

# Evaluación de Impactos Ambientales en proyectos de construcción de Subestaciones Eléctricas en Colombia

## *Evaluation of Environmental Impacts in construction projects of Electric Substations in Colombia*

Diana Milena Montoya Gallego  
cc. 1.020.400.075

### **RESUMEN**

La construcción de subestaciones eléctricas es una actividad que ha aumentado en los últimos años, debido a la demanda energética que se evidencia con el crecimiento de las ciudades, para esto se utilizan espacios que comprometen zonas verdes, en ocasiones cercana a comunidades y generan alteraciones al paisaje, ecosistemas, fauna y flora, alteración a los suelos e incomodidades al entorno. Durante la ejecución se generan aspectos ambientales como consumo de recursos naturales, generación de residuos, contaminación al aire, suelo y agua. Por esto se hace necesario desarrollar una investigación descriptiva que recopile los impactos ambientales que se puedan encontrar en proyectos de construcción de subestaciones eléctricas; por medio de revisión bibliográfica, registro fotográfico, análisis de matrices e inspecciones en sitio, además utilizando la aplicación de una encuesta al personal involucrado, análisis de respuestas con diagramas para facilitar su comprensión y tomando como base los estudios de impacto ambiental que se han realizado anteriormente en las diversas subestaciones eléctricas para determinar las medidas que se deben implementar para la mitigación de dichos impactos.

Se evidenció que las obras de construcción generan contaminación tanto al interior como al exterior de las mismas, se afectan todos los recursos, especialmente el suelo y el impacto más significativo es el movimiento de tierra y la generación de material particulado. Para mitigar estos impactos se toman medidas como campañas de concientización y capacitaciones al personal, además, por medio de los Planes de manejo ambiental, se especifican todos los controles que se deben realizar para garantizar el cumplimiento de las medidas y normatividad ambiental.

**Palabras clave:** Aspecto ambiental; Construcción; Contaminación; Impacto ambiental; Subestación eléctrica.

### **ABSTRACT**

*The construction of electrical substations is an activity that has been increasing in last years, by the energy demand that is evident with the growth of cities, for this purpose spaces that compromise green areas are used, sometimes close to communities and generate alterations to the landscape, ecosystems, fauna and flora, alteration to the soils and discomforts to the environment. During the execution, environmental aspects are generated, such as consumption of natural resources, generation of waste, air pollution, soil and water. For this reason it's necessary to develop a descriptive investigation that accounts for the environmental impacts that may be found in electric substation construction projects; using the application of a survey, analysis of responses with diagrams to facilitate their understanding and taking as a basis the environmental impact studies that have been carried out previously in some electrical substations to determine the measures that must be implemented to mitigate said impacts.*

*It was evidenced that the construction works generate contamination both inside and outside of the same, all resources are affected, especially the soil and the most significant impact is the earth movement and the generation of particulate material. To mitigate these impacts, measures such as awareness campaigns and personnel training are taken, in addition, through environmental management plans, all the controls that must be done to ensure compliance with environmental measures and regulations are specified.*

**Keywords:** Building; Electrical substation; Environmental aspect; Pollution; Environmental impact.

(\*) Maestrante Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales (Colombia).

Persona de contacto/Corresponding author: dianix10@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4122-2844>

## 1. INTRODUCCIÓN

Una obra civil genera grandes expectativas entre los actores involucrados, como lo son las empresas constructoras, la comunidad vecina, el cliente, los entes de planeación y la autoridad ambiental. Cada uno de ellos cumple un papel fundamental en el logro de los objetivos, porque el buen desempeño y relación entre los mismos, garantiza el éxito del proyecto.

La construcción es una expresión de la presencia del ser humano en la tierra, ha sido uno de los sectores más crecientes durante los últimos años alrededor del mundo y es uno de los grandes indicadores que utilizan los países para justificar su crecimiento económico y su mejoramiento de calidad de vida de la población. (4)

A pesar de sus impactos positivos en el aspecto social o económico, cuando se realizan procesos constructivos de diferentes magnitudes; existen varios factores que afectan directa o indirectamente el medio ambiente causando modificaciones, daños irreversibles y deterioro de la calidad de vida de la comunidad cercana, ocasionados principalmente por el uso de materias primas y recursos, uso de maquinaria, movimiento de tierras, entre otros.

La construcción de una subestación eléctrica se puede clasificar como un proyecto de desarrollo concentrado, tipo 1, el cual comprende un área grande, donde deben ir ubicadas las bahías, torres y demás elementos, y genera un alto impacto ambiental porque causa deterioro a los recursos naturales, al ambiente y al paisaje. Normalmente es necesaria una licencia ambiental para su ejecución, la cual es otorgada por la respectiva autoridad ambiental, luego de realizar estudios en la zona y comprometer a la empresa constructora, a respetar las medidas de impacto ambiental que se propongan. (6)

La gestión ambiental es una necesidad y una estrategia para la sostenibilidad de la economía de un país. El punto de partida es la identificación de aspectos ambientales y la evaluación del impacto ambiental, con el fin de analizar y evaluar los efectos y modificaciones que puede llegar a tener un sistema, organización, proyecto o sitio de construcción.

## 2. LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

La industria de la construcción ha tenido alta influencia en el desarrollo de las naciones, tanto en sus estructuras económicas como en el bienestar de la comunidad, además se encuentra continuamente en interacción con el medio ambiente teniendo como prioridad el respeto y la conservación de este. En este sector se identifican varias fuentes de contaminación que se pueden ocasionar por los diversos aspectos e impactos ambientales propios del sector económico y que modifican algunos componentes importantes de los ecosistemas.

Los proyectos de construcción presentan impactos ambienta-

les, principalmente, cuando:

-Presentan un riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.

-Produce efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, el agua y el aire.

-Es necesario un reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

-Existen poblaciones, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectadas, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.

-Existe una alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.

-Se produce una alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural. (8).

Para la realización de un estudio de impacto ambiental se requiere la participación de un equipo multidisciplinario, formado por numerosos especialistas, este estudio se debe realizar en las primeras fases de diseño, ya que si se elabora una vez que el proyecto técnico ha sido completamente desarrollado, el margen de maniobra estará totalmente limitado.

Algunos de los impactos más comunes, que se evidencian en los proyectos de construcción, serían: Generación de emisiones atmosféricas, generación de ruido, generación y aporte de residuos sólidos en acueductos y alcantarillados, alteración del paisaje, alteración de las características del suelo, contaminación del agua, pérdida de la capa vegetal, generación de expectativas a la comunidad, cambios económicos locales, saqueo de patrimonio arqueológico, obstrucción del espacio público y daños a equipos.

La alteración al suelo se presenta principalmente por los residuos, ya sean sólidos, líquidos y/o peligrosos, generados en la industria y que están asociados a las diferentes actividades del proceso. Algunos de los impactos negativos que se pueden generar, son: contaminación, utilización excesiva de materiales, pérdida de recursos naturales, degradación de la calidad del paisaje y alteración de drenajes naturales.

