



UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR
SEDE CENTRAL
Sucre – Bolivia

**DIPLOMADO SUPERIOR EN EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL EN PROYECTOS**

**IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL USO DE
MAQUINARIAS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

**Monografía presentada para optar al
Diplomado Superior en Evaluación de
Impacto Ambiental en Proyectos**

ESTUDIANTE: PERCY ALEJANDRO ROMERO CAMACHO

Sucre - Bolivia

2021

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Arsenio e Hilda por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar. A Erwin, Gilmar y Carla por ser ejemplos de desarrollo profesional a seguir y por llenar de mi vida de alegrías y amor cuando lo he necesitado.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a todos mis docentes de del diplomado, por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo de su amistad.

A mi enamorada Patricia por confiar y creer en mí en el recorrido por este diplomado, dando ánimos para seguir adelante en mi vida profesional

RESUMEN

La presente monografía tuvo como propósito investigar y analizar todo lo relacionado con los impactos ambientales que se producen por el uso de maquinarias en proyectos de construcción civil, para lo cual se llevó a cabo una revisión bibliográfica que permitió hacer la caracterización de impactos ambientales bióticos, abióticos y las fuentes de generación de los mismos, así como las áreas de influencia que son afectadas; se realizó una descripción de las diferentes maquinarias y equipos que son usados en obras de construcción, una vez realizada la caracterización se describió las medidas de control, prevención y mitigación que se deben aplicar para cada uno de los impactos identificados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1 Antecedentes	1
2 Justificación.....	2
3 Planteamiento del problema de investigación.....	3
4 Formulación del problema de investigación	4
5 Objeto de Estudio	4
6 Objetivos.....	4
6.1 Objetivos General.....	4
6.2 Objetivos Específicos	4
7 Diseño Metodológico	4
CAPÍTULO I.....	6
1 Marco Teórico.....	6
1.1 Contaminación.....	6
1.2 Desecho	6
1.3 Estudio de Impacto Ambiental	6
1.4 Evaluación de Impacto Ambiental	6
1.5 Impacto ambiental	6
1.6 Impacto primario	6
1.7 Impacto secundario.....	7
1.8 Impacto a corto plazo y largo plazo	7
1.9 Impacto clave.....	7
1.10 Impacto acumulativo	7
1.11 Aspecto Ambiental	7
1.12 Derrames.....	7

1.13	Diagnóstico Ambiental de Alternativas.....	8
1.14	Emisión fugitiva	8
1.15	Equipos	8
1.16	Gestión Ambiental.....	8
1.17	Maquinaria.....	8
1.18	Material Particulado	8
1.19	Medidas de Manejo	8
1.20	Medio Ambiente.....	9
1.21	Planes de Implantación.....	9
1.22	Planes de Regulación y Manejo	9
1.23	Remediación	9
1.24	Riesgo Ambiental	9
1.25	Zona de Manejo y Preservación Ambiental	9
	CAPÍTULO II	10
2	Diagnóstico, análisis y tratamiento de la información	10
2.1	Diagnóstico inicial.....	10
2.1.1	Caracterización de impactos ambientales en el medio abiótico en el sector de la construcción	10
2.1.1.1	Suelo	10
2.1.1.2	Aire	10
2.1.1.3	Agua.....	11
2.1.2	Caracterización de los impactos ambientales en el medio biótico.	11
2.1.2.1	Flora.....	12
2.1.2.2	Fauna.....	12
2.2	Presentación de los datos obtenidos	13

