Las variables analizadas en la tercera fase serán las acciones conjuntas de operatividad, la capacidad de cambio en los métodos operativos con nuevas tecnologías, la capacidad de planificar procesos innovadores que mejoren la competitividad de la empresa en el sector minero

y la capacidad para implementar e invertir en nuevos equipos que ayuden a amentar la productividad de la empresa.

Las variables a tener en cuenta en esta última fase serán los factores identificados en la fase anterior que realmente afectan la innovación y la adopción de nuevas tecnologías en las empresas del sector minero, donde finalmente se realizará la validación de estrategias adecuadas a través de su implementación y seguimiento en las empresas del municipio de Socha, Boyacá.

### **Recolección y Análisis de Datos**

La técnica para el tratamiento de información será la selección ya que se determinarán realmente cuales son los factores que están afectando la competitividad de las empresas en el sector minero.

Fase I: Para esta fase el tratamiento de la información será la categorización, ya que a partir de las variables de medición de Innovación y Adopción de nuevas tecnologías se seleccionarán las preguntas del cuestionario (Encuesta), y su posterior tabulación que permita identificar el tipo de estrategia adecuada para el aumento de la innovación y la adopción de nuevas tecnologías en las empresas del municipio de Socha, Boyacá.

Fase II: En esta fase se analizarán las falencias que tienen las empresas en cuanto a su competitividad, para poder determinar y diseñar de la manera más adecuada las estrategias que se pueden implementar en estas empresas.

Fase III: En cuanto al tratamiento de información se realizará su validación al implementar las estrategias adecuadas en las empresas de municipio de Socha, que le permitan mejorar su competitividad a través de la innovación y uso de nuevas tecnologías.

### **Unidad de Estudio o Muestra**

Todas las organizaciones dedicadas a la extracción y comercialización de mineral carbón que desarrollan sus actividades en el municipio de Socha Boyacá.

### **Fases y Actividades Metodológicas**

La metodología que se llevará a cabo para el desarrollo de este trabajo de investigación está compuesta por cuatro fases para dar cumplimiento a los objetivos establecidos, donde se mencionan cada una de las actividades correspondientes:

#### Fase I:

1.1 Investigar y recolectar base de datos sobre organizaciones dedicadas a la extracción y comercialización de carbón que desarrollan sus actividades en el municipio de Socha Boyacá.

1.2 Identificar la tipología de la organización dedicada a la explotación y comercialización del carbón usando información secundaria.

#### Fase II:

2.1. Diseñar instrumento de recolección de información (encuestas y entrevistas).

2.2. Aplicar instrumento de recolección de información.

2.3. Tabulación de resultados.

#### Fase III:

3.1 Estudio de vigilancia tecnológica.

3.2 Analizar las nuevas tecnologías de implementación en las empresas dedicadas a la extracción de carbón.

3.3 Identificar las barreras operativas de la empresa frente al uso de nuevas tecnologías

#### Fase IV:

4.1 Análisis de beneficios al implementar o adoptar un tipo de tecnología.

4.2 Selección de tecnologías.

4.3 Diseño de propuesta de implementación de estrategias de adopción de tecnología en las empresas del municipio de Socha, Boyacá dedicadas a la extracción de carbón.

#### **Técnicas de recolección de información**

**Primarias:** Se diseñó un cuestionario tipo encuesta o entrevista el cual se aplicó a la muestra de estudio de organizaciones dedicadas a la explotación y comercialización de mineral carbón del municipio de Socha Boyacá.

**Secundarias:** Se investigará a través de fuentes secundarias toda la información relacionada con la extracción y comercialización de mineral carbón del municipio de Socha Boyacá y zonas cercanas.

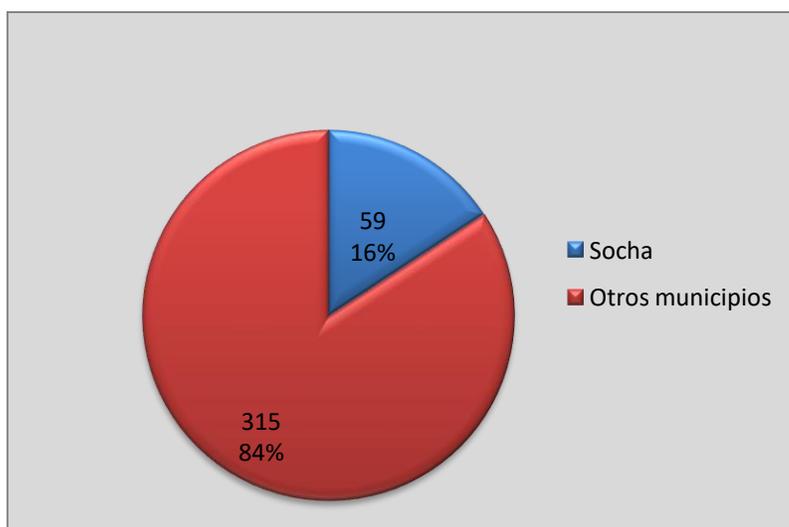
## Caracterización y evaluación del área de estudio

### Tipología de las empresas

En el área norte de Boyacá podemos encontrar 374 empresas las cuales pertenecen al sector minero de comercialización y extracción de mineral Carbón, de este número de empresas 59 de ellas están presentes en el municipio de Socha, (ver figura 3). La tipología de estas empresas según informe de la cámara de comercio, (Ver anexo 1), indica que su mayoría son microempresas, Figura 4.

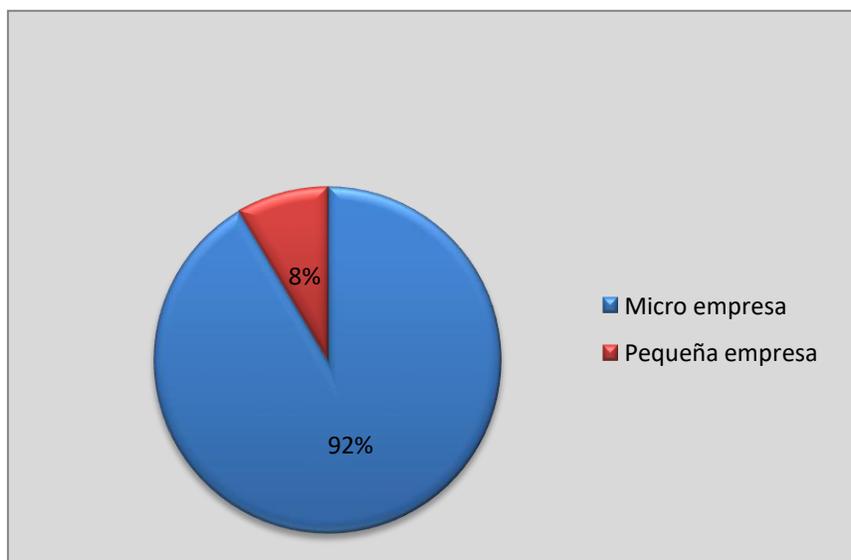
### Figura 3

*Empresas en el municipio de Socha, Boyacá*



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 3 se puede observar que el municipio de Socha, Boyacá cuenta con la presencia de 59 empresas dedicadas a la extracción y comercialización de carbón, las cuales representan el 16% de las empresas extractoras de carbón mineral ubicadas en el departamento de Boyacá.

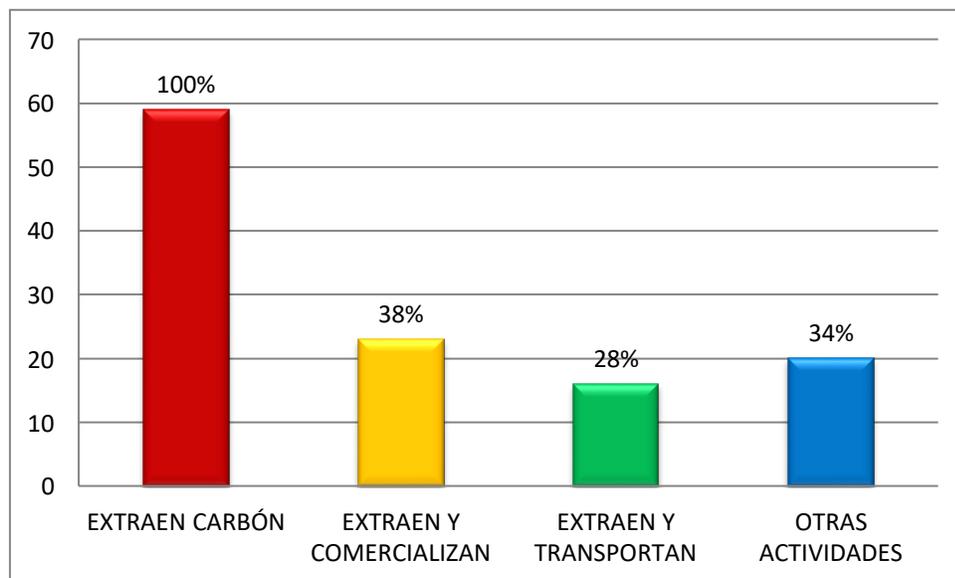
**Figura 4***Tipología de las empresas*

**Fuente:** Elaboración propia.

Como puede observarse en el gráfico anterior el 92% de las empresas ubicadas en el municipio de Socha son microempresas y un 8% de empresas pequeñas, las cuales se caracterizan por ser poco tecnificadas para la realización de sus labores de extracción de carbón.

**Figura 5**

*Actividades realizadas por las empresas de Socha, Boyacá.*



**Fuente:** Elaboración propia.

Como puede observarse en la figura 6, el 100% de las empresas estudiadas se dedican a la extracción de carbón, el 38% de ellas además de la extracción realizan actividades de comercialización, el 28% realiza actividades de extracción y transporte y el 34% de estas empresas realizan otras actividades que sirven de apoyo a la subsistencia de la empresa.

## Figura 6

*Mapa Zonas Carboníferas de Colombia*

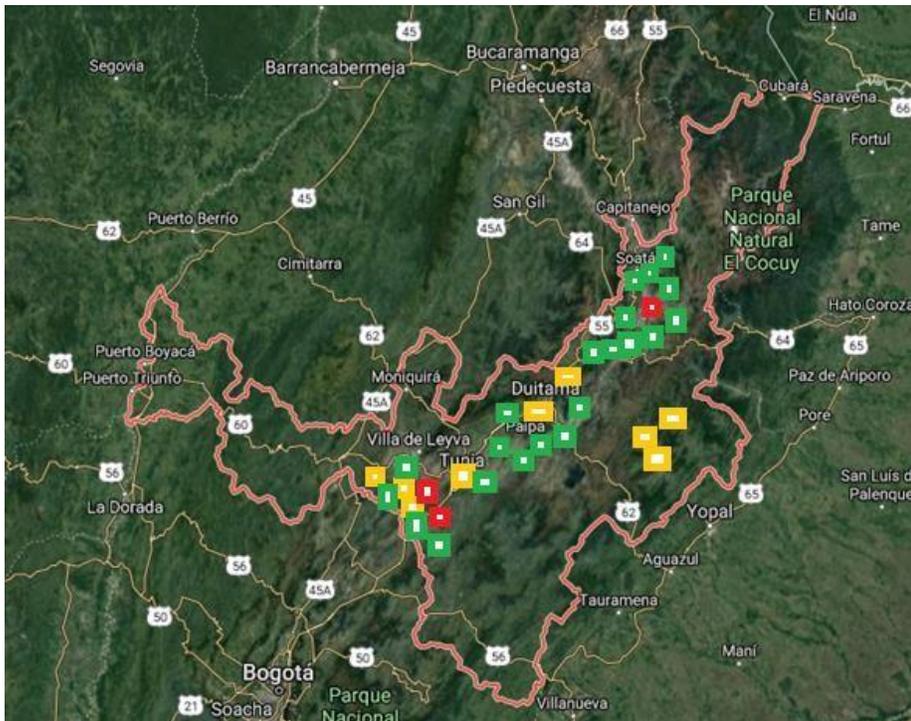


Fuente: Minería en Colombia. (Slideplayer, 2017).

En el mapa anterior puede observarse la ubicación de las zonas carboníferas con la que cuenta el país, estas se ubican en su mayoría en el centro y norte del país, los departamentos ubicados en esta zona del país son atravesados por la cordillera de los Andes y contienen yacimientos importantes no solo de carbón sino, también poseen yacimientos de otros minerales.

## Figura 7

### Mapa Empresas del Sector de Boyacá



Fuente: Elaboración propia.

*Nota:* En el mapa puede observarse los puntos de extracción de carbón los cuales se encuentran representados por los cuadros verdes, estos yacimientos se encuentran en su gran mayoría en la zona norte de Boyacá, los centros de acopio están representados por los cuadros rojos; los cuales se encuentran cerca de los municipios donde están las zonas de extracción de carbón, para una mejor distribución desde las minas. Las oficinas están representadas por los cuadros amarillos las cuales se ubican en varios municipios cercanos a los centros de acopio.

Por la calidad y potencial de la zona carbonífera de Boyacá, ésta es considerada la de mayor importancia en la Región central. En este departamento, la principal área minera de carbón se encuentra entre los municipios de Sogamoso y Jericó, razón por la cual hay una aglomeración de empresas en el sector de la zona norte de Boyacá, ya que, esta área cuenta con

carbones tipo bituminosos y reservas medidas de 102.84 Mt, otras áreas de importancia son: Tunja - Paipa - Duitama con 24,03 Mt, Suesca - Albarracín con 7,81 Mt y Chequa - Lenguazaque con 35,69 Mt, compartida con Cundinamarca. La minería de esta región es poco tecnificada y de subsistencia (UPME, 2017).

### *Mapa empresas de Socha Boyacá*

#### **Figura 8**

#### **Empresas ubicadas en Socha, Boyacá**



**Fuente:** Elaboración propia

Nota: En la imagen se puede observar las empresas que se dedican a la extracción de carbón en el municipio de Socha Boyacá.

## Proceso productivo del carbón

**Figura 9**

*Diagrama de Flujo del Proceso Productivo del Carbón.*



Fuente: Elaboración propia.

El proceso inicia con la extracción de carbón el cual puede ser en minas a cielo abierto o minas subterráneas, este mineral es cargado en el interior de la mina y llevado a superficie, descargándose en tolvas de almacenamiento, luego, es cargado en volquetas con capacidad de 11 y 22 toneladas, estas volquetas lo transportan hasta el Centro de Acopio de la empresa. Después de descargado el mineral en los centros de acopio se hace la selección del carbón (térmico o metalúrgico), el primero es enviado a los compradores de plantas térmicas y plantas industriales. El carbón metalúrgico es llevado a los hornos de coquización para producir el coque, el cual finalmente es cargado en vehículos de transporte para su despacho.

## Diagrama del proceso de extracción del carbón

**Figura 10**

*Diagrama Etapa de Extracción*



Fuente: Elaboración propia.

El proceso de extracción de carbón depende del tipo de mina donde se va a realizar la actividad, de manera subterránea o a cielo abierto. En la figura 8 se ilustra el proceso que se debe realizar dependiendo el tipo de minería con la que la empresa labora.