Adicionalmente, el despilfarro de material, mano de obra y transporte que implican los residuos, tiene consecuencias negativas puesto que eleva los costos finales de construcción. En el curso final de la vida útil de la construcción, todos los materiales utilizados a menudo se convierten en escombros. Los movimientos de tierra generan alteración de la geomorfología, la pérdida de cobertura vegetal, ocasionan procesos de erosión más rápidos y en ocasiones, cuando se usan explosivos para

excavaciones en la industria de la construcción, se pueden generar inestabilidad de los taludes lo que conllevaría a un riesgo de deslizamientos y derrumbes que pueden generar tanto pérdidas en la infraestructura como pérdidas humanas.

La alteración al aire está asociada directamente al polvo, ruido, emisiones de CO<sub>2</sub> como consecuencia de uso de combustibles fósiles, minerales, realización de excavaciones, corte de taludes y operación de máquinas y herramientas. Los combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo) hacen parte de las principales fuentes de energía, pero las emisiones de su combustión provocan cambios climáticos, ya que al ser quemados se presenta liberación de dióxido de carbono a las capas más bajas de la atmósfera donde se forma una barrera que atrapa el calor liberado por la tierra, generando lo que se conoce como efecto invernadero.

El aporte de la contaminación que el ruido hace al aire es producto, principalmente, de la operación de máquinas y equipos utilizados en actividades de excavación, apertura de vías, transporte y descarga de materiales. Los elevados niveles de contaminación por ruido afectan a trabajadores y al entorno.

El recurso agua se afecta principalmente por los movimientos de tierra, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal, generando alteración de los cuerpos de agua, que en ocasiones son atravesados por la construcción de vías y en consecuencia, se presenta la modificación de los flujos y calidad de agua; El agua de lavado de las obras de construcción contiene una cantidad considerable de sólidos suspendidos, hecho que altera los sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento. Lo anterior también está acompañado de los consumos de agua que se presentan en la preparación de materiales, lavado de máquinas, equipos y en el proceso en general.

En los sitios tanto urbanos como rurales en donde se desarrollan los proyectos de construcción hay variedad de vegetación que se caracteriza, entre otros aspectos, por la existencia de pastizales, matorrales, paisajes y conformación vegetal en general, que por acciones de la industria de la construcción resultan afectados. Las actividades de construcción pueden dañar la vegetación en el sitio y sus alrededores; los árboles son los más afectados, ya que pueden llegar a morir por las actividades de compactación y aumento en el nivel del suelo, apertura de zanjas y trincheras, la remoción del suelo superficial y pérdida o daño de raíces. Al tener una vegetación alterada se genera erosión en sitios como laderas, pérdida de árboles y degradación hidrológica; Además, debido a las diferentes condiciones climáticas y geológicas se pueden encontrar diversas especies animales que se adaptan a las condiciones específicas de los distintos sitios en donde se desarrollan proyectos de construcción.

Durante las diferentes etapas del proyecto se presentan acciones como la destrucción de madrigueras, nidos y dormideros que a su vez pueden provocar la muerte de animales, ocasionando reducción y desaparición de los sitios de refugio de es-

tos.

El fenómeno más representativo es, precisamente la migración de especies animales y por ende, la afectación del ecosistema, de igual forma, la operación y tránsito de vehículos y maquinaria pesada al generar niveles importantes de ruido, producen la migración de algunas especies como mamíferos y aves. Significa entonces, que la fauna, así como sucede con la flora, es susceptible a modificaciones que pueden alterar su vida de forma parcial o total

Esta vida productiva puede interpretarse desde diferentes puntos de vista, en el caso de la construcción, pueden considerarse los siguientes aspectos:

1. Movilidad, libertad y facilidad de movimiento y acceso al territorio.
2. Fomento del equilibrio territorial, del desarrollo social y personal, de las zonas menos favorecidas.
3. Productividad, bienes y servicios suficientes y accesibles en todas las capas sociales.
4. Recreo, actividades culturales, deportivas o de diversión.
5. Confortabilidad, edificios acondicionados y seguros (aislamiento térmico y acústico, agua caliente, servicios).

El desempeño de las economías de los sitios en donde se desarrollan procesos de construcción depende de la adaptación de los residentes al espacio modificado o nuevo espacio y a su vez del paisaje, variables que se pueden reflejar en los intereses que puede adquirir el suelo, es decir, para fines comerciales, residenciales u otros, así mismo, en lo referente a la variación de precio que a su vez se relaciona con la ordenación del territorio, valorización, proyección y planeación del crecimiento de las ciudades.

El componente cultural se encuentra conformado por la alteración del paisaje, considerándolo como referente en la calidad visual del sitio en donde se desarrollan los procesos de construcción, el cual depende de la adaptación de las comunidades.

Algunas actividades como la remoción de escombros, excavaciones, tránsito de vehículos, corte de taludes, funcionamiento de maquinaria, entre otras, afectan la calidad del aire por la generación de polvo y los niveles de ruido, los cuales además de tener efectos negativos en la población de trabajadores que opera en los sitios de trabajo, también lo hace en los residentes del entorno o área de influencia.

Los materiales utilizados en la construcción pueden ser observados desde su uso o como desechos o residuos generados en la construcción y en algunos casos, en el proceso de demolición. Estos materiales pueden generar daños a la salud humana, se caracterizan por el cambio en el clima, efectos en la capa de

ozono, sustancias que generan cáncer y efectos sobre la respiración, debido a la producción orgánica e inorgánica de sustancias.

El problema de los residuos de la construcción tiene dos consecuencias importantes. En primer lugar, el impacto ambiental de lo que se arroja al ambiente en términos de pérdida de recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos y en segundo lugar, el costo adicional originado por el material que se pierde y la mano de obra y energía necesarias en la recolección y transporte para su disposición final. (8).

La actividad humana es la de mayor influencia sobre el medio ambiente, ya que en ocasiones tiene efectos desastrosos sobre el mismo en situaciones puntuales, en general causados por accidentes. Como ejemplos de ellas se pueden citar los casos de vertidos químicos en mares y ríos, emisiones tóxicas a la atmósfera, incendios, o explosiones.

La problemática de impacto ambiental se ha convertido en un eje fundamental dentro del proceso integral de evaluación de los proyectos de desarrollo. No se concibe la toma de decisiones al margen de la evaluación del impacto ambiental y de la previsión sobre la necesaria gestión a aplicar, un buen manejo del medio ambiente es la mayor prioridad que la humanidad debe atender en el siglo XXI. (10).

El tema de gestión ambiental se aborda desde la perspectiva de la integralidad del medio ambiente, considerando medio humano y medio natural, cada uno de estos tiene diversas dimensiones, como lo son, en el medio natural la dimensión biótica y física, y en el medio humano las dimensiones cultural, política y económica. (10).

### **3. CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS**

Cuando se habla de Subestación eléctrica, se entiende como una exteriorización física de un nodo de un sistema eléctrico, en el cual la energía se transforma a niveles adecuados de tensión para su transporte y distribución o consumo, con determinados requisitos de calidad. (1).

Algunas de sus principales funciones son: Ser un punto de conexión con otros sistemas; transformar tensión; permitir la división de una línea en varias y aumentar la cobertura; ubicar elementos de compensación reactiva para estabilidad del sistema; permitir la desenergización segura de una línea para mantenimiento; albergar equipos de protección, control y medición. (1).