2.2.1	Identificación y delimitación del área de influencia directa e indirecta.....	15
2.2.2	Caracterización de maquinarias de construcción y su impacto ambiental	15
2.2.2.1	Clasificación de maquinarias para construcción.....	15
2.2.3	Descripción de impactos ambientales generados por las maquinarias de construcción	18
2.2.3.1	Generación de material particulado.	19
2.2.3.2	Generación de emisiones atmosféricas.....	19
2.2.3.3	Generación de ruidos o emisiones acústicas.....	20
2.2.3.4	Generación de vibraciones.....	20
2.2.3.5	Alteraciones del suelo.....	20
2.3	Análisis y Tratamiento de los datos y fuentes de información.....	20
2.3.1	Medidas de manejo de impactos generados por maquinarias	21
2.3.2	Programas de control ambiental	22
2.3.2.1	Control de emisiones atmosféricas relacionados con el uso de maquinarias de construcción	22
2.3.2.2	Recomendaciones para la reducción de emisión de material particulado	22
2.3.2.3	Recomendaciones para la reducción de emisión de gases de combustión. ..	22
2.3.2.4	Recomendaciones para la reducción en la generación de ruido	23
2.3.2.5	Recomendaciones para las alteraciones del suelo.....	23
2.3.3	Análisis general de recomendaciones para el manejo ambiental en el uso de maquinarias en construcciones civiles.	23
2.4	Conclusiones o Resultados.....	24
2.5	Recomendaciones y sugerencias.	25
	BIBLIOGRAFÍA.....	26
	ANEXOS.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Generación de material particulado.....	28
Figura 2: Generación de emisiones atmosféricas.....	28
Figura 3: Generación de ruidos o emisiones acústicas.....	29
Figura 4: Alteraciones del suelo.....	29
Figura 5: Maquinaria Excavadora.....	30
Figura 6: Maquinaria Retroexcavadora.....	30
Figura 7: Cargador frontal.....	31
Figura 8: Unidad de acarreo o transporte.....	31
Figura 9: Equipos compactadores.....	32
Figura 10: Equipos compactadores.....	32

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción ha producido un gran impacto ambiental debido al cambio avanzado en la tecnología y la maquinaria empleada para la ejecución de cualquier obra de ingeniería, por ello el sector de la construcción y la industria deben afrontar una deuda aún pendiente relacionada con las formas de extraer, transportar y manipular materiales propios del sector debido a que al realizar estas prácticas se alteran las condiciones normales de la biosfera.

El resultado de este cambio se produce por las distancias de obtención de materias primas y la ubicación de su elaboración o construcción del proyecto de ingeniería, además de la escasez de los recursos cercanos y por último por la emisión de contaminantes producidos o derivados de actividades de la construcción.

La influencia que ha tenido el sector de la construcción en el desarrollo de los territorios, debido a que se encuentra en interacción con el medio ambiente siendo prioritario el respeto y la conservación del mismo.

No obstante, el reto a superar por la industria de la construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos los que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos.

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 y caracterización del impacto ambiental en aras de analizar y evaluar los efectos y modificaciones que puede llegar a tener un sistema, organización, proyecto o sitio de construcción. (Francisco J. Arenas, 2016, pp. 1-2).

Esta monografía tiene como propósito identificar los impactos producidos por la implementación de maquinaria en procesos de la construcción en el medio ambiente.

1 Antecedentes

La mitad de los materiales empleados en la industria de la construcción proceden de la corteza terrestre, produciendo anualmente en el ámbito de la Unión Europea 450 millones de toneladas de residuos de la construcción y demolición; esto es, más de una cuarta parte de todos los residuos generados. Este volumen aumenta constantemente, siendo su

naturaleza cada vez más compleja a medida que se diversifican los materiales utilizados. Este hecho limita las posibilidades de reutilización y reciclado de los residuos, que en la actualidad es solo de un 28% (en el caso de España, un 5%), lo que aumenta la necesidad de crear vertederos y de intensificar la extracción de materias primas. (Symons, Argus, Cowi and Bouwcentrum, 1999).

En términos estadísticos, se puede decir que el sector de la construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados. (Anink D., Boonstra C., and Mak J, 1996)

Si bien es cierto que el procesado de materias primas y la fabricación de los materiales generan un alto coste energético y medio ambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin menoscabo del medio ambiente.

Conocido es que los materiales de construcción inciden en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, desde su primera fase; esto es, desde la extracción y procesado de materias primas constituye la etapa más impactante, dado que la extracción de rocas y minerales industriales se lleva a cabo a través de la minería a cielo abierto, en sus dos modalidades: las canteras y las graveras.

El impacto producido por las canteras y graveras en el paisaje, modificación topográfica, pérdida de suelo, así como la contaminación atmosférica y acústica, exigen un estudio muy pormenorizado de sus efectos a fin de adoptar las medidas correctoras que tienden a eliminar o minimizar los efectos negativos producidos.