Diagrama del proceso de transporte y acopio

**Figura 11**

*Diagrama Etapa de Transporte de Mineral*



Fuente: Elaboración propia

Después de la extracción de mineral este se transporta a la superficie en vagones o bandas transportadoras, el mineral se descarga en unas tolvas, para luego ser cargado en vehículos los cuales transportan el mineral extraído al centro de acopio o en su defecto al cliente.

**Figura 12**

*Diagrama de la Etapa de Entrega y distribución.*



Fuente: Elaboración propia.

Para el proceso de entrega del carbón se inicia por el proceso de realización de pedidos, luego se hace la solicitud de compra en la mina o centro de acopio, se verifican las características del mineral que requiere el cliente, se diligencia la documentación requerida, se hace pesaje del vehículo vacío, luego se pasa a hacer el cargue del mineral en el vehículo, para pasar a pesaje nuevamente, se realiza facturación de la carga y se hace finalmente el despacho al cliente.

## Tipología de productos

Básicamente se extrae tres tipos de carbón mineral de la región Norte de Boyacá llamados: Carbón Medio Volátil, Bajo volátil y carbón térmico, cada una de sus características de composición se especifican en la Tabla 4.

**Tabla 4**

### *Tipología de Productos.*

Carbón bajo volátil		Carbón medio volátil		Carbón térmico	
Materia	18 – 24%	Materia	25 – 29%	Materia	34 -42%
Volátil		Volátil		Volátil	
Cenizas	8-10% máx.	Cenizas	8 -10% máx.	Cenizas	8 – 12% máx.
Humedad	5% máx.	Humedad	5% máx.	Humedad	5% máx.
Azufre	0.9% máx.	Azufre	0.9% máx.	Azufre	1% máx.
Fsi	6-8 min.	Fsi	6 – 8 min.	Fsi	3 máx.
Hgi	60-65	Hgi	60-65	Poder calorífico	12.000 – 14.000 btu

**Fuente:** Elaboración Propia.

## Análisis y Tabulación de Entrevistas

Se realizó una encuesta para 16 empresas dedicadas a la extracción y comercialización de mineral Carbón en el municipio de Socha Boyacá, teniendo como parámetros de selección: El tener más de tres años de conformación, que mantenga explotaciones activas de carbón, que realizase actividades de extracción y comercialización en zonas cercanas al municipio y que cuente con más de 10 trabajadores en todas sus áreas.

Para lo cual se analizaron las diferentes variables dependientes e independientes Tabla 5.

**Tabla 5***Variables Dependientes e Independientes.*

PROBLEMA	VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES
<b>FACTORES QUE AFECTAN LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR MINERO</b>	<b>INNOVACIÓN</b>	Arraigos culturales
		Adversidad a los riesgos del flujo contable
		Ausencia de visión a largo plazo
		Bajo apoyo de entidades del gobierno que guien el proceso
		Poca capacitación de empleados que se encargue de los procesos innovadores
		Baja inversión de capital externo debido a la mala imagen del sector
		Ausencia de centros de investigación y desarrollo
		Pocos estudios de análisis del sector
		Filosofía del trabajador
		Poca interrelación de las partes interesadas
	<b>USO DE NUEVAS TECNOLOGIAS</b>	Disponibilidad de información de toda la cadena de valor
		Ausencia de trazabilidad del producto
		Falta de asociatividad
		Inexistencia de infraestructura de apoyo
		Baja automatización de procesos
		Calidad del mineral y sus productos derivados
		Altos costos de tecnología nueva
		Baja competencia en el mercado
		Tamaño de la empresa
		Complejidad de uso
	Barreras operativas	
	<b>NUEVOS METODOS DE GESTION</b>	Baja estandarización de procesos
		Ausencia de habilidades gerenciales
		Planeación estratégica a corto plazo
		Baja especialización del trabajo
		Baja relación con los clientes
		Toma de decisiones subjetiva
		Abstinencia al adoptar nuevos modelos de gestión.

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a la información recolectada por la opinión de los trabajadores encargados del proceso de extracción del carbón de las empresas mineras del municipio de Socha, se puede

deducir que la productividad de la mano de obra y el equipo se encuentran en un nivel moderado y alto, logrando resultados sin tener la facilidad y apoyo del gobierno con la implementación de nuevas tecnologías y la moderada cooperación de apoyo tecnológico entre las compañías de la región, tiendo una alta presión para el cambio tecnológico y una mayor competitividad por la exigencia o nivel del mercado. Además, mejorando y enfocándose en que el personal de trabajo acepte fácilmente los cambios de los procesos requeridos e identificando correctamente las necesidades de formación o competencias para desempeñar las actividades asignadas podemos resaltar lo siguiente:

En cuanto a la productividad de mano de obra el 43,8% de las organizaciones considera que esta ha sido alta en el último año, lo que se asemeja con la productividad de todo el equipo de trabajo con el 37,5% de las de las organizaciones ha sido alto. Figura 13.

**Figura 13**

*La productividad de mano de obra y equipo de trabajo.*

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿La productividad de la mano de obra en la empresa en el último año ha sido?					¿La productividad del equipo en el último año ha sido?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando			X				X			
2	Ulises Soledad				X				X		
3	Jose Arturo				X					X	
4	Luis Arturo		X					X			
5	Walter Aguilar				X					X	
6	Victor Manuel				X					X	
7	Alexander Valentin				X					X	
8	Gabriel Gonzales		X					X			
9	Lorena Alexandra			X						X	
10	Carlos Malpica			X					X		
11	Diego Pinzon			X					X		
12	Rafael Fuentes			X					X		
13	Miguel Estupiñan		X					X			
14	Carlos Andres				X					X	
15	Oscar Torres				X				X		
16	Jose Riaño		X						X		
Porcentaje		0%	25,00%	31,25%	43,75%	0,00%	0,00%	25,00%	37,50%	37,50%	0,00%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta).

En cuanto ayudas gubernamentales y apoyo de entidades regionales, se puede decir que el 18,75% de las organizaciones ha recibido apoyo de entidades regionales como Gobernación de Boyacá para la compra de maquinaria y equipos, lo que contrasta con el 37,50% de las organizaciones encuestadas mantiene cooperación de intercambio de maquinaria y equipo con organizaciones de actividades similares Figura 14.

**Figura 14**

*Cooperación de organizaciones en cuanto apoyo tecnológico*

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿Existen apoyos del gobierno en la empresa para la implementación de nuevas tecnologías?					¿Existe cooperación de apoyo tecnológico entre las compañías de la región?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando		X						X		
2	Ulises Soledad	X					X				
3	Jose Arturo	X							X		
4	Luis Arturo	X							X		
5	Walter Aguilar		X					X			
6	Victor Manuel	X								X	
7	Alexander Valentin		X							X	
8	Gabriel Gonzales		X						X		
9	Lorena Alexandra			X				X			
10	Carlos Malpica			X					X		
11	Diego Pinzon	X						X			
12	Rafael Fuentes			X					X		
13	Miguel Estupiñan	X						X			
14	Carlos Andres		X					X			
15	Oscar Torres		X					X			
16	Jose Riaño	X					X				
Porcentaje		43,75%	37,50%	18,75%	0,00%	0,00%	12,50%	37,50%	37,50%	12,50%	0,00%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta).

En cuanto a la solidez económica de las empresas, el 56,25% de ellas pueden considerar invertir, pero teniendo en cuenta que el 43,75% de los operarios encuestados consideran que se debe tener un conocimiento y manejo de los equipos alto antes de realizar esa adquisición, para así tener un mejor desempeño, por lo cual es importante mantener planes de capacitación y actualización de actividades vigentes. Teniendo como resultado que más del 31,25% de las empresas han estimado invertir en nueva tecnología y equipos de última generación, ya que cuentan con buena capacidad económica y el personal requerido. Figura 15.

**Figura 15***Inversión y solidez económica.*

21, 22 Y 23		¿Hay solidez económica en la empresa para la adquisición de nuevos equipos?					¿El conocimiento y manejo de la tecnología por parte de los operarios es factor de decisión en la incorporación de nuevos equipos?					¿Han considerado invertir en nueva tecnología y equipos de última generación?				
CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando			X					X				X			
2	Ulises Soledad	X							X							X
3	Jose Arturo				X				X					X		
4	Luis Arturo			X					X					X		
5	Walter Aguilar			X					X						X	
6	Victor Manuel			X					X					X		
7	Alexander Valentin					X					X					X
8	Gabriel Gonzales				X				X						X	
9	Lorena Alexandra				X				X						X	
10	Carlos Malpica			X				X					X			
11	Diego Pinzon			X				X							X	
12	Rafael Fuentes			X				X					X			
13	Miguel Estupiñan			X					X						X	
14	Carlos Andres					X					X					X
15	Oscar Torres		X					X					X			
16	Jose Riaño			X				X					X			
Porcentaje		6,25%	6,25%	56,25%	18,75%	12,50%	0,00%	0,00%	43,75%	43,75%	12,50%	0,00%	12,50%	37,50%	31,25%	18,75%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta).

En cuanto la presión del mercado por el cambio de tecnología y su nivel de exigencia entre en el sector, se maneja un nivel con más del 37,50%, ya que solo 6 empresas dieron a conocer que hay un nivel alto de competencia con respecto a la adaptación de nueva tecnología en sus equipos y la calidad en su producto final, lo que demuestra la necesidad de mantenerse al borde de las nuevas tendencias de operaciones mineras, Figura 16.

**Figura 16***Imposición del mercado*

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿El mercado es una presión para el cambio tecnológico?					¿A su criterio el nivel de exigencia del mercado es?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando				X					X	
2	Ulises Soledad					X					X
3	Jose Arturo				X					X	
4	Luis Arturo				X					X	
5	Walter Aguilar			X				X			
6	Victor Manuel			X				X			
7	Alexander Valentin	X						X			
8	Gabriel Gonzales	X									X
9	Lorena Alexandra				X					X	
10	Carlos Malpica			X				X			
11	Diego Pinzon			X				X			
12	Rafael Fuentes			X				X			
13	Miguel Estupiñan			X						X	
14	Carlos Andres				X					X	
15	Oscar Torres			X				X			
16	Jose Riaño	X						X			
Porcentaje		18,75%	0,00%	43,75%	31,25%	6,25%	0,00%	6,25%	43,75%	37,50%	12,50%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta).

En cuanto al personal de las empresas, se toman en cuenta para los cambios y aceptación de los procesos, gracias a que los empleadores cuentan con la experiencia y conocimientos requeridos de todas las actividades de producción del mineral. Figura 17.

**Figura 17***Cambios y aceptación de los procesos*

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿Se toma en cuenta al personal para concertar los cambios de los procesos?					¿El personal acepta fácilmente los cambios de los procesos requeridos?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando			X				X			
2	Ulises Soledad		X				X				
3	Jose Arturo				X				X		
4	Luis Arturo		X						X		
5	Walter Aguilar				X					X	
6	Victor Manuel			X				X			
7	Alexander Valentin				X					X	
8	Gabriel Gonzales				X					X	
9	Lorena Alexandra				X					X	
10	Carlos Malpica				X			X			
11	Diego Pinzon				X					X	
12	Rafael Fuentes			X				X			
13	Miguel Estupiñan				X			X			
14	Carlos Andres				X					X	
15	Oscar Torres				X					X	
16	Jose Riaño	X						X			
Porcentaje		6,25%	12,50%	18,75%	62,50%	0,00%	6,25%	18,75%	31,25%	43,75%	0,00%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta).

Al consultar los cambios de hábitos el 68,75% de las organizaciones aplican este tipo de herramientas, para garantizar una mejor labor y un mejor trato al trabajador, Figura 18.

**Figura 18***Hábitos organizacionales*

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿Se revisa las necesidades de cambios de hábitos en la organización?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando			X		
2	Ulises Soledad			X		
3	Jose Arturo				X	
4	Luis Arturo				X	
5	Walter Aguilar				X	
6	Victor Manuel				X	
7	Alexander Valentin				X	
8	Gabriel Gonzales				X	
9	Lorena Alexandra				X	
10	Carlos Malpica			X		
11	Diego Pinzon			X		
12	Rafael Fuentes			X		
13	Miguel Estupiñan				X	
14	Carlos Andres				X	
15	Oscar Torres				X	
16	Jose Riaño				X	
Porcentaje		0,00%	0,00%	31,25%	68,75%	0,00%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta).

Para la contratación del personal, las empresas se encargan de realizar una selección con respecto a la formación o competencias, que se necesitan para las tareas a desempeñar de cada cargo, siendo este un factor muy importante, para obtener un resultado eficiente y efectivo, Figura 19.

**Figura 19**

*Recursos humanos*

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿La empresa identifica correctamente las necesidades de formación o competencias requeridas para desempeñar cada cargo?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando				X	
2	Ulises Soledad	X				
3	Jose Arturo		X			
4	Luis Arturo				X	
5	Walter Aguilar				X	
6	Victor Manuel					X
7	Alexander Valentin				X	
8	Gabriel Gonzales				X	
9	Lorena Alexandra				X	
10	Carlos Malpica				X	
11	Diego Pinzon			X		
12	Rafael Fuentes			X		
13	Miguel Estupiñan				X	
14	Carlos Andres				X	
15	Oscar Torres				X	
16	Jose Riaño			X		
Porcentaje		6,25%	6,25%	18,75%	62,50%	6,25%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta)

Con respecto al suministro de los procesos de capacitación adecuados para los cambios de los procesos, el 68,75% de las empresas capacitan a sus empleados para tener mayor flexibilidad en su proceso, mediante entrenamientos adecuados de dichas tareas y así logrando mejor rendimiento. Figura 20.

## Figura 20

### Suministros en los procesos de capacitación y entrenamientos

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿La empresa suministra los procesos de capacitación adecuados para los cambios en los procesos?					¿La empresa suministra los procesos de entrenamiento adecuados para cada tarea?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando			X						X	
2	Ulises Soledad	X					X				
3	Jose Arturo				X					X	
4	Luis Arturo				X					X	
5	Walter Aguilar				X					X	
6	Victor Manuel			X						X	
7	Alexander Valentin				X					X	
8	Gabriel Gonzales				X					X	
9	Lorena Alexandra				X					X	
10	Carlos Malpica				X					X	
11	Diego Pinzon				X					X	
12	Rafael Fuentes			X				X			
13	Miguel Estupiñan				X					X	
14	Carlos Andres				X					X	
15	Oscar Torres				X					X	
16	Jose Riaño			X				X			
Porcentaje		6,25%	0,00%	25,00%	68,75%	0,00%	6,25%	0,00%	12,50%	81,25%	0,00%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta)

En torno a la disposición final del mineral que adquieren los clientes, solo el 56,25% de sus operarios, conoce y verifica la excelencia del producto terminado y el 43,75% de ellos mantiene comunicación constante con sus clientes y proveedores, ya que no todos tienen la disposición de dicha información por decisión de la empresa. Figura 21.