Las siguientes actividades son las que se realizan durante la construcción de una subestación:

- En cuanto a obras civiles, instalación de provisionales, identificación de rutas, demarcación y señalización, demoliciones, movimiento de tierra, construcción de obras civiles, instalación

de bordillos y grava, instalación de tuberías, manejo de aguas, obras de drenaje.

- En cuanto a actividades de montaje, montaje de estructuras metálicas, instalación de accesorios, barras, montaje de equipos, pruebas y puesta en servicios.

Entre los materiales más utilizados en el proceso, se tienen en cuenta piedra, grava, arena, ladrillo, cemento y hierro.

Todo proyecto debe contar al menos con una licencia ambiental, que se define como una autorización que otorga la autoridad ambiental competente, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que conforme a la ley y a los reglamentos, puede producir deterioro grave a medio ambiente (Según el decreto 1753 de 1994). En caso tal que la autoridad no considere necesaria la expedición de una licencia, la empresa debe contar con un Plan de Manejo Ambiental (PMA), que es de carácter voluntario y el cual debe contemplar todas las acciones para prevenir, mitigar, controlar, compensar o corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus etapas: incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y de contingencia. Como guía se puede utilizar la norma ISO 14000, que contempla los requisitos mínimos en materia ambiental, para el desempeño de las empresas.

A nivel nacional, son diversos los proyectos que se han visto orientados hacia el cumplimiento de licencias ambientales, especialmente los que se encuentran en zonas de alto impacto, como zonas boscosas o protegidas por alguna entidad gubernamental.

Algunos proyectos de grandes magnitudes cuentan con licencia ambiental según las normas y otros solo con un plan de manejo ambiental, definido voluntariamente. La información incluida en los Programas de Manejo Ambiental (PMA) específicamente en el sector de subestaciones eléctricas contempla: manejo de residuos sólidos y peligrosos, control de vertimientos de aguas residuales y aceites, manejo de PCB's, manejo del paisaje y zonas verdes, equipos de tecnología más limpia, uso racional del agua y materias primas y uso eficiente de la energía, impacto comunitario y atención a comunidades, manejo del riesgo, entre otros. (6).

### **4. METODOLOGÍA UTILIZADA.**

Se realizó una investigación mixta, este tipo de investigación está fundamentado en la triangulación de los métodos, que busca fortalecer el proceso de generar conocimiento de la realidad social a partir de la experiencia de los investigadores, lo cual implica la articulación de saberes y la mezcla de la lógica inductiva y deductiva en un estudio a través del proceso de recolección y análisis que vincula datos cuantitativos y cualitativos, permitiendo así dar respuesta a distintas preguntas de investigación en un planteamiento del problema.

La combinación de los instrumentos de recolección de información posibilita que se genere la complementariedad en la medida en que uno pueda alimentar la reflexión del otro, posibilitando así, avanzar en la búsqueda de relaciones y la explicación e interpretación del fenómeno estudiado.

La búsqueda de una mirada holística de las realidades, hace necesario el diálogo de los métodos, donde se posibilite el acercamiento a los hechos y fenómenos de la realidad. (Galeano, 2004) Es por ello que se realizó una investigación de este tipo; con una influencia cuantitativa ya que permitió por un lado recolectar datos numéricos con relación a los principales impactos ambientales que se generan en proyectos de construcción de Subestaciones eléctricas y por el otro, interpretarlos a bajo una visión cuantitativa con la cualitativa, de esta manera fue posible el análisis de los datos e interpretación de los valores arrojados en las encuestas realizadas.

El estudio se ubica en un nivel descriptivo, ya que busca identificar las relaciones existentes entre los hechos, para lograr así una verdadera comprensión del fenómeno, es decir, poder describir los principales impactos ambientales que se generan en proyectos de construcción de subestaciones eléctricas

El estudio estuvo focalizado en los principales impactos ambientales que se generan en proyectos de construcción de Subestaciones eléctricas. En este caso el proyecto ha delimitado su estudio, en cuanto a consulta bibliográfica, observación directa y registro fotográfico y aplicación de encuestas en los siguientes frentes de trabajo:

Subestaciones Lizama y Cimitarra (Santander);  
Subestación Buenavista (Barrancabermeja, Santander);  
Subestación Medellín (Heliconia, Antioquia);  
Subestación Bolívar (Cartagena);  
Subestación Nueva Esperanza (Bogotá).

Para la obtención de información se realizaron encuestas de 22 preguntas a trabajadores tanto de área operativa y administrativa, donde se quería verificar los conocimientos del personal en cuanto a las actividades que afectan al medio ambiente en su zona de trabajo y actividades relevantes, adicionalmente se realizaron algunas visitas de observación directa, revisión documental, también se empleó una lista de chequeo en las Subestaciones mencionadas, donde se comprobó que la información obtenida de investigaciones y planes de manejo ambiental si se esté cumpliendo adecuadamente.

Para este acercamiento, se escogió una muestra aleatoria en los proyectos, según la disponibilidad de personal y la cantidad del mismo. En total fueron 22 encuestas aplicadas a personal administrativo y operativo, con el fin de obtener datos relacionados con la percepción sobre los principales impactos ambientales que se generan en proyectos de construcción de Subestaciones eléctricas, luego se tabuló la información mediante SPSS, para luego generar tablas de priorización, para categorizar,

codificar, clasificar y ordenar la información obtenida en cada uno de los momentos del proceso investigativo. Posterior a tener la información organizada, se procede a sintetizar la información obtenida a partir de la pregunta de investigación.

Igualmente se contó con visitas en campo donde se tomó registro fotográfico de las principales actividades en materia ambiental y se realizó la respectiva consulta bibliográfica y obtención de información primaria, por medio de un procedimiento de observador participante, donde el investigador actuó como observador y de esta forma se familiarizó con el lugar, para convertirse en participante activo, tomando notas de campo, notas teóricas y así obtener información sobre el evento investigado, de esta forma se logró evidenciar el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental.

Adicionalmente se realizó un análisis a partir de la Matriz de Leopold, en la cual se establecieron las principales actividades de los proyectos y los principales impactos que se podrían encontrar, para cruzar la información y determinar cuál es la importancia de los mismos en el proceso de investigación, de esta forma se cruzó la información encontrada para obtener mejores resultados.

A partir del análisis de la información, se buscó ampliar y/o complementar conceptos a la luz de las teorías implementadas en el proyecto de investigación, de esta forma se pudo observar el comportamiento de los diferentes impactos y las opiniones del personal encuestado para determinar las posibles soluciones que se puedan proponer.

## 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Descripción de la disposición de vertimientos realizados en los proyectos y su tratamiento.

Los proyectos visitados, por ser ejecutados bajo la aprobación de licencias ambientales, no permiten ningún tipo de vertimientos hacia cuerpos de agua, para evitar contaminación a fuentes de agua y sumideros, por esta razón, están en la obligación de garantizar un buen uso y tratamiento especial a las aguas resultantes de las actividades de construcción, y de esta forma se garantiza el cumplimiento del ítem "Manejo adecuado de aguas residuales".

Revisando los planes de manejo ambiental de los proyectos visitados y contrastando con visitas de observación y verificación, se puede evidenciar que las aguas residuales son manejadas de dos formas:

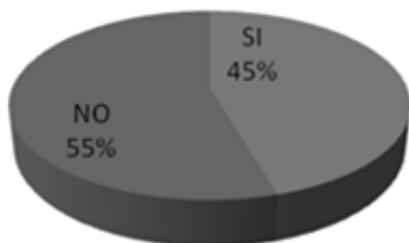
- En la Subestación Nueva Esperanza, se construyó un dique de 2x2x2 metros donde el agua procedente del lavado de herramientas, maquinaria y vehículos, es depositada, a medida que se va llenando el foso, el agua superficial se puede reutilizar para riego de vías y algunas actividades constructivas, y los

residuos que se sedimentan al fondo, son destinados como escombros al finalizar el proyecto. Las paredes son cubiertas con plástico para evitar filtraciones y contaminación al suelo.

- Como dato común en las subestaciones, el agua que es proveniente del uso de baterías sanitarias, es recogida semanalmente por una empresa especializada, para realizar su respectiva disposición final, mensualmente se presenta un certificado para garantizar que la empresa recolectora cumpla con los parámetros ambientales para dicha disposición.

Adicionalmente, teniendo en cuenta la encuesta aplicada, cuando se le preguntó al personal si conocen el tratamiento que se realiza a las aguas residuales en el proyecto para el cual laboran, el 45% de ellos dice conocerlo, mientras que el 55% desconoce que se realiza esta actividad (como se muestra en la imagen 1), lo que representa una falta de interés por parte del personal operativo, que deberían involucrarse en los temas ambientales, también falta capacitación en el tema, ya que si se está realizando esta actividad pero no todos los actores involucrados son conscientes del tema.

*Imagen 1. Pregunta: ¿Tiene usted conocimiento del tratamiento que se realiza a las aguas residuales del proyecto en el que trabaja?*



Fuente: Diana Montoya, 2018

## 5.2. Incidencia del uso de agua, energía, materias primas y demás recursos naturales en los proyectos de construcción.

Las subestaciones eléctricas son obras de gran magnitud, por lo que requieren gran cantidad de recursos como agua, energía y materias primas, lo que genera un impacto significativo al medio ambiente, por el agotamiento de los mismos y la dificultad para obtenerlos, al ser proyectos de duración aproximada de uno o dos años y tener picos de personal de aproximadamente 100 personas, hay una preocupación constante por el consumo de recursos.

Tomando como base los proyectos observados, en la mayoría de los casos, por encontrarse aislados de las zonas urbanas, se abastecen de agua por medio de carrotanques y esta es almacenada en tanques temporales, hasta que se pueda dotar de acueducto. Se hace necesario exigir medidas para el cuidado de este recurso vital, como las capacitaciones, reutilización del agua,

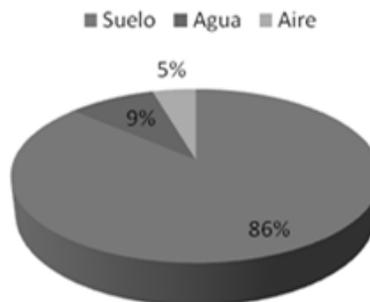
verificación y corrección temprana de fugas y uso racional del agua, estas son medidas que están estipuladas en los PMA de los proyectos visitados para garantizar la conservación del recurso.

La energía utilizada para las actividades de construcción la obtienen al inicio con plantas diesel o gasolina, lo que genera un impacto adicional por la quema del combustible, por esta razón se hace necesario implementar campañas para el ahorro de la energía, igualmente cuando se obtiene por medio del servicio público, se implementan campañas como instalación de bombillas ahorradoras, capacitación al personal, disminución de los elementos eléctricos conectados y mantenimiento periódico a las instalaciones eléctricas, maquinaria y equipos que se utilizan, inspecciones periódicas y control al consumo mensual de este recurso.

Para el control de los materiales utilizados, se tiene adicionalmente una ficha de manejo ambiental que comprende el uso adecuado de materiales de construcción y estériles, en el cual se evidencia que todo material que ingresa a la obra, cuenta con certificado de extracción y licencia ambiental de la cantera utilizada, para controlar que se realice una explotación adecuada y se protejan los recursos naturales, de esta forma se garantiza que el impacto se disminuye.

Teniendo como base la encuesta aplicada, se encontró que la percepción que tienen los trabajadores del sector, radica en que el recurso natural más afectado, es el suelo, con una frecuencia de respuesta del 86%, seguido del agua, que es identificado por un 9% y el aire es evidenciado por un 5% de la población encuestada, evidenciado en la siguiente imagen:

*Imagen 2. Pregunta: ¿Cuál de los siguientes recursos es el más afectado en su lugar de trabajo, según su percepción?*



Fuente: Diana Montoya, 2018

Esta información también fue evidenciada durante la elaboración de la matriz, ya que en su mayoría, los impactos más significativos fueron proyectados hacia el suelo, como generación de residuos sólidos y pérdida de recursos naturales; y también hacia el aire, como generación de material particulado y generación de ruido.

El suelo se ve afectado por las excavaciones y porque todo el trabajo se realiza en este medio, los vaciados de concreto combinan sustancias químicas, la explotación minera disminuye la capacidad del suelo, los posibles derrames de combustible contaminan las capas internas y los cambios en el uso del suelo, son los principales factores que influyen en la contaminación de este recurso. Para garantizar el cuidado del suelo, se realizan varias actividades como método de protección o compensación, entre las más relevantes se pueden identificar: el manejo adecuado de residuos sólidos, el manejo adecuado de sustancias químicas, compensación forestal cuando sea necesario, protección del suelo con plástico, humectación del terreno, entre otras, las cuales son actividades que han sido contempladas en los planes de manejo ambiental de los proyectos. Adicionalmente se puede observar que según el cumplimiento de dichos planes, se tienen instalados kit antiderrames para mitigar en caso de algún incidente, se solicitan permisos de explotación en las canteras donde se extrae el material para la construcción y de esta forma se garantiza que cumplan con la normatividad ambiental.

El agua es un recurso que actualmente está en especial cuidado por la crisis a nivel mundial y se debe prestar atención a su cuidado para evitar el agotamiento de este recurso y la contaminación a las fuentes de agua. Adicionalmente su cuidado es importante para la comunidad, que depende del recurso desde fuentes cercanas, para esto se realizan campañas para el ahorro del agua, almacenamiento y reutilización de aguas, protección a fuentes hídricas, entre otras actividades que son importantes para mitigar el impacto a este recurso. Este recurso es transportado a los proyectos por medio de carrotaques semanales o por medio de acueducto y se capacita al personal para el cuidado del recurso, principalmente utilizando la cantidad adecuada, reportando cualquier fuga, reutilizando para otras actividades que se realicen y protegiendo los cuerpos de agua de cualquier tipo de derrame o vertimiento.

Para mitigar el impacto generado al recurso aire, se ha evidenciado, por medio de las encuestas y la observación directa, que se implementan algunas medidas como humectación de la vía, mantenimiento preventivo a maquinaria, uso adecuado de productos químicos, cubrimiento de materiales y cubrimiento de volquetas, entre otras. Consultando en los PMA, este recurso se ve afectado principalmente por la cantidad de material particulado y contaminante que se libera a la atmósfera, por la maquinaria, equipos y vehículos, además de los productos químicos con los que se trabaja, para esto se establecen medidas que garanticen la disminución de material particulado a la atmósfera, para proteger la vida silvestre, disminuir la afectación a la comunidad, proteger el recurso aire y evitar las enfermedades respiratorias. Cuando las condiciones del terreno lo vuelven muy seco o se genera mucho viento, se recomienda humectar el suelo y proteger los materiales pétreos para evitar este material particulado. Adicionalmente cada vehículo o maquinaria cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y los controles necesarios para que normativamente cumplan con este requisito.