## Figura 21

### Información del mineral y proveedores

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿Conoce la disposición final del mineral que adquieren sus clientes?					¿Mantiene comunicación constante con sus clientes y proveedores?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando					X				X	
2	Ulises Soledad				X			X			
3	Jose Arturo					X					X
4	Luis Arturo				X						X
5	Walter Aguilar					X					X
6	Victor Manuel					X				X	
7	Alexander Valentin					X					X
8	Gabriel Gonzales				X					X	
9	Lorena Alexandra				X						X
10	Carlos Malpica		X					X			
11	Diego Pinzon				X					X	
12	Rafael Fuentes		X					X			
13	Miguel Estupiñan				X						X
14	Carlos Andres				X						X
15	Oscar Torres				X			X			
16	Jose Riaño				X			X			
Porcentaje		0,00%	12,50%	0,00%	56,25%	31,25%	0,00%	25,00%	6,25%	25,00%	43,75%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta)

En cuanto al incremento de la productividad, por parte de las empresas que utilizan maquinarias y equipos de últimas tecnologías en el sector, el 43,75% de las empresas consideran que ayuda a la eficiencia, disponibilidad, tiempos y calidad. En cuanto a la adquisición de nueva maquinaria y equipo mediante ayuda gubernamental y financiera, el 31,25% de las empresas, no saben cómo son los procesos de adquisición de éstas. Figura 22.

**Figura 22***Productividad en la maquinaria y equipos de última tecnología*

CANT.	NOMB. DE TRABAJADORES	¿Son claros los procesos para la adquisición de nueva maquinaria y equipo (Prestamos, ayudas del gobierno, Leasing financiero)?					¿Considera que las empresas que usan maquinaria y equipo de última tecnología han incrementado la productividad?				
		muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto	muy bajo	bajo	moderado	alto	muy alto
1	Diego Hernando		X								X
2	Ulises Soledad	X								X	
3	Jose Arturo				X			X			
4	Luis Arturo	X									X
5	Walter Aguilar	X									X
6	Victor Manuel	X								X	
7	Alexander Valentin				X						X
8	Gabriel Gonzales				X					X	
9	Lorena Alexandra					X					X
10	Carlos Malpica			X							X
11	Diego Pinzon		X							X	
12	Rafael Fuentes			X			X				
13	Miguel Estupiñan				X					X	
14	Carlos Andres				X						X
15	Oscar Torres				X			X			
16	Jose Riaño	X							X		
Porcentaje		31,25%	12,50%	12,50%	37,50%	6,25%	0,00%	12,50%	12,50%	31,25%	43,75%

**Fuente:** Instrumento de recolección de información (Encuesta)

### **Estudio de vigilancia tecnológica en las empresas extractoras de carbón en el municipio de Socha Boyacá.**

Este estudio de vigilancia tecnológica busca identificar tecnologías aplicadas a la extracción de carbón, empresas líderes el sector a nivel nacional e internacional, como también publicaciones científicas sobre nuevos procesos y equipos tecnológicos usados en esta industria (Palop & Vicente, 1999).

La utilidad de esta vigilancia tecnológica está centrada en identificar las tendencias científicas y tecnologías emergentes y sustitutas, determinando el grado de novedad en la extracción de carbón y las capacidades que tiene el sector carbón para innovar. Finalmente, abstraer los hallazgos más importantes y proponer recomendaciones para la toma de decisiones en el sector carbón teniendo como unidad de análisis las empresas del municipio de Socha.

A partir de esta información, las empresas tendrán claro cuál es la ruta para el desarrollo de competencias en el ámbito de la innovación, la productividad que les permita aumentar su competitividad teniendo como mapa de implementación el diseño metodológico de la siguiente Fase de investigación.

Según Fernández, Pérez y Del valle (2009), el proceso de para realizar estudios de vigilancia tecnológica es el siguiente:

**Figura 23**

*Proceso de Vigilancia Tecnológica.*



Fuente: Diagrama de flujo del proceso de vigilancia tecnológica (Fernández, Pérez y Del valle, 2009).

## Objetivos del estudio de vigilancia tecnológica en las empresas del municipio de Socha, Boyacá

A continuación, se describen los objetivos que se buscan alcanzar con la realización del estudio de vigilancia tecnológica:

Identificar nuevas tecnologías aplicadas a la extracción de carbón.

Determinar las empresas líderes en extracción de carbón en el mundo.

Hallar publicaciones científicas sobre nuevos avances tecnológicos e innovadores que permitan aumentar la competitividad en empresas dedicadas a la extracción de carbón mineral en el contexto colombiano.

Determinar metodologías de adopción de nuevas tecnologías aplicables al contexto de estudio.

### Selección Fuentes de Información

Para la consecución del estudio de vigilancia tecnológica se tendrán en cuenta las siguientes fuentes de información Tabla 6.

**Tabla 6**

*Herramientas para selección de fuentes de información.*

Bases de datos académicas	Bases de datos de Patentes	Índices de Competitividad del Sector	Páginas de Equipo Minero Industrial
Redalyc Researchgate Scielo	Espacenet Patentscope	Índice de Competitividad Global (ICG) Índice Doing Business Índice de libertad económica	Direct Industry My Sanvick Full Minería 911 Metallurgist Drager: Tecnología para la vida 3M: Ciencia aplicada a la vida

Fuente: Elaboración propia.

## Búsqueda o Selección Manual o automatizada

### Palabras claves asociadas al tema a vigilar

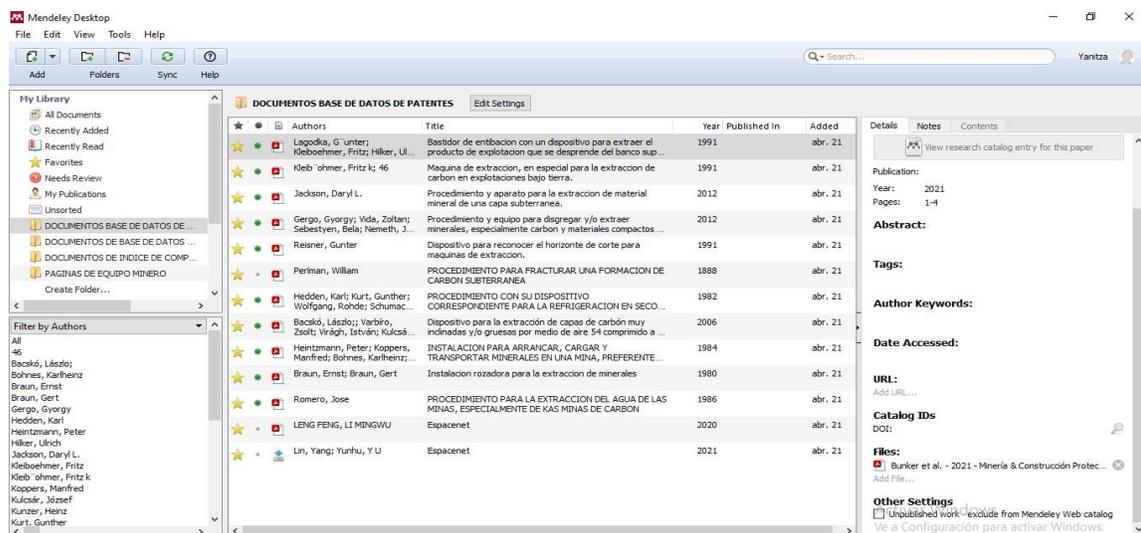
Las palabras clave identificadas para el estudio y que fueron utilizadas en la base de datos seleccionada incluyen *coal mining*, *coal extraction*, *thechnology in coal extraction*.

### Almacenamiento de Información o documentos

El almacenamiento de información se realizó a través del software Mendeley, dicha información se organizó en carpetas separadas según lo consultado en las bases de datos que se eligieron para la recolección de información y así, poder tener de manera organizada todos los archivos que se necesitan para el estudio de vigilancia tecnológica.

**Figura 24.**

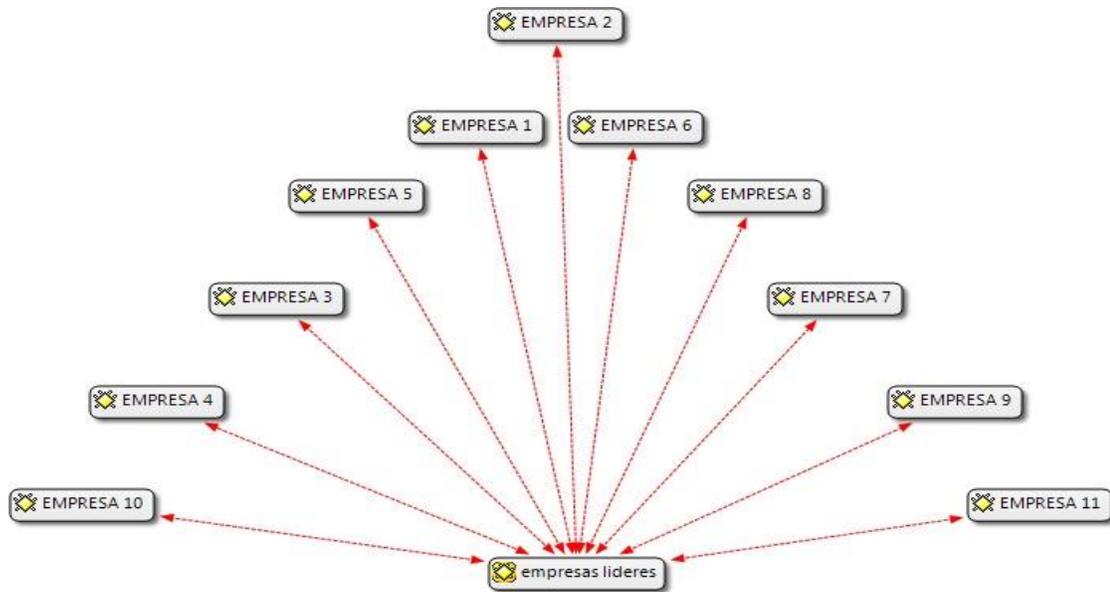
### Documentación de Mendeley



Fuente: Elaboración propia a partir de Mendeley.

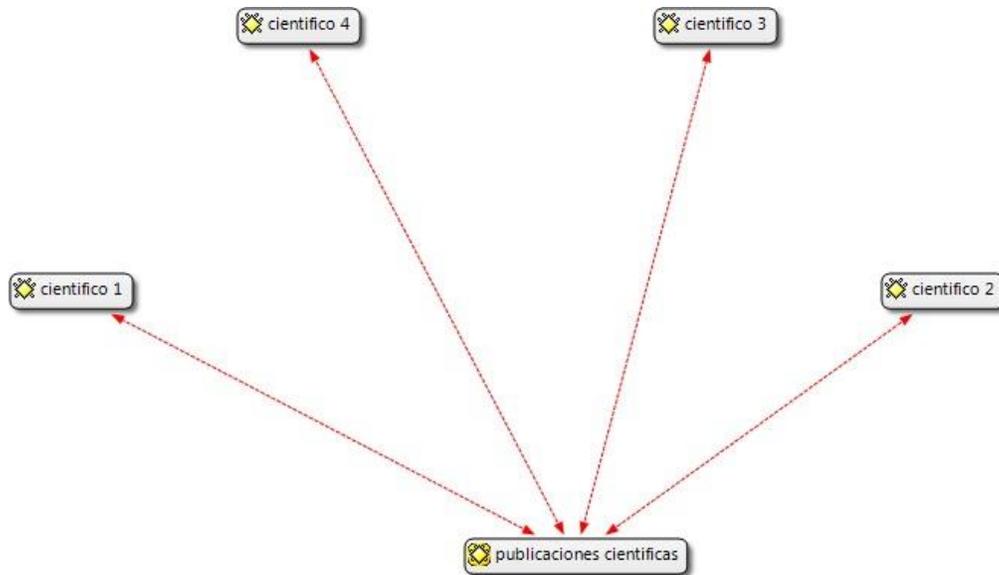
## Figura 25

### *Empresas Líderes*



Fuente: Elaboración Propia a partir de Atlas.ti

La minería es sin duda una de las actividades de extracción más importantes que existen actualmente, la importancia de la minería es lo suficientemente relevante como para considerar que, sin ésta, no tendría ni equipos de cómputo, mucho menos internet. La minería además de importante es una actividad económica redituable, en este contexto, a continuación se enlistan las empresas mineras más importantes que fueron consideradas líderes : Carbocoque SA, Carbones Andinos, Carbones Colombianos del Cerrejón, Carbones de la Jagua, Carbones del Cerrejón Limited, Cerrejón Zona Norte, Colombian Natural Resources, Comercializadora Colombiana de Carbones y Coque, Consorcio Minero Unido, Drummond Coal Mining, Drummond Ltd, Masering Holding, Masering Mining y Prodeco SA.

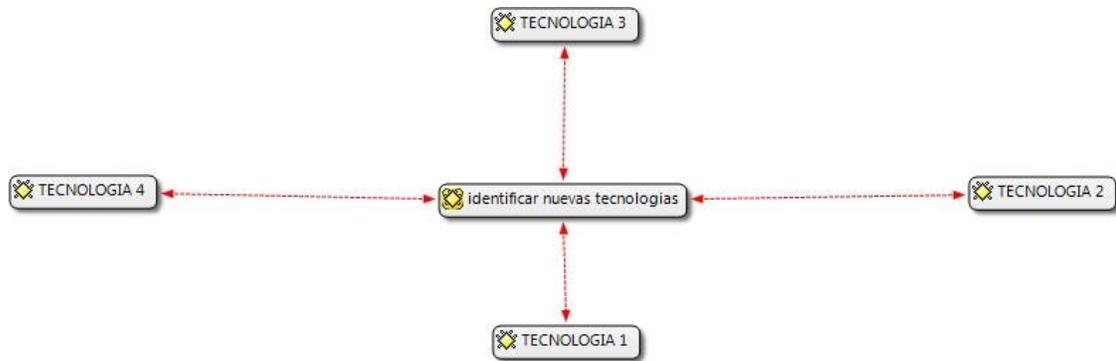
**Figura 26***Publicaciones Científicas*

Fuente: Elaboración Propia a partir de Atlas.ti

Las revistas científicas son el principal instrumento de transferencia de información científica que adelanta hipótesis y conclusiones para desarrollar posteriormente en libros. Utilizar una revista científica para: investigaciones académicas. averiguar qué se ha estudiado del tema. Sistema de Información Científica y Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto. la presencia de instituciones de investigación científica de alta calidad que pueden generar los conocimientos básicos necesarios para construir la nueva tecnología; una amplia colaboración en la investigación y el desarrollo tecnológico entre las universidades y la industria; y la protección de la propiedad intelectual.