### **5.3. Afectación que tienen las actividades de construcción hacia el medio ambiente.**

Según la información obtenida en la realización de la Matriz de Leopold (Anexo 1), se ha evidenciado que existen ciertas actividades durante el proceso de construcción de Subestaciones eléctricas que generan mayor impacto al medio ambiente que otras, para su diligenciamiento se hizo necesaria la identificación de las actividades prioritarias luego de realizar la encuesta al personal y consultar bibliográficamente y por medio de guías de observación, con esto se contrastó y se sacaron los siguientes resultados:

Teniendo en cuenta la sumatoria de las interacciones, se puede concluir que las actividades con mayor importancia ambiental son el uso de maquinaria pesada, construcción de estructuras en concreto, retiro de capa vegetal y excavaciones, esto generó una mayor cantidad de interacciones con los impactos planteados y son actividades que afectan principalmente el recurso suelo y son fuente principal de estudios durante la elaboración de los Planes de manejo ambiental.

Analizando la información a partir de los impactos ambientales encontrados y las actividades que los incrementan, se encuentra que gran cantidad de estos procesos aportan a la generación de residuos sólidos, pérdida de recursos naturales, generación de material particulado y generación de ruido; por lo que se ve afectado principalmente el recurso suelo y el recurso aire, por medio de este análisis se pudo establecer medidas de control que se han implementado para disminuir estos daños al entorno.

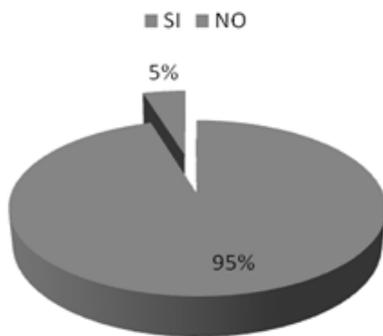
Durante la construcción del proyecto Subestación Eléctrica Nueva Esperanza, Soacha, Cundinamarca, se tuvieron en cuenta las medidas implementadas para mitigar el impacto ambiental, de acuerdo a lo estipulado en la Licencia Ambiental, contemplada en la Resolución 1679 del 31 de julio de 2014, otorgada por la autoridad ambiental.

Se ha evidenciado que los proyectos de construcción generan grandes impactos ambientales, especialmente cuando ocupan una parte significativa de terreno y cuando requieren realizar movimiento de tierra, para esto se hace necesaria la intervención de autoridades ambientales que realicen estudios y decreten medidas de manejo ambiental para la mitigación, control o compensación.

Analizando los PMA, se evidencian diferentes impactos como la pérdida de la cobertura vegetal, manejo inadecuado de aguas, cambios en el uso del suelo, generación de material sobrante y residuos, inestabilidad del suelo, calidad físico química del agua, generación de material particulado y gases, alteración de la fauna silvestre, alteración de las actividades cotidianas de la zona de influencia, lo cual coincide con lo encontrado en las visitas y en las encuestas que se aplicaron. Teniendo en cuenta

los resultados de la encuesta, en la imagen 3, cuando se les pregunta a los trabajadores si consideran que su actividad realizada ocasiona algún daño al medio ambiente, el 95% del personal considera que si genera algún impacto negativo al medio ambiente, mientras sólo el 5% considera que no realiza ningún daño al medio ambiente con su actividad. Entre las actividades que ocasionan mayores afectaciones, las respuestas más comunes incluyen el movimiento de tierra, seguida por la afectación de flora y fauna y afectación a la capa vegetal, tala de árboles, fabricación de concretos, generación de material particulado, generación de residuos, generación de ruido, consumo de recursos naturales, uso de maquinaria, uso de combustibles, entre otros.

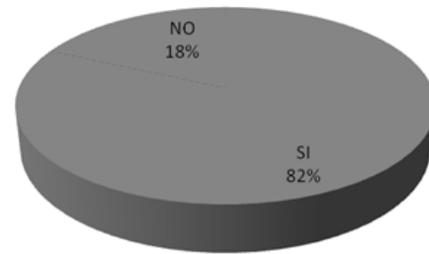
*Imagen 3. Pregunta: ¿Cree usted que la actividad que realiza en su empresa ocasiona algún daño al medio ambiente?*



Fuente: Diana Montoya, 2018

Adicionalmente, los impactos no solo se generan al interior de las subestaciones, sino que afectan a las comunidades cercanas, ocasionando incomodidades y afectaciones de tipo ambiental y social, en la mayoría de los casos por el uso de maquinaria que ocasiona ruido y contaminación al aire, vehículos que generan contaminación al suelo por el traslado de materiales, afectación a la flora y fauna porque muchas especies tienen que ser reubicadas o mueren en el proceso, deforestación y variación del paisaje, además contaminación a fuentes naturales de agua y agotamiento de recursos naturales. Si se tiene en cuenta las respuestas de las encuestas, sólo un 18% considera que las actividades constructivas no generan ningún impacto al exterior del proyecto, como se muestra en la imagen 4, ya que consideran que la distancia con la comunidad más cercana no es motivo para que se vean involucrados.

*Imagen 4. Pregunta: ¿Considera que los daños al medio ambiente que generan los proyectos de construcción, también afectan al exterior o a las comunidades cercanas?*

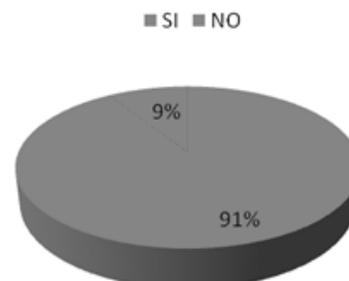


Fuente: Diana Montoya, 2018

Podemos considerar impactos positivos o negativos durante el proceso de construcción, negativos como por ejemplo la contaminación al aire y agua y la afectación a flora y fauna, igualmente se deben tener en cuenta impactos como afectación a la capa vegetal, generación de residuos, tala de árboles y agotamiento de recursos naturales. Entre los impactos positivos que se evidenciaron, se tiene el aumento de la cobertura eléctrica, que es un beneficio para la comunidad en general, la generación de empleo y el desarrollo de la región, datos que coinciden con los resultados de las encuestas como se muestra a continuación.

En este tipo de proyecto se generan residuos peligrosos y especiales, como por ejemplo bolsas de cemento, empaques de productos químicos, elementos contaminados con sustancias químicas como pintura, aceite, combustibles, entre otros. Si se toma como referencia la encuesta realizada, como se muestra en la imagen 5, el 91% considera que si se generan residuos peligrosos en los proyectos, mientras un 9% de los encuestados considera que no hay generación de dichos residuos, por el desconocimiento de este tipo de residuos y porque consideran que pueden ser tratados como ordinarios, se comprobó según las listas de chequeo que estos residuos son separados en la fuente dentro del proyecto en canecas rojas y entregados a una empresa certificada que se encarga de su disposición final, a la cual se le solicitan los respectivos comprobantes de disposición adecuada y licencias de operación, para garantizar que el tratamiento que se realice, genere la menor contaminación posible.