## Figura 27

### *Nuevas Tecnologías*

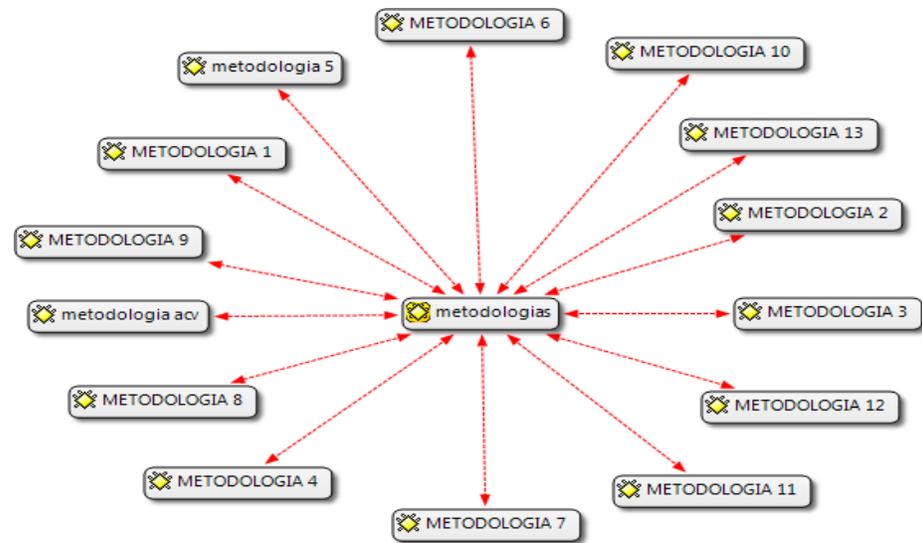


Fuente: Elaboración Propia a partir de Atlas.ti

Como una opción de la competitividad minera y como herramienta fundamental de la minimización y la mitigación de los impactos negativos ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, es la introducción de la producción limpia, El acopio de carbón en cualquiera de sus etapas genera impactos ambientales que afectan directamente a algunos de los elementos del medio ambiente, por lo tanto, se debe realizar un Plan de Manejo Ambiental para incorporar soluciones a la afectación y así trazar estrategias complementarias para el desarrollo del proyecto. El gas metano liberado de las minas de carbón subterráneas forma una mezcla altamente explosiva cuando se combina con el aire. Este gas de mina no solo representa una gran amenaza para los mineros, sino que también contribuye en gran medida al calentamiento global cuando se libera a la atmósfera

## Figura 28

### *Metodologías para innovar y adaptar en las minas*



Fuente: Elaboración Propia a partir de Atlas.ti

La capacidad de respuesta de los mineros ante posibles pedidos de grandes volúmenes de material. El martillo percutor, por su parte, reportó una mayor producción, pero solo 1,08 veces más que la realizada con dinamita, y no en la proporción de 3,6 veces más, como es el caso de su impacto de ciclo de vida respecto al barroteo con dinamita y adquiriendo su respectivo proceso de capacitación y la apropiación de ciertos conocimientos, capaces de modificar los comportamientos propios de las personas y de la organización a la que pertenecen. Por otro lado, una de las metodologías de caracterización de procesos brinda la posibilidad de entender en profundidad el qué se hace y cómo se hacen las cosas. Comparar el cómo se hacen las cosas con lo que está establecido por parte de la alta gerencia (dirección, gerencia). Brinda la oportunidad de detectar aspectos a mejorar y, por otra parte, ofrecer claridad sobre peligros y riesgos en las operaciones mineras, ayudando a promover la concientización en las comunidades, las entidades

estatales y también al interior de las compañías. La empresa tradicional está cambiando y con ella la metodología usada para resolver conflictos o llevar a cabo proyectos. El mercado se ha saturado con términos como Coaching, Design Thinking, Action Learning y muchos más, está cambiando la manera en la que se hacen los procesos internos de una empresa, los procesos de creación y productividad.

### **Análisis General**

Después del análisis individual que nos brindó el programa Atlas.ti, nos permite visualizar varias tecnologías y metodologías y en las que nos vamos a enfocar para lograr mejorar la competitividad adoptando nueva tecnología entre ellas están: Mejorar el control de calidad en el centro de acopio de la mina, Identificar los factores y variables que influyen en la calidad del carbón en el patio de acopio. La elección de extracción del carbón de una mina depende de factores como la topografía, la forma del filón, la geología de las rocas de las capas superiores y los requisitos o limitaciones ambientales; pero por encima de todos ellos, son decisivos los factores económicos, como disponibilidad, calidad y coste de la mano de obra necesaria otro término dado es el gas metano que se produce y/o emite en asociación con actividades de extracción de carbón ya sea del propio manto de carbón o de otras formaciones subterráneas asociadas a la secuencia carbonosa.

## **Selección de Nuevas Tecnologías de Aplicación en el Sector Minero y Metodología de Implementación**

Se eligieron cuatro tecnologías indispensables para las empresas del sector de Socha, ya que son requeridas por la falta de actualización en sus implementos o maquinaria y, se realizó un cuadro comparativo (ver Tabla 7), donde se muestra la mejoría en tiempos, costos, satisfacción al cliente en otros casos y potencia o productividad generada en otros estudios.

Se eligió como primera tecnología al Martillo Perforador 40 Libras TJ-20, por lo que cuenta con una mayor eficiencia en términos de tiempo, una máxima perforación y permitiendo al trabajador lograr su trabajo con mayor satisfacción de calidad, como segunda tecnología se optó por el Multidetector de 6 gases y extracción de ventilación, ya que es una tecnología fundamental que se debe tener obligatoriamente en toda mina, para prevenir cualquier riesgo o muerte en los trabajadores que se encargan de entrar al fondo de la mina, como tercera tecnología se escogió Cat® MineStar™ Detect, ya que aborda los riesgos para las personas y los activos. Utilizando un sistema de detección de proximidad de igual a igual de alta precisión junto con una revolucionaria red de comunicaciones y seguimiento, previniendo incidentes y rastrear personas y máquinas, donde quiera que estén bajo tierra, en tiempo real. Detect proporciona conocimiento de la situación a los operadores, alertándolos de los peligros antes de que se conviertan en una amenaza sin depender de la infraestructura de la mina y, por último, como cuarta tecnología se seleccionó Cat MineStar Fleet, que se encarga de brindar la mejor fuente de información sobre gestión de flotas. Un sistema de gestión y monitoreo de flota integrado se puede utilizar con cualquier máquina o sistema para medir, administrar y maximizar cada faceta de una operación, sin importar el tamaño o tipo.

Tabla 7

Cuadro comparativo de selección de tecnología minera.

SELECCIÓN DE TECNOLOGIA MINERA									
TIPO DE TECNOLOGIA	TECNOLOGIA CLASICA				TIPO DE TECNOLOGIA	TECNOLOGIA MODERNA			
	COSTO	TIEMPO	SATISFACCION AL CLIENTE EN OTROS CASOS	POTENCIA O PRODUCTIVIDAD GENERADA EN OTROS ESTUDIOS		COSTO	TIEMPO	SATISFACCION AL CLIENTE EN OTROS CASOS	POTENCIA O PRODUCTIVIDAD GENERADA EN OTROS ESTUDIOS
Martillo Demoledor SDS Max Bosch GSH 5 CE 1150W 8,3J	\$3.599.900	8 horas	12 posiciones diferentes de cincelado, constante electrónico y gatillo con traba.	Voltaje: 127 voltios. Fuerza de impacto de 8,3 J.	Martillo Perforador 40 Libras TJ-20.	\$9.199.900	Golpes por minuto: 2.400. Revoluciones por minuto: 200.	Peso: 18.5 kg. Consumo de aire: 87 CFM.	Presión de trabajo: 90 PSI. Máximo de perforación: 3.20 metros.
Detector de 4 gases	\$599.757	2 horas	Alarma de luz, panel LCD, sensor, carga USB, led visual, audio, indicadores de vibración.	4 detectores de gases (EX, O2, CO, H2S).	Multidetector de gas MX6 iBrid	\$18.626.000	Caudal de 0.5 Litros por minuto, Duración de 36 horas continuas sin bomba, Duración de 24 horas continuas con bomba.	Se alimenta con la batería del equipo, Rango Máximo de Succión 100 pies. Alarma si se bloquea.	6 detectores de gases (CH4, CO, CO2, O2, H2S, NO2)
Macro de contabilidad	\$908.526	1 mes	Ahorro de tiempo.	Excel almacena cada acción que será parte de la macro y posteriormente la grabadora de macros convierte estas acciones en comandos de VBA.	Cat® MineStar™ Detect.	\$42.000.000 y se ajusta a la personalización de la mina aplicar.	6 meses	Proporciona a los controladores del sitio una vista de todos los mineros y la ubicación de vehículos ligeros y pesados a través de un dispositivo Wi-Fi, Proporciona a los operadores un conocimiento continuo de su entorno con una precisión inferior al metro, junto con la ubicación y el estado de todo el personal y los activos.	Permite la operación remota de máquinas de carga, transporte y descarga, brindando ganancias inmediatas de productividad y eficiencia al tiempo que elimina a los operadores de entornos peligrosos y reduce el daño a las máquinas.
					Cat® MineStar Fleet	36.000.000 y se ajusta a la personalización de la mina aplicar.	3 meses	Proporciona visibilidad en tiempo real del tiempo de ciclo, la carga útil, las mezclas de materiales y otros parámetros operativos clave, Brinda la capacidad de reprogramar y reasignar equipos rápidamente a medida que cambian los requisitos operativos, Permite a las minas ver toda la operación de un vistazo.	registra y rastrea automáticamente los datos hacia arriba y hacia abajo en su cadena de valor, brindando información que lo ayuda a identificar lo que funciona y corregir lo que no funciona.

Fuente: Elaboración propia

### Juicio de Expertos

La selección de tecnologías se realizó mediante variables que presentaban las empresas mineras del sector de Socha; identificando problemáticas como: ineficiencia en la productiva de extracción del carbón, riesgo al trabajador por parte de gases, baja productividad e ineficiencia en tiempo y la poca visibilidad de las operaciones (carga, materiales, equipos y trabajadores). Las cuatro tecnologías seleccionadas son: Martillo Perforador 40 Libras TJ-20, Multidetector de gas MX6 iBrid y extracción de ventilación De Rodamiento Doble De Bolas De Alta Preci, Cat® MineStar™ Detect y Cat® MineStar Fleet.

Por lo tanto, se realizó un juicio de expertos, donde ellos evaluaron la información respecto a las tecnologías y tomaron un criterio propio sobre que tecnología aplicar en su empresa, mediante un formato de preguntas que consta de cuatro preguntas (anexo 7). Los expertos que realizaron la evaluación fueron los siguiente:

#### **Tabla 8**

##### *Información de juicio de expertos*

<b>Jueces expertos</b>	<b>Cargo</b>	<b>Nombres</b>
Experto 1	Supervisor de labores mineras	Carlos Andrés Hernández
Experto 2	Supervisor de labores mineras	Diego pinzón Arismendi
Experto 3	Director de operaciones mineras	Miguel Fernando Estupiñan

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo este desarrollo de juicio de expertos, nos comunicamos con cada uno de ellos y, les mencionamos cada una de las tecnologías, sus funciones y costos, se les pregunto qué tecnología implementaría en su empresa y por qué.

El experto

El experto 1 y 2, llegaron a la conclusión que implantaría la tecnología de Multidetector de gas MX6 iBrid, porque mejora el entorno hacia la seguridad de los trabajadores, ofrece mayor

precisión en datos, eficiencia en tiempo de medición, facilidad de implementación del producto y proporciona VPL (valor límite permisible) de los gases contaminantes en las minas y el experto 3 eligió implementar la tecnología Cat® MineStar™ Detect y Cat®MineStar Fleet, porque son desconocida para empresa y son aplicables para la minería subterránea, ya que mejoraría enormemente no solo en la producción, sino también, en el servicio.

## **Propuesta Metodológica de implementación de nuevas tecnologías para el sector minero de Socha Boyacá**

### **Fase 1: Preparación**

En esta fase, El presente plan nace tras el creciente interés de las empresas por innovar. La trascendencia que ha tomado la innovación en los últimos años, dados los beneficios y avances que ha generado en diferentes sectores de la industria, ha motivado a muchas empresas a querer generar competencias y conocimiento de innovación en todo su capital humano. Sin embargo, debido a los costos de capacitar y el escenario actual de desaceleración en la economía, estas aplazan sus planes de capacitación o únicamente capacitan a algunas personas que consideran claves para cada proceso.; para la evidencia de su ejecución se diseñaron dos formatos de Capacitación, Tabla 10, Tabla 11.



**Tabla 10***Formato de Capacitación Concientización*

Capacitación		Formato 02 versión 01	
Fecha de inicio		Hora de inicio	
Fecha de fin		Hora de fin	
Personal a cargo		Contenido	Concientización sobre los riesgos atmosféricos que se pueden presentar en el interior de las minas.
Asistentes		Áreas	
<b>Objetivos</b>			
Capacitar a los asistentes y concientizar sobre los beneficios de innovar en una empresa dedicada a la extracción de carbón			
_____ Gerente		_____ RR.HH.	

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Fase 2: Implementar**

En esta fase, inicialmente, se debe a la innovación y adaptación de tecnología; para esto se debe llevar a cabo una capacitación, la cual va ligada al manejo adecuado del multidetector de gas MX6 iBrid y va enlazada al personal que opere de forma apropiada el monitor de gases y siga las recomendaciones de uso seguro Tabla 12.

**Tabla 11**

*Formato de Capacitación Beneficios al operar de forma apropiada el monitor de gases*

Capacitación		Formato 03 versión 01	
Fecha de inicio		Hora de inicio	
Fecha de fin		Hora de fin	
Personal a cargo		Contenido	El personal opere de forma apropiada el monitor de gases y siga las recomendaciones de uso seguro
Asistentes		Áreas	
Objetivos			
Capacitar a los asistentes sobre conocimientos de la buena operación del monitor			
_____ gerente		_____ rrhh	

**Fuente:** Elaboración Propia

## Figura 29

Descripción de la herramienta: Multidetector de gas MX6 iBrid



Fuente: clavijo,2015

## Figura 30

Ubicación de sensores



Fuente: clavijo,2015

**O2** Sensor Electroquímico

**NO2** Sensor Electroquímico

**H2S** Sensor Electroquímico

**CO** Sensor Electroquímico

**CO2** Sensor por absorción infrarroja

## CH4 Sensor por difusión Catalítica

### Figura 31

*Bomba de muestreo.*



Fuente: clavijo,2015

Bomba de aspiración.

Se alimenta con la batería del equipo.

Caudal de 0.5 Litros por minuto.

Rango Máximo de Succión 100 pies.

Alarma si se bloquea.

Recomendación: No utilice la bomba si no tiene un filtro. Si el filtro está sucio puede dar valores erróneos

### **importancia de la ventilación.**

Un sistema de ventilación mal instalado o no apto para las condiciones de las minas tendrá graves consecuencias para la salud de los trabajadores, además, tendrá importantes costos económicos; Sin mencionar que esto puede causar un problema de seguridad laboral. Todas estas razones son suficientes para prestar la máxima atención a las decisiones relativas al

funcionamiento de la ventilación. Es necesario establecer una circulación de aire dentro de una mina subterránea por las siguientes razones:

- Debe garantizarse el contenido mínimo de oxígeno en la atmósfera de la mina para permitir la respiración de quienes trabajan allí.
- Es necesario diluir los gases, que pueden ser tóxicos, asfixiantes y / o explosivos, por debajo de los valores límite legales aceptables especificados en el agua.
- La necesidad de ventilar la mina para calentar, cuanto más profunda es, más alta es la temperatura, además, los equipos y máquinas en su interior contribuyen a un aumento de la temperatura del aire.
- Las interfaces de trabajo deberán tener confort térmico, lo que permitirá a los trabajadores trabajar en condiciones óptimas de seguridad y rendimiento.