*Imagen 5. Pregunta: ¿En el proyecto en el que trabaja generan residuos peligrosos o especiales?*



Fuente: Diana Montoya, 2018

Dependiendo de la zona en la cual se realice el proyecto, se puede ver afectada la fauna y la flora de la región, especialmen-

te cuando se construye sobre zonas boscosas, como es el caso de la Subestación Nueva Esperanza, donde se tuvieron que reubicar especies como oso perezoso, varios tipos de aves y árboles, adicionalmente se realizó un proceso de rescate arqueológico, ya que se encontraba en una zona de importancia histórica, este proceso duró alrededor de dos años. Generalmente se realiza compensación forestal cuando se encuentran árboles o diversos tipos de plantas que pueden ser afectadas y dependiendo del ente regulador, exige que se haga esta actividad para mitigar el impacto inicial. Si se toma en cuenta el resultado de la encuesta en la pregunta de la imagen 6, el 59% de los encuestados considera que en los proyectos en los que laboran no se afectó la fauna o flora, mientras que el 41% de los encuestados dice que si hay especies afectadas con la construcción de los proyectos, esta respuesta se puede ver influenciada porque la reubicación de especies se realiza antes de comenzar el proceso de construcción y la compensación forestal se realiza en zonas diferentes a las cuales se está ejecutando el proyecto.

*Imagen 6. Pregunta: ¿En el proyecto en el que trabaja se afectaron especies de fauna silvestre y/o tuvieron que ser reubicadas?*



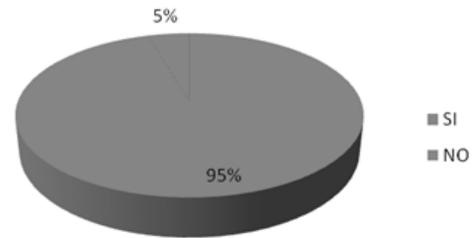
Fuente: Diana Montoya, 2018

#### **5.4. Medidas de control sugeridas para implementación futura en los proyectos, de acuerdo a los mayores impactos encontrados.**

Teniendo en cuenta la cantidad de impactos que se generan en un proyecto de construcción, específicamente de subestaciones, se hace necesario implementar medidas para el control de los mismos y la empresa constructora está en la obligación de cumplir con la normatividad ambiental vigente y poner en conocimiento de sus colaboradores cuáles son las actividades de mitigación que se realizan, según la encuesta, el 95% de los encuestados considera que si se realizan actividades de mitigación de impactos en el proyecto en el cual laboran, solamente un 5% considera que no se realizan dichas actividades para la reducción de impactos, esto se puede notar en la imagen 7, este desconocimiento se debe a la falta de interés en el tema ambiental, ya que se evidenció según visitas, registro fotográfico y listas de chequeo contrastando con el PMA, que si se realizan. Entre las actividades ambientales más relevantes que se ejecutan durante las labores, se encuentra la separación de residuos

sólidos en la fuente, seguida por las capacitaciones, compensación forestal, el cubrimiento de materiales y el uso de baterías sanitarias portátiles, adicionalmente se evidenció una especial preocupación por el cuidado de los recursos naturales.

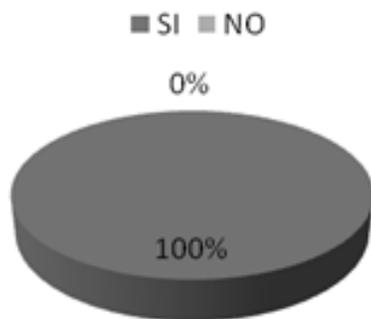
*Imagen 7. Pregunta: De las actividades que se realizan en su sitio de trabajo, ¿Existen actividades para evitar, reducir o mitigar los impactos negativos en el medio ambiente?*



Fuente: Diana Montoya, 2018

La generación de residuos sólidos es uno de los mayores impactos, debido a la cantidad de personal laborando y las actividades realizadas. Estos proyectos, debido a la importancia que le dan a los estudios de impacto ambiental, deben garantizar la disposición final adecuada de los residuos sólidos, y esto se evidencia en el resultado de las encuestas, cuando se les pregunta si se realiza separación de residuos en el proyecto, el 100% de los encuestados, señala que si se realiza este procedimiento. La forma más efectiva es utilizando puntos ecológicos con canecas de diferentes colores de la siguiente forma: caneca verde para residuos ordinarios, caneca gris para reciclaje, como papel y cartón, caneca azul para reciclaje como plástico y caneca roja para residuos especiales y peligrosos. Indagando en las subestaciones visitadas, se tienen otro tipo de residuos como chatarra, madera, escombros, que son tratados como residuos especiales y en muchas ocasiones pueden ser donados o comercializados. Los residuos sólidos son dispuestos en el relleno sanitario más cercano, por medio del servicio de recolección municipal, los materiales reciclables son llevados a un centro de acopio donde se le da el tratamiento adecuado y los residuos peligrosos son recogidos por empresas especializadas que se encargan de realizar la disposición final adecuada sin contaminar el medio ambiente. Otras medidas a tener en cuenta son el uso adecuado de materiales de construcción, reutilización de los recursos y capacitación al personal para que realicen una adecuada separación en la fuente y faciliten el trabajo del personal recolector.

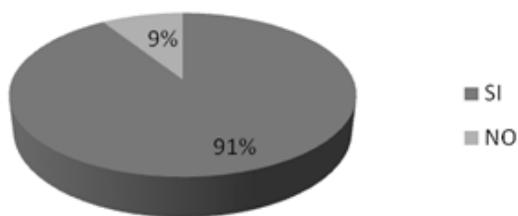
*Imagen 8. Pregunta: En el proyecto que usted trabaja, ¿Se realiza separación de residuos sólidos?*



Fuente: Diana Montoya, 2018

En los proyectos visitados, se tienen planes de capacitaciones en temas ambientales, para incentivar al personal en el cumplimiento de la normatividad y el cuidado a los recursos, se realizan por medio de charlas cortas, capacitaciones, campañas y talleres, según los encuestados, esto se pudo verificar mediante listas de chequeo, a pesar que el 91% de ellos acepta que en los proyectos se realizan capacitaciones al personal en temas ambientales, mientras que el 9% de ellos considera que no se capacita al personal en estos temas, este bajo porcentaje se debe principalmente al poco interés mostrado por algunos trabajadores en el cumplimiento de esta temática.

Figura 9. Pregunta: ¿La empresa le ha brindado la capacitación adecuada en temas relacionados con el cuidado al medio ambiente?



Fuente: Diana Montoya, 2018

Verificando en sitio y tomando como base los resultados de las encuestas, se ha podido concluir que algunos de los temas que se han abordado en las capacitaciones, en cuanto tema ambiental son principalmente: manejo adecuado de residuos, ahorro y cuidado del agua, cuidado al medio ambiente, protección a la fauna y flora, uso racional de agua y energía, contaminación al aire, reforestación, medidas de ahorro en el hogar, uso adecuado de productos químicos, sistema integrado de gestión, tala de árboles, ahorro de energía, reforestación, cuidado del aire, entre otros. Que son temas que están incluidos en las fichas de manejo ambiental y que hacen parte del cronograma mensual de capacitaciones, donde se incluye al menos una de tipo ambiental a la semana, de esta forma se garantiza que el personal tiene el conocimiento para actuar adecuadamente durante la ejecución de sus tareas, con compromiso ambiental.