**Gases a detectar.**

- Oxígeno
- Metano
- CO (Monóxido de Carbón)
- CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbón)
- H<sub>2</sub>S (Sulfuro de Hidrogeno)
- NO<sub>2</sub> (Dióxido de Nitrógeno)

(guía de seguridad, 2018)

**Tabla 12***Puntos de alarma*

Gas	Formula Química	Alarma Baja	Alarma Alta	TWA	STEAL
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0.5 % Vol.	1 % Vol.	0,5 % Vol.	3 % Vol.
Monóxido de carbono	CO	25 PPM	50 PPM	25 PPM	400 PPM
Sulfuro de hidrogeno	H <sub>2</sub> S	1 PPM	5 PPM	1 PPM	5 PPM
Oxigeno	O <sub>2</sub>	19,5 % Vol.	23,5 % Vol.	---	----
Metano	CH <sub>4</sub>	0,5 % Vol.	1 % Vol.	----	----
Dióxido de nitrógeno	NO <sub>2</sub>	3 PPM	6 PPM	1 PPM.	5 PPM.

Fuente: clavijo,2015

**Regulación Colombiana.**

Decreto 1335 DE 1987. Regula las actividades de la explotación minera desde lo jurídico hasta lo técnico.

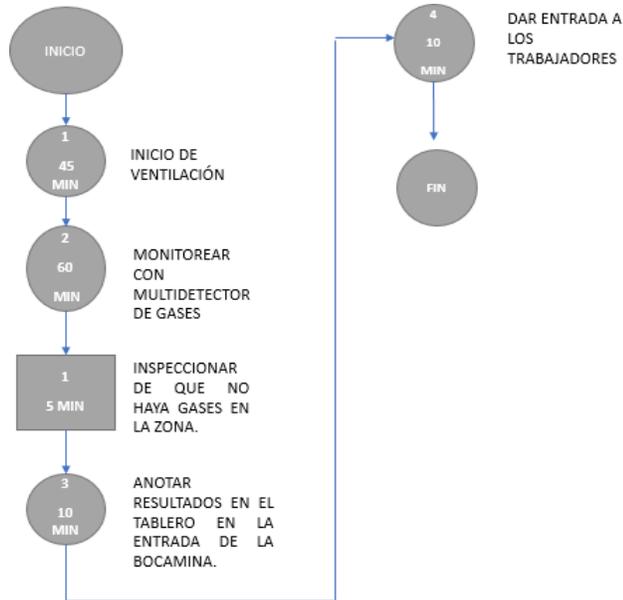
Contempla:

- Ventilación
- Valores Límites Permisibles para los gases (VLP). En la actualidad se reglamentaron los valores dados por la ACGIH, según resolución 2400 de 1979, artículo 154.

- Temperatura
- Caudal aire respirable

**Figura 32**

*Mapa de proceso de medición de gases*



Fuente: Elaboración propia

### Fase 3: Seguimiento

Entre las herramientas utilizadas por la metodología se encuentra el Stand Up Meeting, uno de los procesos ágiles más importantes e influyentes. En esta reunión, cada participante debe responder a tres preguntas básicas: ¿Qué se hizo? ¿Qué voy a hacer hoy? ¿Qué impedimentos puedo tener para realizar la tarea? Al ser una reunión de sincronización de equipo semanal pero también y muy importante, tiene como objetivo eliminar todo obstáculo en el tiempo, dejándolo a la vista para ser resuelto con prioridad después de la reunión.

¿Cómo funciona el Stand Up Meeting?

El Stand Up Meeting es un proceso simple con reglas básicas que no deben ser violadas, una regla muy estricta es su duración; Independientemente del número de miembros involucrados en el proyecto, esta reunión solo debe durar 15 minutos, ni más ni menos. Con ello

se pretende invertir tiempo de forma eficaz, las reuniones que duran un sinnúmero de horas suelen ser motivo de estrés y molestias entre los trabajadores o desarrolladores de software. (peiretti,2021).

**Prácticamente durante el Stand Up Meeting los integrantes del grupo de trabajo, de pie, responden tres preguntas fundamentales:**

¿Qué han hecho desde ayer?

¿Qué voy a hacer hoy?

¿Tuvo algún problema que le impidió alcanzar su objetivo?

La reunión está presidida por un ScrumMaster que tiene la tarea de recordar y analizar las respuestas del equipo. Además, una Stand Up Meeting debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. La reunión comienza puntualmente a la hora programada.
  2. Las personas que participan en el proyecto pueden hablar, otras pueden ser observadoras
  3. pero generalmente no participan.
  4. Siempre dura 15 minutos; no importa cuántas personas componen el grupo de trabajo.
- Los grupos de trabajo ágiles deben ser pequeños.
5. La reunión se lleva a cabo semanalmente siempre en el mismo lugar, a la misma hora de manera oportuna.

### **Estructura del diagrama Causa-Efecto**

Es una herramienta esencial que ayudará a los líderes de los equipos a organizar y coordinar reuniones para identificar problemas y solucionarlos. Por lo que es una reunión de sincronización mensual del equipo, pero además y muy importante, pretende eliminar cualquier

obstáculo con tiempo, dejándolo a la vista para ser resuelto con prioridad luego de la reunión. (Betancourt, 2016).

Se realiza un diagrama de Ishikawa con el fin de identificar problemas específicos, recolectando información sobre el problema y determinando exactamente las causas; así mismo, dándole una solución más eficiente mediante un estudio de vigilancia tecnológica. A continuación, se explicará de cómo realizar este diagrama:

Definir y escribir el problema, situación o evento que se desea analizar. Se escribe y luego se dibuja una caja alrededor de él, esta es la cabeza del pescado. Recuerda redactar el problema en términos del efecto que se presenta en la situación de análisis. Hecho esto, traza una recta (la espina central) por el lado izquierdo de la caja de texto.

Haz una lluvia de ideas de causas probables de lo escrito en la cabeza del diagrama. Cada una de las causas detectadas será una espina mayor derivada de la espina central (la recta que trazaste en el paso 1). Considera usar las causas genéricas (6m, 4s, 8p, etc.) o uno de los métodos de elaboración de diagrama de Ishikawa antes descritos, según la naturaleza del problema. (Betancourt, 2016).

Analiza el problema desde cada una de las espinas mayores. Por ejemplo, si elegiste las 8p's del mercadeo para hacer tu espina de pescado y estas analizando la p de precio, pregúntate, en cuánto a los precios, ¿por qué se presenta «menciona el problema»? Traza una línea desde espina mayor y coloca la respuesta. Este es el segundo nivel de causas.

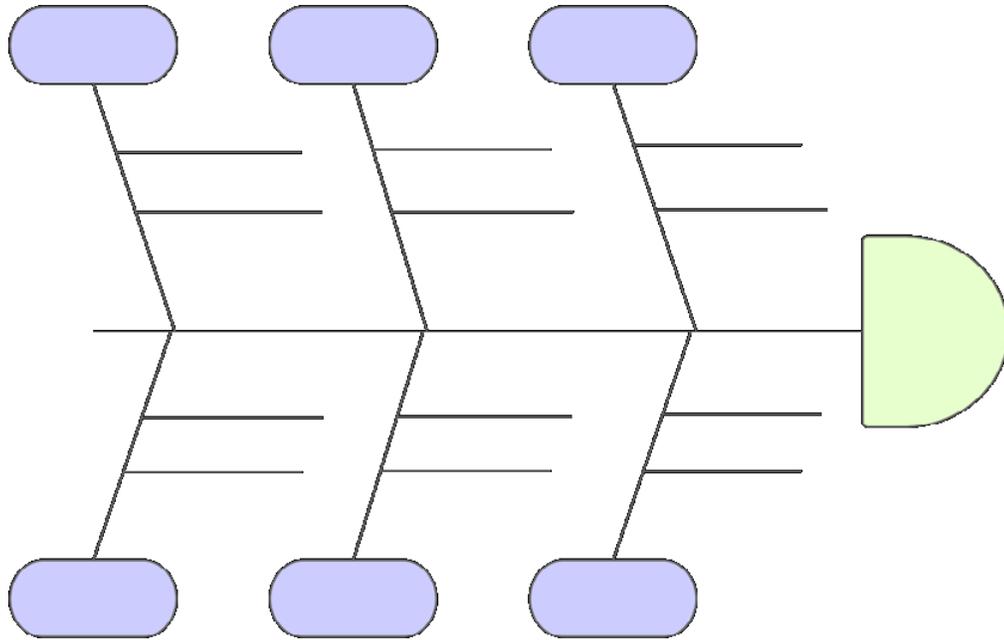
Analiza el problema desde el segundo nivel de causas: Ahora vas a tomar la respuesta del interrogante anterior y vas a hacer el mismo procedimiento con respecto al problema central. Traza una línea desde el segundo nivel de causas y coloca la respuesta. Este es el tercer nivel de causas con respecto a la p de precio.

Continúa profundizando en las causas según sea necesario: Profundiza en las causas tanto como te lo permita el problema.

Completa las otras causas probables: Lo que explicamos en el paso 2,3 y fue hecho sólo para una causa mayor, si lees el paso 2 verás que hablamos de la p de precio. Realiza el mismo procedimiento según tantas causas mayores hayas identificado. Siguiendo el ejemplo del paso 2, lo haríamos para las otras 7 p's.

Si el grupo se queda sin ideas, centra la atención en aquellas espinas donde las ideas son pocas.

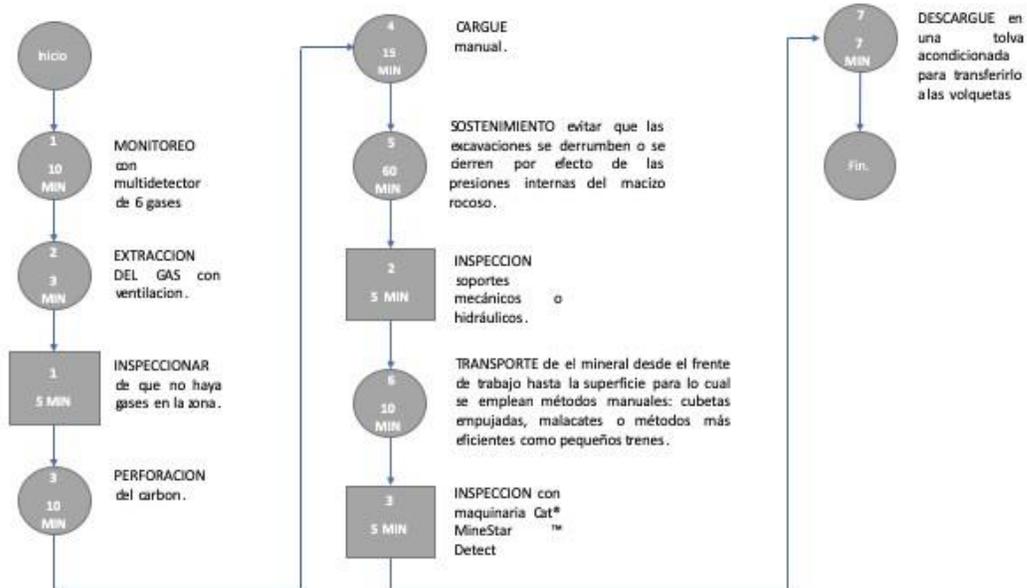
Finalizado el diagrama, analiza las causas obtenidas y determina en cuáles se va a actuar: De seguro tienes un gran abanico de causas. Por votación o consenso definimos cuáles son las causas principales y cuáles vamos a intervenir. Aquí consideramos factores como el número de veces que se presenta la causa, el impacto sobre el problema central, el costo, tiempo y esfuerzo que se requeriría para su solución. Considera hacer este análisis frente a un público más amplio, por ejemplo, gerencia, inversionistas, patrocinadores, etc. (Betancourt, 2016).

**Figura 33***Diagrama de Ishikawa*

Fuente: Elaboración propia

**Figura 34**

Diagrama de proceso de la extracción del carbón.



Fuente: Elaboración propia

Elemento	Cantidad	Tiempo en minutos
Operaciones	7	115
Inspecciones	3	15
Total	10	130

### Diseño del Canal de la Satisfacción al Cliente

El Sistema de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) es una herramienta que permite conocer las distintas inquietudes y manifestaciones de los grupos de interés con el objetivo de fortalecer el servicio ofrecido y continuar en el camino hacia la excelencia.

## Figura 35

### *Canal de satisfacción*

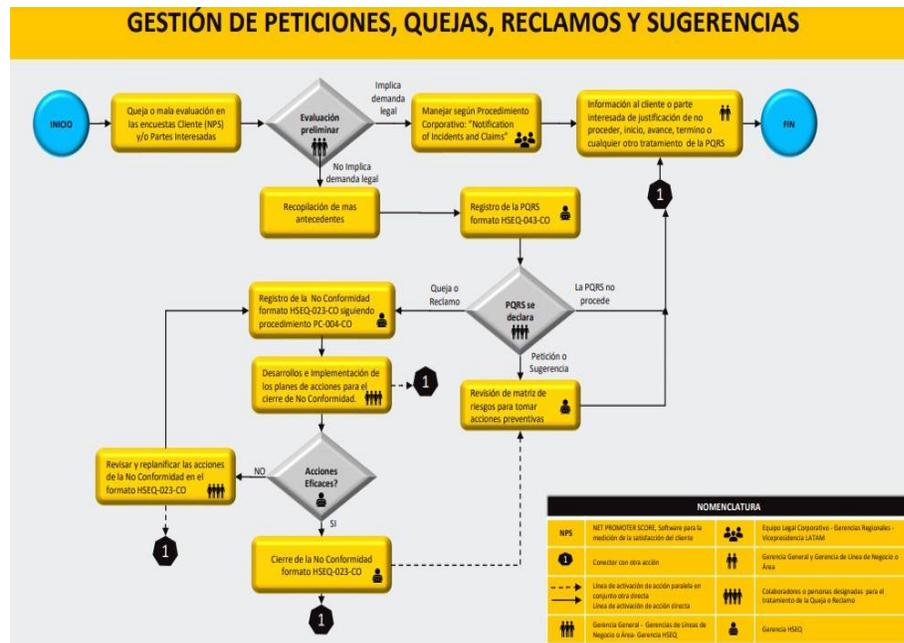


Fuente: elaboración propia

Esta herramienta posibilita la mejora y la asesoría entre el proveedor y el cliente, dando así la capacidad de registro de las diferentes solicitudes, respuestas e interacciones entre los clientes, para así atender todos los requerimientos. La implementación de cualquier sistema de atención de peticiones, quejas, reclamos y sugerencias se lleva a cabo con el objetivo de suplir las necesidades de las organizaciones, tanto públicas como privadas, en relación al sistema de peticiones, quejas, reclamos y solicitudes establecido.