Para hacer parte de la solución, se les solicitó a los encuestados que dieran recomendaciones para garantizar el cuidado al

medio ambiente, según su conocimiento previo en temas relacionados, por lo que estuvieron entre las más mencionadas: proteger los recursos naturales, evitar la deforestación, proteger las fuentes hídricas, manejar adecuadamente los residuos, realizar compensación forestal, y una planeación adecuada del proyecto, medición de gases, jornadas de orden y aseo, capacitación al personal y protección a la flora y fauna. El compromiso con estas actividades garantiza que el impacto se disminuya y que se obtengan mejores resultados en cuanto a la mitigación de estos impactos.

El personal de obra se observa bastante comprometido con el cuidado ambiental y trabajan en conjunto para lograr mejores resultados y cumplir con los objetivos planteados en un inicio, como evidencia se consultó con el personal acerca de esos compromisos que pudieran plantear para contribuir al cuidado del medio ambiente mientras estén realizando sus labores, este personal se compromete con realizar acciones para reducir el impacto negativo, especialmente con las siguientes actividades: manejo adecuado de residuos, uso adecuado de recursos naturales, uso adecuado de productos químicos, cumplimiento de medidas de manejo ambiental, aplicación de normas ambientales, proteger el medio ambiente, cubrir materiales con plástico y proteger la flora y fauna. Esta información se contrasta con la observación en campo y se puede verificar que estos controles se realizan diariamente, avalados por un profesional ambiental que está supervisando estas actividades y el cumplimiento de la normatividad.

## 6. DISCUSIÓN

Durante la revisión bibliográfica se ha encontrado que las investigaciones sobre este tema son muy básicas y más orientadas hacia los estudios de impacto ambiental de los proyectos, esto con el fin de dar cumplimiento a la normatividad y generar planes de acción para garantizar el cuidado al medio ambiente.

Como revisión se encontró que según la investigación realizada por Martínez (15) se pueden evidenciar los siguientes impactos en los proyectos:

**Medio social:** Generación de expectativas; generación de empleo (mano de obra no calificada); afectación del patrimonio cultural (arquitectónico, arqueológico y natural); afectación al uso del suelo; afectación de infraestructura vial y de servicios públicos; incremento del riesgo de accidentalidad; afectación a la comunidad; demanda de Bienes y Servicios

**Medio natural:** Aparición o incremento de erosión; afectación al patrimonio cultural, desestabilización de taludes; generación de residuos sólidos y material inerte; afectación a cuerpos de agua; afectación de la cobertura vegetal; alteración y/o disminución de fauna silvestre; afectación del paisaje; generación de r residuos líquidos (domésticos e industriales); generación de ruido; emisión de material particulado; generación de campos eléctricos y magnéticos.

Adicionalmente, para la mitigación de estos impactos se proponen las siguientes medidas: Política de manejo de residuos sólidos; educación ambiental; programa de rescate arqueológico previo al inicio y monitoreo durante la ejecución; señalización; disposición de desechos vegetales; manejo paisajístico y arborización; revegetalización compensatoria; rescate y manejo de fauna; manejo de remoción de la cobertura vegetal, restauración de trochas de tendido en servidumbre.

Estos hallazgos coinciden con lo encontrado en la investigación realizada, especialmente las afectaciones al medio natural, igualmente las medidas sugeridas son similares, a pesar que se enfocaban más en subestaciones y líneas de transmisión. Es de resaltar que la orientación del estudio iba hacia el cumplimiento de las licencias ambientales que otorga la autoridad nacional competente.

Adicionalmente, según el estudio del Grupo de Energía de Bogotá (16) se tuvo en cuenta las características de cada actividad en los proyectos analizados, luego se describieron los impactos ambientales y se elaboraron las matrices de evaluación, donde se tuvieron presentes tres medios: Biótico, Abiótico y Socioeconómico, en cada uno los impactos específicos, así:

**Medio abiótico:** Cambios en los procesos erosivos, alteración de la estabilidad geotécnica, cambio en las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo, cambio en la calidad del agua superficial, alteración de corrientes superficiales y puntos de agua subterránea naturales, cambio de la calidad del aire, cambios en los niveles de presión sonora, cambios en los niveles de radio interferencias e inducciones eléctricas, cambio a la calidad visual del paisaje.

**Medio biótico:** Cambio en el tamaño de áreas estratégicas de manejo especial, modificación de la cobertura vegetal, cambio en la presencia de individuos de especies amenazadas y endémicas, ahuyentamiento de fauna, colisión o electrocución de aves, atropellamiento de fauna, alteración de los hábitats de la fauna.

**Medio socioeconómico:** Cambio en la estructura y dinámica de la población, afectación de vías existentes, intervención de la infraestructura social, comunitaria, pública, privada y viviendas, riesgo de accidentes de tránsito, limitación en el uso del suelo e intervención a predios por debajo de las UAF, cambio en las fuentes de ingreso, cambio en la dinámica laboral, beneficio población colombiana por la ejecución del proyecto, alteración de patrones culturales, percepción que tienen los pobladores en la modificación del paisaje, generación de expectativas.

Por medio de estos impactos se generó un presupuesto ambiental para determinar el costo total del proyecto con las acti-

vidades de mitigación. La mayoría de los impactos encontrados fueron evidenciados durante el proceso de investigación, lo que trae como resultados un requerimiento de medidas de manejo ambiental con las mismas actividades relacionadas que garantizan que el cumplimiento de la normatividad se lleve a cabo y se puedan controlar los impactos descritos.

En los estudios tomados como referencia se clasifican los impactos por el medio en el cual se desarrollan, lo que facilita la interpretación y clasificación de los resultados por medio de matrices de impactos que se realizan en cada proyecto específico, tomando como base las actividades particulares de cada subestación.

El componente ambiental ha tomado fuerza en los últimos años y son muchas las empresas que se han comprometido con la mitigación de impactos, ya que no se concibe el desarrollo económico aislado del sostenible, deben ir de la mano para lograr mejores resultados y conservar un medio ambiente sano.

Si bien se ha descubierto que la actividad de construcción de subestaciones eléctricas en Colombia, genera grandes impactos en el medio ambiente y afecta tanto el interior como el exterior del proyecto y las comunidades cercanas, se hace necesario planear adecuadamente los proyectos, de tal manera que se tenga contemplado un presupuesto para el componente ambiental, ya que todos los recursos se ven afectados, en mayor y menor medida, y de acuerdo a los Planes de Manejo Ambiental, se deben tener ciertas medidas para evitar que el impacto sea considerable, el incumplimiento de estas medidas puede acarrear sanciones a las empresas y daños irreparables al medio ambiente. La normatividad ambiental ha sido exigente para el cumplimiento de los lineamientos establecidos en las licencias ambientales para la realización de los proyectos, de esta forma los trabajos se realizan de forma adecuada y se minimizan las afectaciones al entorno

La mitigación de los impactos ambientales es una actividad que compromete a cada uno de los actores involucrados en el proceso constructivo y se debe incentivar por medio de campañas educativas e información pertinente para que se convierta en una actividad del día a día, por esto es necesario involucrar a todo el personal en la prevención de daños al medio ambiente, por medio de jornadas educativas y lúdicas se puede incentivar a estas personas que participen activamente en las actividades planteadas para que no se convierta en una obligación, sino en un acto voluntario y estos conocimientos puedan ser llevados a la práctica en el sitio de trabajo y ser transmitidos a las personas con las cuales se relacionan externamente, de esta forma garantizar un medio ambiente sano y una disminución de la afectación al componente ambiental de los proyectos.