**Figura 36**

*Gestión de peticiones*



Fuente: Oropeza,2019

Contar con un mayor control acerca de las peticiones, quejas, reclamos y solicitudes en la organización será mediante un correo electrónico específico de la empresa será el canal de comunicación que permite el seguimiento de cada una de estas además de los informes e indicadores que genera el sistema. Al mismo tiempo ofrece al usuario una importante herramienta de comunicación con la organización, facilitando así muchos procesos y esperas físicas que puede llevar a cabo desde la comodidad de su casa o en cualquier lugar con un acceso a internet por medio de un correo electrónico.

### **Estrategias del modelo de mejoramiento**

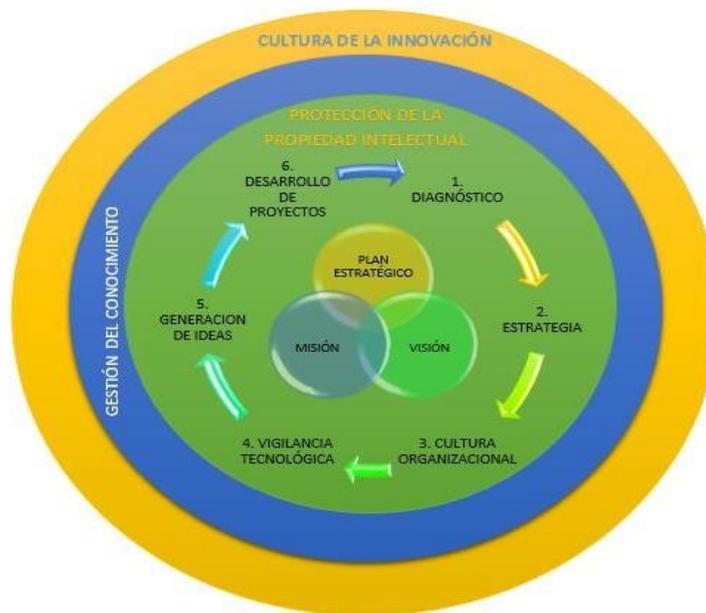
A continuación, se presentarán y se explicarán las estrategias del modelo de mejoramiento del nivel de competitividad del sector de Socha, Boyacá, en el cual se mostrarán

los factores claves que integran el modelo, las estrategias por cada uno de ellos y los indicadores para validar y hacer seguimiento de estas estrategias.

De la caracterización de la organización y el estudio de los elementos de gestión de la innovación, junto con los análisis de modelos propuestos y probados, se construye el presente modelo de gestión de la innovación para sector de Socha, Boyacá, con el propósito de mejorar su competitividad en el sector minero de carbón. El modelo que se propone toma como eje central del proceso de innovación al plan estratégico de la organización, el cual debe estar articulado con la misión y la visión de ésta. De igual forma consta de 6 ejes fundamentales en los cuales se deberá trabajar de manera permanente, buscando el mejoramiento continuo de la empresa. El modelo que se plantea es el siguiente (ver figura 37):

**Figura 37**

*Propuesta del Modelo de Gestión de Innovación en el sector de Socha, Boyacá.*



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se explican cada uno de los ejes que integran este modelo de innovación:

### **Eje de diagnóstico**

Antes de generar procesos de innovación, la empresa deberá realizar un diagnóstico que les permita identificar aquellos puntos fuertes que los hacen competitivos, cuáles son las oportunidades de mejora y medir la eficiencia de los procesos que se están llevando a cabo.

### **Eje estratégico**

La empresa deberá establecer a la Innovación como uno de sus pilares estratégicos principales, que le permitirá obtener ventaja competitiva y crecimiento sostenido en el largo plazo. Para ello la alta dirección definirá los sistemas de gestión adecuados para alcanzar dichos objetivos y designará los recursos humanos y físicos que den soporte a dichos sistemas. Es necesario que la alta dirección comunique adecuadamente la relevancia que tendrá en adelante la innovación y sensibilice a sus colaboradores para alinearlos con la estrategia de la organización.

La alta dirección deberá programar reuniones de formulación estratégica con frecuencia mínima de una vez por año, en las que se analicen, por ejemplo, las tendencias del sector, el entorno político, cambios en la legislación, el comportamiento de los competidores, las relaciones con los proveedores y clientes, entre otras. En estas reuniones se mira el presente de la organización y se planea el futuro, definiendo los ajustes que sean necesarios que permitan ir cerrando progresivamente las brechas respecto a las compañías más exitosas del sector.

### **Eje de la cultura organizacional**

La empresa deberá cultivar y mantener una cultura organizacional orientada hacia la innovación, que permita desdoblar las estrategias y llevar a la organización en la dirección deseada. Para fomentar y mantener una cultura innovadora, es indispensable realizar varias acciones de manera sistemática:

Generar espacios de capacitación para los integrantes de la empresa, buscando que los mismos desarrollen habilidades y competencias que permitan ir enriqueciendo una cultura organizacional en la cual pueda florecer la innovación.

Realizar marketing interno permanente, publicando por ejemplo notas de prensa, difundidos por correo electrónico, boletines impresos o cualquier otro medio de uso interno. Es importante que todo el personal de la empresa se entere permanentemente de los esfuerzos que hace la organización para apoyar las iniciativas innovadoras, del avance de los proyectos de innovación en curso y que el aporte de cada integrante es valorado.

Realizar desafíos y ferias internas en donde los integrantes de la empresa puedan participar activamente, aportando ideas de innovación y en las que se propicie el intercambio de ideas entre profesionales de distintas especialidades. Debe siempre recordarse que todas las ideas son buenas y merecen ser escuchadas.

Otorgar incentivos, los cuales no necesariamente serán de tipo económico, para los integrantes de la empresa que tengan una participación más activa en todas las actividades programadas por la compañía en torno a la innovación.

### **Eje de la vigilancia tecnológica**

La Vigilancia Tecnológica se nutre de distintas fuentes, entre ellas la participación en congresos profesionales y ferias gremiales, artículos de revistas o publicaciones periódicas, las búsquedas en internet, entre otras fuentes. En ocasiones las ideas de innovación surgen como oportunidades identificadas del estudio de las necesidades de los clientes, de la observación del entorno, del análisis de las tendencias del sector, de la observación del comportamiento de los competidores, entre otras, y se debe, por tanto, buscar los mecanismos para ir almacenando todas las ideas de innovación identificadas por cualquier empleado de la empresa.

En la Vigilancia Tecnológica es necesario hacer un seguimiento al sistema de innovación tanto local como internacional, de tal manera que se puedan ir identificando oportunidades, como por ejemplo convocatorias para financiamiento de proyectos de innovación, participación en actividades académicas y empresariales, conformación de grupos de apoyo, entre otros.

### **Eje de generación de ideas**

La fase de generación de ideas es pilar fundamental para procesos de innovación.

La empresa deberá disponer de un Banco de Ideas que se actualice continuamente, de manera ordenada y que esté disponible para consulta, de tal forma que sirva como base para el desarrollo de futuros proyectos de innovación. Es de aclarar que todas las ideas son valiosas, tanto aquellas que están alineadas con la estrategia, como aquellas que no lo están, recordando que la formulación estratégica también es dinámica y una idea que en principio puede no alinearse con la estrategia actual, más adelante podría estar alineada con focos estratégicos futuros.

En esta fase se debe tener en cuenta que, los incentivos son sumamente importantes dado que es posible que los empleados tengan sentido de pertenencia, pero, si sienten que están aportando ideas realmente beneficiosas para el negocio y esas ideas no están siendo debidamente incentivadas, los empleados pueden sentir que no vale la pena seguir aportando ideas que no los beneficien de manera directa.

### **Eje de desarrollo de proyectos**

Si la empresa decide implementar proyectos que conlleven al desarrollo de innovaciones de producto, un primer paso para empezar a desarrollar dichos proyectos de innovación es realizar alianzas con otras empresas dedicadas a la extracción de carbón, asentadas en otros departamentos o con instituciones de educación superior que estén interesadas en utilizar las

instalaciones de la empresa y el capital relacional e intelectual que esta posea para desarrollar proyectos en cooperación con el estado y de esta manera establecer una relación universidad-empresa-estado para el desarrollo de proyectos.

Cabe resaltar que esta fase no solo requiere de planes de implementación realistas y claros, sino que es vital concientizar a los directivos y demás empleados que el trabajo en equipo es fundamental para desarrollar proyectos de innovación, que los procesos de invención pueden desarrollarse en solitario, pero los procesos de innovación requieren de cooperación y trabajo en equipo.

#### Protección de la propiedad intelectual

La protección de la propiedad intelectual aparece como un subsistema que acompaña el desarrollo de las seis etapas del plan estratégico para gestionar la innovación en la empresa, recordando que esta fase va a depender de las actividades de innovación que tenga incorporada y visionada la empresa. Y en caso tal de que la empresa desarrolle innovaciones, con alto valor de comercialización, deberá iniciar procesos de protección de la propiedad intelectual, para evitar la copia por parte de sus competidores.

## Conclusiones

Se identificaron las minas en el Municipio de Socha; demostrando que las 16 empresas, implementaban su proceso productivo para la extracción del carbón de manera rustica, ajustándose para poder realizar la implementación de nuevas tecnologías para el aumento de competitividad, a estas empresas, se les realizo un trabajo de campo mediante el desarrollo de encuestas, logrando identificar la baja infraestructura en sus maquinarias y equipos, la baja aceptación al cambio en sus procesos y su baja productividad a nivel competitivo, logrando aplicar la metodología de adopción de nuevas tecnologías.

Se realizo un estudio de vigilancia tecnológica, en el que se hizo elección de 51 archivos, en el cual se dividieron por cuatro parámetros: patentes, revistas de investigación, bases académicas y páginas web; que se realizó y organizo mediante el software Mendeley, contando con cuatro factores de selección, que fueron: las nuevas tecnologías, autores más representativos, empresas y las metodologías; luego se realizó un análisis cualitativo, mediante graficas con el software de Atlas.ti, dándonos como resultados eficientes las metodologías y tecnologías aplicar.

Por lo tanto, se seleccionaron cuatro tecnologías innovadoras para las empresas del municipio de Socha para la extracción del carbón, efectuándose a sus necesidades y, propuestas de implementación de estrategias para la adopción de nuevas tecnologías mediante la realización de tres fases (preparación, implementación y seguimiento), y realizando un modelo de mejoramiento mediante un diagnóstico, estrategias, cultura organizacional, vigilancia tecnológica, generación de ideas y cumplimiento del desarrollo del proyecto, validándose mediante el juicio de expertos y logrando su aceptación por parte de estos, en sus beneficios al implementar o adoptar este tipo de tecnologías en la empresa.

Finalmente se evidencia que este tipo de tecnologías se puede aplicar a cualquier tipo de empresa que quieran mejorar en tiempo, calidad, eficiencia, satisfacción al cliente, productividad, producción y una mejor experiencia en factor de innovación.

## **Recomendaciones**

En un inicio, se realizó un estudio de vigilancia tecnológica con el fin de dar solución a la baja competitividad de las empresas de Socha-Boyacá, teniendo en cuenta la alta demanda del carbón no solo en el sector, sino también, a nivel nacional; siendo esta la razón de facilitar y proponer herramientas para el sector carbonífero, al realizar la implementación de investigación y adopción de nuevas tecnologías que ayude al mejoramiento continuo, ya sean más avanzadas o del mismo nivel pero con otros instrumentos. O también, aplicando este tipo de metodología en estudios de investigación adaptándola a otros temas.

La adopción de nuevas tecnologías no solo genera beneficios en la eficiencia de la empresa a nivel general, sino también, crecimiento a nivel empresarial mediante la competitividad y a nivel personal mediante el crecimiento informativo. Pero se evidencia que muy pocas empresas implementan este tipo de herramientas, ya que tienen un estilo rústico en sus procesos. Invitando a los encargados de esta área a informarse y arriesgarse a estos procesos innovadores tan importantes, ya que mejorariamos nuestros procesos fácilmente a corto plazo y llegaríamos a un nivel de excelencia muy alto.

Para tener un mayor resultado, se debe tener participación de las empresas, aportando de manera eficaz, concreta y rápida la información, tener acceso a procesos productivos para tener claridad al identificar cuellos de botella y realizar encuestas mucho más amplias y precisas.

## Bibliografía

- Acevedo, L., & Carrillo, S. (2016). *La responsabilidad del estado colombiano ante el daño ambiental generado por la explotación legal de carbón*. San José de Cúcuta.
- Agencia Nacional de Minería. (2006). *Carbón*. Bogotá.
- ANMColombia. (2016). *Agencia Nacional de Minería*.  
<https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/carbon.pdf>
- Arango, J. H. (2017). Revertir estigmas: el reto de la minería artesanal. *Semana*, 1.
- Bernal, M. S. (2016). *Determinación de la productividad y competitividad de la pequeña minería del distrito minero del norte de Boyacá*.
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2015). *Sector minero en Santander*. Bucaramanga.
- Cann, O. (2016). *¿Qué es la competitividad?*
- CECP. (2018). *Índice de competitividad global*. Bogotá.
- CRUDOTRANSPORTE. (2020). *El sector carbonífero en Boyacá: Impactos de la política de descarbonización de sus socios comerciales*. Boyacá.
- Deloitte. (2018). *Nuevas tendencias de la minería*.
- EITI. (2016). *Eiti Colombia*. <http://www.eiticolombia.gov.co/es/informes-eiti/informe-2016/marco-institucional/sector-mineria/>
- El País. (2016, diciembre 12). El consumo de carbón entra en una inédita fase de estancamiento en el mundo. *El País*, p. 2.
- FEDESARROLLO. (2008). *La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal*. Bogotá.
- Galán, J. S. (2016). *Teoría de la ventaja comparativa*. Economipedia.
- GEMMA. (2016). *Establecer estrategias de mejoramiento del programa de formalización minera para lograr altos niveles de eficiencia técnico-económica*. Medellín.

- GERENS. (2018). *Gerens Escuela De Postgrados*. Nueva tecnología en la creación de valor en la industria minera: <https://gerens.pe/blog/creacion-valor-industria-minera/>
- Gómez, H. (2018). *Desarrollar destrezas para la competitividad de Colombia*. Bogotá: MinEducación.
- Guiza, L. (2013). La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. *Scielo*, 110-111.
- Hill, C. (2007). *International Business Competing in the Global Marketplace* 6th ed.
- Ibargüen, Y. d. (2013). *Competitividad del sector minero colombiano: Análisis sistémico del ciclo de los proyectos mineros hasta la etapa de exploración, su valoración económica y la consecución de capital de riesgo en Colombia*. Medellín.
- Ives, G. (2018). *Monitoreo de las tendencias 2018*. Canadá: Deloitte Touche Tohmatsu Limited.
- Klarsson. (2019). *Estrategia y teoría de internacionalización: El paradigma ecléctico de Dunning*. España.
- Ministerio de minas y energía. (2011). *Pequeña y mediana minería de carbón del interior del país*. Fedesarrollo.
- MINMINAS. (2016). *Política Minera de Colombia*. Bogotá: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Recuperado el 2021, de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/698204/Pol%C3%ADtica+Minera+de+Colombia+final.pdf>
- Palop, F., & Vicente, J. M. (1999). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*.
- Panorama Minero. (2016). Minería inteligente, la revolución de las tecnologías para la reducción de costos. *Revista Panorama Minero*.