Anexo 1. Matriz de Leopold

CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS		Impactos generados	AIRE				AGUA			SUELO						SINTESIS						
			Calidad del aire	Generación de ruido	Material particulado	Gases	Sedimentación en cuerpos de agua	Derrame de combustibles	Contaminación al agua	Deforestación	Generación de residuos	Afectación a flora y fauna	Degradación del paisaje	Cobertura vegetal	Calidad visual	Pérdida de recursos naturales	Generación de empleo	Desarrollo económico	Número de interacciones		Sumatoria	
																			-	+	-	+
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	Levantamiento topográfico			-2 2					-2 3							+2 3		2	1	4 5	2 3	
	Adecuación de provisionales			-3 3				-2 3	-3 4			-2 3	-2 2					5	0	12 15		
	Retiro de capa vegetal							-4 5	-5 6	-4 5	-3 4	-7 5	-3 4	-3 4	+4 5			7	1	29 35	4 5	
	Excavaciones			-5 4				-4 5	-6 7	-3 2	-3 3	-2 4			+5 4			6	1	23 25	5 4	
	Elaboración de fomaletas			-2 3	-3 2				-3 5						-4 5			4	0	12 15		
	Cargue y descargue de equipos			-2 2		-2 3		-2 2	-2 3									4	0	8 10		
	Elaboración de concretos			-3 4	-2 4		-2 4	-2 3	-2 4	-3 4					-2 4	-5 6	+4 5	+3 4	8	2	21 33	7 9
	Rellenos estructurales			-2 4	-5 5			-1 2	-3 5							-4 5			5	0	15 21	
	Construcción de bases en concreto			-3 2	-4 3		-2 2	-2 4	-4 4	-2 3	-3 5	-2 3		-2 3	-2 4	+4 6	+4 5		10	2	26 33	8 11
	Construcción de ductos y cajas				-2 4								-2 2		-3 5				3	0	7 11	
	Montaje de estructuras y equipos			-2 3		-3 4				-4 3		-3 5		-3 4		+3 6	+5 7		5	2	15 19	8 13
	Conexión de equipos									-4 4						+3 5	+6 7		1	2	4 4	9 12
	Instalación de grava				-2 3					-4 5				-2 3	-2 3	-6 5			5	0	16 19	
	Lavado de herramientas						-3 5		-7 8	-2 5	-2 3					-4 5			5	0	18 26	
	Labores administrativas							-1 2	-3 5								+2 3		2	1	4 7	2 3
	Uso de productos químicos			-3 6	-3 4	-4 6		-3 6	-2 4	-4 5									6	0	19 31	
	Uso de maquinaria pesada			-3 4	-5 6	-3 4		-4 6	-5 6	-1 3	-3 5	-2 3	-5 6	-2 3	-3 3				11	0	36 50	
	Tránsito de vehículos			-2 4	-2 3		-2 2	-2 3	-2 4		-3 3								6	0	13 19	
SINTESIS	Número de interacciones	-	3	8	10	5	3	7	6	6	15	6	4	7	6	9	0	0				
		+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4				
	Sumatoria	-	8	21	31	14	7	16	18	21	48	17	11	22	14	34						
		+	14	27	34	19	11	26	25	28	67	21	15	26	20	44	27	18				

## REFERENCIAS / REFERENCES

- (1) Aldana, A. (2012). *Análisis crítico de la Evaluación de Impacto Ambiental en el sector eléctrico colombiano y propuesta de mejora*. Recuperado el 08 de noviembre de 2017 en <http://www.bdigital.unal.edu.co/8987/1/300262.2012.pdf>. Página 113
- (2) Álvarez, Y. (2010) *Impacto ambiental durante el proceso de la construcción*. Consultado el 22 de noviembre de 2016 en <http://www.monografias.com/trabajos82/impacto-ambiental-proceso-construccion/impacto-ambiental-proceso-construccion.shtml>
- (3) Área Metropolitana del Valle de Aburra. *Manual de gestión socio-ambiental para obras de construcción*. Medellín. 2010. Páginas 146.
- (4) *Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción*. Recuperado el 22 de noviembre de 2016 en <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>
- (5) Decreto 1753 de 1994
- (6) Diez, M.E (diciembre 2011). *Relaciones entre la Gestión Ambiental y la Responsabilidad Social Empresarial, caso de Subestaciones de Energía*. Revista AIE (Asociación de Ingenieros Electricistas) de la UdeA (10) pp. 37-42
- (7) GALEANO, María Eumelia. *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Fondo editorial Universidad EAFIT. Medellín. 2004. pág. 24 TOTAL: 82
- (8) Hernández, B. (2004). *Grandes obras de ingeniería y su impacto ambiental*. Recuperado el 30 de marzo de 2016 en <http://www.tecnicaindustrial.es/tifrontal/a-1488-grandes-obras-ingenieria-impacto-ambiental.aspx>
- (9) *Impactos ambientales en el sector de la construcción*. Recuperado el 22 de noviembre de 2016 en [http://www.construmatica.com/construpedia/Impactos\\_Ambientales\\_en\\_el\\_Sector\\_de\\_la\\_Construccion](http://www.construmatica.com/construpedia/Impactos_Ambientales_en_el_Sector_de_la_Construccion)
- (10) Maya, S. I. (2001). *Gestión Ambiental en Proyectos de Desarrollo*. 3a Edición.
- (11) Morales, L (2000, julio). *Proyectos de Ingeniería y su impacto ambiental*. *Ciencia e Ingeniería neogranadina* [En línea]. Consultado el 22 de noviembre de 2016 en [http://www.umng.edu.co/documents/63968/74797/wul\\_garticulo4.pdf](http://www.umng.edu.co/documents/63968/74797/wul_garticulo4.pdf)
- (12) *Sector de la construcción, motor del crecimiento de la economía*. Diario el País. Recuperado el 22 de noviembre de 2016 en <http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/sector-construccion-motor-crecimiento-economia>
- (13) Unión temporal nueva esperanza (2016). *Plan de manejo ambiental Subestación Nueva Esperanza 115kV*. Marzo-abril 2016.
- (14) HMV Ingenieros (2016). *Plan de manejo ambiental Subestaciones asociadas al proyecto REMOS*. 2016
- (15) Martínez, L. F. (2015). *Análisis de la guía ambiental para proyectos de distribución eléctrica*. Pereira.
- (16) Grupo Energía de Bogotá. (2016). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto UPME-03-2010, Subestación Chivor II - Y Norte 230 kV y Líneas de transmisión asociadas*. Bogotá