- Peñaranda, E., & Pinzón, N. (2015). *Propuesta metodológica para la optimización de la producción de la pequeña empresa minera Carbones Andina S.A.S.* Bogotá.
- Ricuarte, M., & Martínez, A. (1991). *Código de minas 1a edición.* Bogotá: Universidad de los Andes.
- Riquelme, M. (2017). *Teoría de la ventaja competitiva.*
- Teck Resources. (2015). *Ideas en acción.*
- Universidad ICESI. (2018). *Competitividad en las empresas.* Cali.
- UPME. (2010). *Indicadores de la minería en Colombia.* Bogotá.
- UPME. (noviembre de 2010). *Zonas carboníferas de Colombia.* Recuperado el 28 de marzo de 2020, de UPME: [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/areas/zonas/indice.htm](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/areas/zonas/indice.htm)
- UPME. (2012). *Cadena del carbón.* Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- UPME. (2017). *La cadena del carbón.* Colombia.
- UPME. (2017). *Marco legal minero.*
- Uriarte, J. M. (14 de agosto de 2019). *Productividad.* Recuperado el 22 de abril de 2020, de Caracteristicas.co: <https://www.caracteristicas.co/productividad/>.
- Valdivieso, J. Y., Benavides, L. M., & Silva, J. D. (2016). *Simposio internacional de investigación en ciencias económicas, administrativas y contables – sociedad y desarrollo.* Bogotá: Universidad Libre de Colombia.
- Javier Alfonso Clavijo G. (18 de septiembre de 2015). *Descripción de la herramienta: multidetector de gas MX6 iBrid*
- World Economic Forum. (2020). *Índice de Competitividad Global -ICG (Global Competitiveness Index).* Sistema Nacional de Competitividad e Innovación.

# Anexos

## Anexo 1. Base de datos de la cámara de comercio de Socha

		BASE DE DATOS																			
MATRICIA	ORGANIZACION	RACION SOCIAL	NIT	FECHA	UBICACION	ABRIDA	MIN-COMERCIAL	TEL-COM	TEL-COM	TEL-COM	EMBARQUE	CELS	CELS	CELS	PERSONAS	TAM-EMPRESA	REP-REG	SUM-REG	REGAL		
9264		RANZES GABRIEL CARLOS EDUARDO	910610501	2010	CL 1 9 00		15757 - SOCHA	312726214													
92529		ASA BEARING ENERGY DEVELOPMENT S.A.S	9012379421	2010	CL 1 10 27		15757 - SOCHA	310826880													
92561		GARCIA ABRAHAM ORLANDO	799909441	2010	CL 1 6 46		15757 - SOCHA	311278114													
91989		ARIZA MEDINA MELTON EDUARDO	742793060	2010	CL 1 12 22		15757 - SOCHA	322242205													
91554		TIELLEZ LOPEZ ALVARO ALEXANDER	9122228893	2010	CL 1 4 23		15757 - SOCHA	320841184													
90952		SANTOS BALDWIN FRANCISCO JAVIER	742339962	2010	CL 1 7 17		15757 - SOCHA	312431830													
87561		MINA EL MANZANO		2010	VIA EL AMBITO		15757 - SOCHA	312729200													
87560		PUNTES VARGAS JOSE ALBERTO	742148113	2010	VIA EL AMBITO		15757 - SOCHA	312729200													
86408		CAPIREZ CALI SOCIMEX POR ACCIONES SIMPLIFICADA	901186620	2010	VIA EL AMBITO		15757 - SOCHA	310714268													
87679		CAPIREZ CARDENAS S.A.S	901190626	2010	CL 1 2 00		15757 - SOCHA	314457781													
86943		RANZES MANDEER GERMAN HEMBERTO	742121241	2010	CL 1 10 48 0005 - NO REG		15757 - SOCHA	320401573													
83540		BLITZAZO BLITZAZO JOSE DEL CARMEN	743032790	2010	VIA EL PUÑO		15757 - SOCHA	320274877													
82219		ENERGY COM SOCIMEX POR ACCIONES SIMPLIFICADA	900996413	2010	CL 1 10 10 0005 - NO REG		15757 - SOCHA	312435554													
82218		MINA EL DIAMANTE SOCIMEX POR ACCIONES SIMPLIFICADA		2010	VIA WATHA REC SOCHA VIEJO SOCHA		15757 - SOCHA	312432999													
82210		GARCIA DE ABRAJE SOCIMEX DE RESIS	802757210	2010	VIA SOCHA VIEJO		15757 - SOCHA	311439999													
82194		MINA SOLIMAN DEL LIRIO	420441210	2010	VIA PUÑO ALTO		15757 - SOCHA	311278114													
82067		ARMENIAZ ARMENIAZ DIEGO ANTONIO	901315210	2010	VIA SAGRA ABRAO REC		15757 - SOCHA	312642205													
81779		PARADA VIRGARA ALEXANDER	742379261	2010	VIA WATHA REC SOCHA VIEJO SOCHA		15757 - SOCHA	321242799													
80598		LOPEZ VELAZQUEZ SARA	400333587	2010	CL 1 11 20		15757 - SOCHA	312350303													
80590		BLITZAZO BLITZAZO JOSE SAMUEL	422172521	2010	SOCHA CENTRO BBR L.O		15757 - SOCHA	314241407													
76299		PARADA GARCIA ELIBRO	42598962	2010	VIA MBITO		15757 - SOCHA	311481401													
76726		MINA ACOPPO LA VIEJA		2010	VIA LA CHAPA EL CALI		15757 - SOCHA	311481401													
76729		MINA LA CARRERA		2010	VIA SAGRA ABRAO REC		15757 - SOCHA	311481401													
76711		ARAJE VARGAS BLANCA MYRIAM	417820954	2010	VIA MBITO		15757 - SOCHA	313912400													
76411		FOMEZ ANGEL LUCIANO	42038480	2010	VIA SOCHA VIEJO		15757 - SOCHA	311278114													
75833		BIENSA C/O SOCIMEX POR ACCIONES SIMPLIFICADA	900796699	2010	CL 1 2 20		15757 - SOCHA	310487634													
75638		BIENVENIDALES COL S.A.S	800656661	2010	CL 1 5 05		15757 - SOCHA	311281745													
75244		RANZES GAVIANOS VICTOR EDUARDO	47638680	2010	CL 1 10 48 0005 - NO REG		15757 - SOCHA	311264795													
74947		PARADA PARRA CALISTO	130418213	2010	VIA MBITO		15757 - SOCHA	311479913													
72914		MINA LA SIBERLADA	42038340	2010	VIA MBITO ALZAL M		15757 - SOCHA	312572527													
72915		LILON RIVON RIBBO	42038340	2010	VIA MBITO ALZAL M		15757 - SOCHA	312572527													
72811		CIQUELLO DURAN ROSA EL VIEJA	248991841	2010	SOCHA CENTRO BBR L.O		15757 - SOCHA	313791540													
72421		RAZOS ANZO ANGEL RAMIRO	400292341	2010	CL 1 2 00		15757 - SOCHA	311479913													
70774		COMERCIALIZADORA Y TRANSPORTES DE MINERALES DE BOTACA S.A.S	900107951	2010	CL 11 10 10		15757 - SOCHA	320274877													
67673		CARDONAS EL CILLO		2010	CL 10 10 10		15757 - SOCHA	312241414													
67674		GARCIA HERNANDEZ EDDY ALFONSO	1035647204	2010	CL 10 10 10		15757 - SOCHA	312241414													
67668		ARAJE GARCIA VIBRO JOSE	114261262	2010	VIA EL ARAVIAN M		15757 - SOCHA	311503268													
64864		ARAJE SOCORRO JOSE RUBEN	175866113	2010	VIA GUETA		15757 - SOCHA	311808763													
64271		FINZON GONZALEZ ANTONIO CRUZ	42066111	2010	VIA EL PUÑO		15757 - SOCHA	312511485													
63579		CARDONAS DE SAN VICENTE LTDA	9004126713	2010	VIA SAGRA-ABRAO REC		15757 - SOCHA	314480119													
62968		MINA PARRA CALISTO	742310191	2010	CL 1 10 10		15757 - SOCHA	311278114													
62611		MINA LA SIBERLADA	900796762	2010	MINA SAGRA ANA VITA		15757 - SOCHA	311278114													
60174		VIRGARA ESPINOLA PABLO DEL CARMEN	742320879	2010	VIA SOCHA VIEJO		15757 - SOCHA	310279911													
59901		SANTOS ROSAS ROBERTO	134451114	2010	CENTRO LON ALPES		15757 - SOCHA	320273856													
51281		GARCIA ALVARADO MARIO ANTONIO	742501718	2010	CL 10 40 0005 - NO REG		15757 - SOCHA	311480119													
51282		RANZES ESTUPAN JOSE LEOPOLDO	742312324	2010	CL 1 9 25 0005 - NO REG		15757 - SOCHA	311480119													
49981		MINO LOPEZ SONIA EMERDIA	248997052	2010	CL 1 6 00 0000 - NO REG		15757 - SOCHA	311461051													
49982		PUNTES VEGA JABO ALEXANDER	742311941	2010	CL 10 10 0000 - NO REG		15757 - SOCHA	311461051													
48913		MINA EL AMBITO SOCHA		2010	VIA EL AMBITO		15757 - SOCHA	311480119													
48564		TIELLEZ ALVARO ALFREDO	11119961	2010	VIA EL AMBITO		15757 - SOCHA	321482994													
48238		FOMEZ GARCIA JULIO RAUL	420522410	2010	CL 1 10 10		15757 - SOCHA	320274877													
46677		CIQUELLO AMEL CRISTOBAL	742328871	2010	VIA MBITO		15757 - SOCHA	311857977													
43962		CLAYTON GOMEZ JOSE ALBERTO	42038340	2010	CL 10 40 0005 - NO REG		15757 - SOCHA	310274271													
43963		ARAJE SOCORRO JOSE RUBEN	42038340	2010	CL 1 5 05 0007 - NO REG		15757 - SOCHA	311281745													
34374		MINAS CIBOLO Y LIGUA LIMITADA	420028359	2010	VIA LA CHAPA		15757 - SOCHA	320271745													
28919		MINAS DE COLOMBIA LIMITADA (OCEA LTDA)		2010	CL 7 3 37 CENTRO		15757 - SOCHA	7674910													
28918		MINAS DE COLOMBIA LIMITADA (OCEA LTDA)	420016381	2010	CL 7 3 37 CENTRO		15757 - SOCHA	7674910													
23562		COMPAÑIA CARBONIFERA COLOMBIA CARBON C.M.R. CORPORACION		2010	VIA SAGRA - ABRAO REC		15757 - SOCHA	7974910													
20862		COMPAÑIA DE MINEROS COLOMBIANOS		2010	VIA SAGRA - ABRAO REC		15757 - SOCHA	7965429													

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2 Instrumento de Recolección de Información; Tipo Entrevista

### ANÁLISIS DE ADOPCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL AUMENTO DE LA COMPETITIVIDAD EN LA EXTRACCIÓN DE CARBÓN EN EL MUNICIPIO DE SOCHA - BOYACÁ (ENTREVISTA DIAGNOSTICO)

En el desarrollo del Proyecto “ANÁLISIS DE ADOPCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL AUMENTO DE LA COMPETITIVIDAD EN LA EXTRACCIÓN DE CARBÓN EN EL MUNICIPIO DE SOCHA - BOYACÁ”, ejecutado por la Universidad Antonio Nariño, en el cual se realiza el estudio de la relación del uso de técnicas y metodologías Innovadoras y la Adopción de Nuevas Tecnologías y la competitividad EN EL MUNICIPIO DE SOCHA - BOYACÁ. La información suministrada se manejará con estricta confidencialidad por el equipo de investigadores y los datos solamente tendrán fines científicos y académicos. Contestar la entrevista le tomará no más de 10 minutos y será de gran aporte al sector Minero Colombiano. Indique por favor, lo más exacto posible, las respuestas a la información solicitada, sabiendo que el anonimato de sus respuestas será total, los datos consignados en este formulario son estrictamente confidenciales y en ningún caso tienen fines fiscales ni pueden utilizarse como prueba judicial. Ley 79 de 1993, Art. 5°.

Fecha de Diligenciamiento de la encuesta

Día	Mes	Año

Nombre de la compañía: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Nombre de quien diligencia la encuesta: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Medición a nivel de implementación de variables de innovación y adopción de nuevas tecnologías:

1. Tiempo de trabajo en la empresa en años (quien responde la encuesta):

Menos de 3 años    A 6 años    7 A 10 años    Más de 10 años

2. Nivel de estudios de quien responde la empresa (formación reciente):

Primaria    Bachiller    Técnico    Profesional    Posgrado

3. Edad de la persona que responde

- Menor a 22 años     De 23-30 años     De 31 a 40 años  
 De 41 a 50 años     Más de 50

4. Género de la persona que responde

- Femenino  
 Masculino

5. Tipo de organización:

Sociedad colectiva	1	Sociedad en Comandita Simple	4	Soc. Comandita por Acciones	7	Sociedad Ltda.	10
Sociedad anónima	2	Sociedad economía mixta	5	Sucursal sociedad Extranjera	8	Emp. Ind. Y Com. del Estado	11
Empresa unipersonal	3	Sociedad de hecho	6	Persona Natural	9	S:A:S	12

6. Periodo de fundación de la empresa en años:

- Menos de 3 años     4- 6 años     7-10 años     11 años o mas

7. Número de empleados actualmente

- 10-20     21-30     31-40     41 o mas

**Marque con una X las siguientes preguntas (siendo 1 el menor valor y 5 el mayor valor).**

Incidencias en el periodo del año 2020.

8. ¿La productividad de la mano de obra en la empresa en el último año ha sido?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

9. ¿La productividad del equipo en el último año ha sido?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

Factores del entorno:

10. ¿Existen apoyos del gobierno en la empresa para la implementación de nuevas tecnologías?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

11. ¿Existe cooperación de apoyo tecnológico entre las compañías de la región?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

12. ¿El mercado es una presión para el cambio tecnológico?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

13. ¿A su criterio el nivel de exigencia del mercado es?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

Respecto a cambio de hábitos:

14. ¿Se toma en cuenta al personal para concertar los cambios de los procesos?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

15. ¿El personal acepta fácilmente los cambios de los procesos requeridos?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

16. ¿Se revisa las necesidades de cambios de hábitos en la organización?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

Respecto a las necesidades de aprendizaje:

17. ¿La empresa identifica correctamente las necesidades de formación o competencias requeridas para desempeñar cada cargo?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

18. ¿La empresa suministra los procesos de capacitación adecuados para los cambios en los procesos?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

19. ¿La empresa suministra los procesos de entrenamiento adecuados para cada tarea?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

Capacidad de organización de la empresa

20. ¿Son claros los procesos para la adquisición de nueva maquinaria y equipo (Prestamos, ayudas del gobierno, Leasing financiero)?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

21. ¿Hay solidez económica en la empresa para la adquisición de nuevos equipos?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

22. ¿El conocimiento y manejo de la tecnología por parte de los operarios es factor de decisión en la incorporación de nuevos equipos?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

23. ¿Han considerado invertir en nueva tecnología y equipos de última generación?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

24. ¿Considera que las empresas que usan maquinaria y equipo de última tecnología han incrementado la productividad?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

25. ¿Conoce la disposición final del mineral que adquieren sus clientes?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

26. ¿Considera que las empresas que usan maquinaria y equipo de última tecnología han incrementado la productividad?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

27. ¿Mantiene comunicación constante con sus clientes y proveedores?

Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
1	2	3	4	5

### Anexo 3. Imagen del censo minero del Municipio de Socha Boyacá

	ALCALDIA MUNICIPAL DE SOCHA BOYACA NIT. 800.099.210-8	AMSB-TDCM-01 Versión: 01
	ALCALDIA MUNICIPAL DE POLICIA	Página 2 de 2
Tipo de Documento: Censo Minero		Fecha: 21-06-2016

#### CENSO MINERO 2017 MUNICIPIO DE SOCHA

VEREDA	PROPIETARIO Y/O REPRESENTANTE LEGAL	NOMBRE BOCAMINA	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO
SOCHAVIEJO	RUBEN ARAQUE	EL CEREZO	3138887053	
	ARGEMIRO PARADA	DIAMANTE 1		
	LUCIANO GOMEZ	DIAMANTE 4	3212425799	
		DIAMANTE		
	PEDRO JOSE ARAQUE	DIAMANTE 5		
		DIAMANTE 1 Y 2	3133339266	
	SOCORRO GARCIA	DIAMANTE 31 Y 32	3142387509	
	ABEL ROMERO	DIAMANTE	3212169484	
	LUIS FRANCISCO HERNANDEZ	SANTA HELENA	3115466861	
NATANAEL MEDINA	VILLA INES	3133906163		
JUAN CARLOS QUINTERO	B1, B2, B3	3108806033	lazperez@gmail.com	
CASTRO CARBOSOCHA				
CHAPA	FRANCISCO SARMIENTO	CEREZO Y LEGUA	320737165	Fransaes425@gmail.com
ALTO	IBEROAMERICANA DE CARBONES	ESPERANZA 1 Y 3, PITUFA 7	3125851768	
	JUAN JOSE ESTEPA	LA CONCORDIA	3124822347	Luis_ernesto63@hotmail.com
CURITAL	GUILLERMO MESA	B1 Y B2	3112648051	
	SANOHA LUIS GABRIEL CHIQUILLO	B1	3102685420	infosanoha@sanoha.com

*Organismo Creado por Una Administración Única*  
Edificio Municipal, Calle 4 No. 9-26. CODIGO POSTAL 151640  
Telefax: 7874337 Ext. 101-102-103 Celular 3203872637. E-mail: inspecciondepolicia@socha-boyaca.gov.co

	ALCALDIA MUNICIPAL DE SOCHA BOYACA NIT. 800.099.210-8	AMSB-TDCM-01 Versión: 01
	ALCALDIA MUNICIPAL DE POLICIA	Página 2 de 2
Tipo de Documento: Censo Minero		Fecha: 21-06-2016

SAGRA ABAJO SECTOR COTAMO	VICOL CARBO RIO JACINTO VEGA	B0, B1 Y B2 EL PORVENIR, RUIDOSA, BELLA VISTA, MANTO 1, EL SILENCIO Y BUENOS AIRES	3138654596 3108520312	
	COLMINER CARLOS ALBERTO MESA CARBONES SAN VICENTE ALEXANDER FUENTES VARGAS	EL LIMITE Y LA ROSITA EL CERRITO, EL MIRADOR, EL PROGRESO, LA CHIGUAGUA, LA MILAGROSA, LA PERLA, SAN VICENTE Y MANTO 8	3228173781 3112450884	colminerlda@gmail.com
	ENERGY COAL SAS	CABRERA M50 Y CABRERA M70	3132835535	Energy.coal@hotmail.com
	COOPROVAL	YIMI BELLO	3223100190	Cooproval800@gmail.com
	COOPROVAL	ESPERANZA M5	3114400147	
	COOPROVAL	ARRAYAN M5	3123503035	
	COOPROVAL	MOLINO M1	3153457359	
	COOPROVAL	MOLINO VETA CHICA		
	COOPROVAL	ZAFIRO 1	3123462829	
	COOPROVAL	ZAFIRO 6		

*Organismo Creado por Una Administración Única*  
Edificio Municipal, Calle 4 No. 9-26. CODIGO POSTAL 151640  
Telefax: 7874337 Ext. 101-102-103 Celular 3203872637. E-mail: inspecciondepolicia@socha-boyaca.gov.co

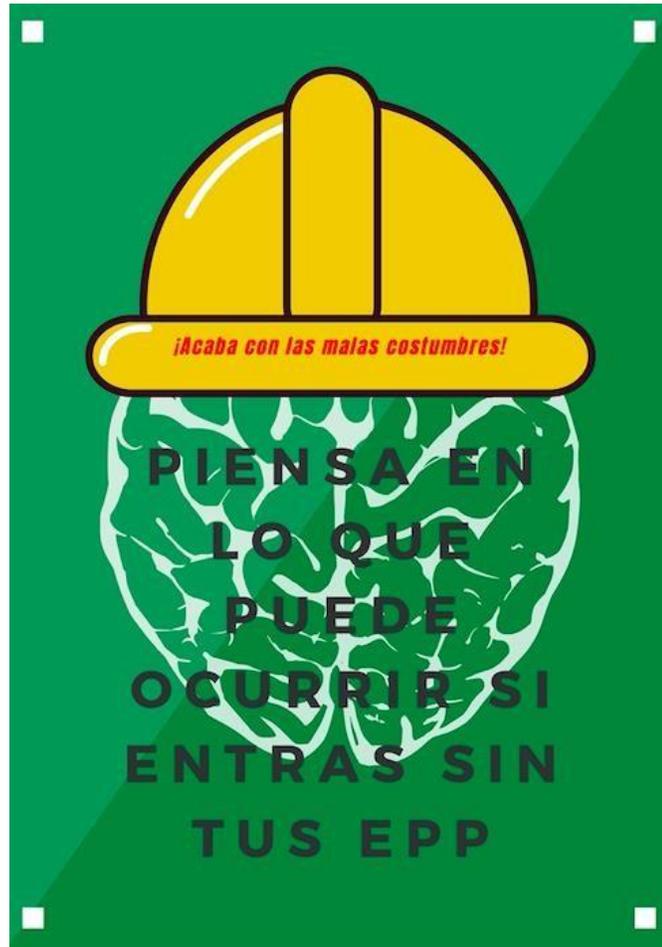
		<b>ALCALDIA MUNICIPAL DE SOCHA BOYACA</b> <small>NIT. 800.099.210-8</small>		AMSB-TDCM-01
		<b>ALCALDIA MUNICIPAL DE POLICIA</b>		Versión: 01
		Tipo de Documento: Censo Minero		Página 2 de 2
				Fecha: 21-06-2016
<b>POZO</b>	COOPROVAL	ACACIAS 1	3204550882	
	COOPROVAL	ANGELES 7	3142853371	
	COOPROVAL	SANTOS 1		
	COOPROVAL	MOCHUELO 5		
	COOPROVAL	SANTO DOMINGO 5	3138541886	
	COOPROVAL	EL UVO		
	COOPROVAL	M7		
	COOPROVAL	EL PINO 1	3123044017	
	COOPROVAL	EL PINO 5		
	COOPROVAL	EL PINO 7		
	COOPROVAL	SAN ANTONIO	3134217710	
	COOPROVAL	SAN ANTONIO 2	3134217710	
	COOPROVAL	SAN JOSE		
	COOPROVAL	LOS ALTARES		
	COOPROVAL	SAN ANA 5		
	COOPROVAL	EL CERRITO 1		
COOPROVAL	EL CERRITO 2			
COOPROVAL	ORO NEGRO 1			
COOPROVAL	ORO NEGRO 2	3114610521		
<b>LAJA</b>	AGROCOAL HERNANDO VEGA LLANOS	NIVEL 40 Y 41, MANTO 6 Y DESAGUE	3102840000	agrocoal@hotmail.com
	CALIXTO VARGAS	QUEBRADA HONDA 1, 2 Y 3	3114528466	calixtovargas905@hotmail.com
<b>MONTIÑO</b>	BERTHA ZARATE	EL SALITRE 1	3114844610	bethaz60@hotmail.com

*Seguimos Trabajando Por Una Administración Ciudad*  
 Edificio Municipal, Calle 4 No. 9-26. CODIGO POSTAL 151640  
 Telefax. 7874337 Ext. 101-102-103 Celular 3203872637. E-mail: inspecciondepolicia@socha-boyaca.gov.co

		<b>ALCALDIA MUNICIPAL DE SOCHA BOYACA</b> <small>NIT. 800.099.210-8</small>		AMSB-TDCM-01
		<b>ALCALDIA MUNICIPAL DE POLICIA</b>		Versión: 01
		Tipo de Documento: Censo Minero		Página 2 de 2
				Fecha: 21-06-2016
<b>SECTOR ALIZAL</b>	ISIDRO LEON	LA ESMERALDA	3133844156	
	ALBA AURORA ANGEL NUÑEZ	EL ARCANGEL 1 Y 2	3214020574	
	CARBONES ANDINOS FABIAN CABALLERO BULTRADING	SANTA HELENA SANTA ANA	342556626 3132191981	gfigueredo@bultrading.com
<b>MORTIÑO PARTE BAJA</b>	ELICEO VARGAS	EL ZARZAL 1, 2 Y 3	3138716240	
	MINERCONDOR SAS MARCO ANTONIO PERICO	TRINIDAD, VERITA Y MORTIÑO	3108769488	
	CARBONES SAN PATRICIO LUCY AGUDELO	B 71 Y 72	3134045408	<a href="mailto:alex-45@hotmail.com">alex-45@hotmail.com</a>
	ALVARO TELLEZ	EL MORTIÑO 1 Y 2	3203043186	
	CRISTOBAL CHIQUILLO	B1	3118357677	

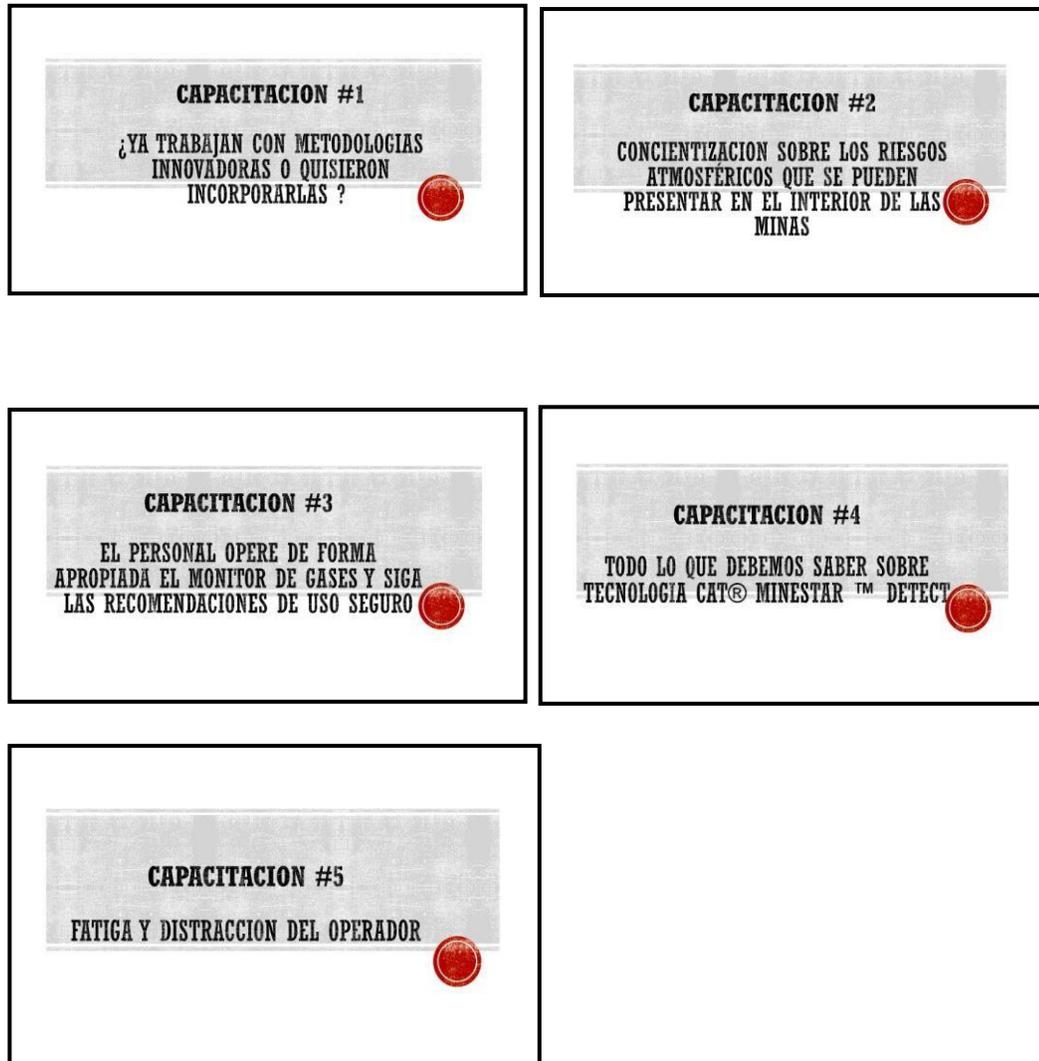
**DIANA JUDITH GIL HURTADO**  
 Inspectora Municipal De Policia

**Anexo 4. Cartel de concientización sobre los riesgos atmosféricos que se pueden presentar en el interior de la mina**

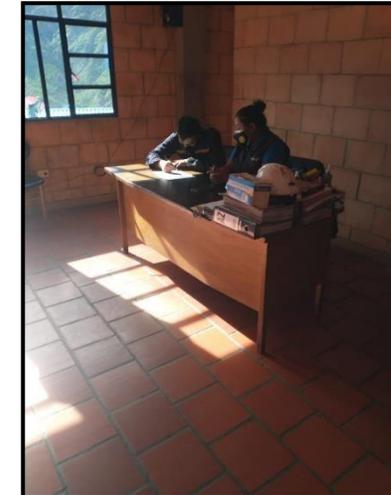


Fuente: Elaboración propia

## Anexo 5. Capacitaciones generales de innovación y adaptación de tecnología



**Anexo 6. Evidencia de desarrollo de campo**



**Anexo 7. Formato de preguntas para juicio de expertos**

FORMULARIO JUICIO DE EXPERTOS			
NOMBRE DEL EXPERTO		FECHA	
CARGO		NOMBRE DE LA EMPRESA	
NUMERO	PREGUNTAS	RESPUESTA	
1	¿qué tecnología debería adoptar para brindar más beneficios en el sector minero de Socha - Boyacá?		
2	¿cuál tecnología cree que sería conveniente implementar en Socha – Boyacá? Elige una o mas tecnologías		
3	¿que tecnología elegiría usted que generara mayor satisfacción al cliente del sector minero de Socha – Boyacá?		
4	al adquirir una tecnología innovadora ¿crees que mejoraría la competitividad en el sector de socha - boyaca?		