2 Justificación

La presente monografía se lleva a cabo teniendo en cuenta que como profesionales es deber cuidar y/o preservar el medio ambiente a pesar de las diferentes obras de construcción e infraestructura que se lleven a cabo como parte del proceso del país, para lo cual es importante conocer y entender los diferentes procesos en una construcción, ya

que este es el método más efectivo para prevenir y mitigar las agresiones al medio ambiente

Por lo tanto, es necesario poder informar a través de la presente monografía los tipos de impactos ambientales que surgen en proyecto de construcción civil.

3 Planteamiento del problema de investigación

El avance social implica procesos de urbanización, estas actividades están creciendo cada vez más en nuestro país gracias al desarrollo que la sociedad requiere, sin embargo este proceso de urbanización tiene sus consecuencias en la vida de las personas pero especialmente en el medio ambiente, ya que al desarrollar obras de construcción para urbanizar las diferentes regiones de un país o ciudad se está alterando el normal desarrollo del medio ambiente, así mismo el uso de materiales y maquinarias también genera consecuencias negativas, que si no son manejadas adecuadamente causan daños irreversibles, estas consecuencias son llamados impactos ambientales.

El crecimiento urbano acarrea a menudo un deterioro de las condiciones ambientales circundantes, producto de la ejecución de diversas obras civiles. Como un lugar de crecimiento demográfico, actividad comercial e industrial, las ciudades concentran el uso de energía y recursos y la generación de desperdicios al punto en que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos se ven abrumadas. Esta situación es empeorada por el rápido crecimiento demográfico de las urbes.

Entre los impactos relevantes y conocidos de las grandes obras civiles, destaca la alteración del medio natural. La mayoría de las grandes obras se someten, en su fase de proyecto, a la evaluación de su impacto ambiental. La ejecución de grandes obras civiles tiene otro importante impacto sobre poblaciones y cultivos próximos, así como sobre el medio natural que se deriva de la emisión de grandes cantidades de polvo y partículas. (Andrade E, 2005)

Según Metropól “Las construcciones tienen un alto impacto sobre el ambiente: utilizan recursos naturales renovables y no renovables en grandes cantidades; generan altos consumos energéticos antes, durante y después de construidas, propician emisiones de CO₂, y vierten al medio residuos líquidos, sólidos y gaseosos que en su mayoría no tienen

tratamiento alguno, causando un deterioro en la calidad de los distintos ambientes (agua, aire y tierra). (Metropol, 2009)

4 Formulación del problema de investigación

¿Qué medidas se pueden tomar para el cumplimiento de manejo del impacto ambiental producido por el uso de maquinaria en el sector de la construcción?

5 Objeto de Estudio

La presente monografía trata de conocer la importancia de conocer la identificación de impacto ambiental en una construcción civil con maquinarias en la fase o etapa de ejecución.

6 Objetivos

6.1 Objetivos General

Evaluar el impacto ambiental producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción con el fin de brindar posibles soluciones para reducir el impacto generado al medio ambiente

6.2 Objetivos Específicos

- Identificar los impactos ambientales que afectan al medio ambiente por la construcción
- Caracterizar los impactos ambientales que afecten al medio ambiente por la construcción civil
- Plantear alternativas de mitigación de los impactos generados.

7 Diseño Metodológico

Para abordar el problema planteado en la presente monografía, se estructura la siguiente estrategia que ayudara a desarrollar las actividades y que conllevan al éxito de culminar el producto final.

- Planteamiento del problema: En esta etapa fijamos el tema que se va desarrollar, que permitirá desarrollar las diferentes actividades que conllevan a la solución del problema planteado.
- Recopilación información bibliográfica: Indagar sobre los diferentes impactos ambientales identificados que genera el uso de maquinaria en la construcción, esto

nos permitirá realizar una recolección y clasificación de información que se asemeje a la monografía de investigación para así desarrollarla con éxito.

- Estudios y metodología: Con la información previamente recolectada, se realizará la caracterización de los impactos y se estudiará la metodología de la información que posteriormente se analizará.
- Análisis e interpretación de los resultados: A partir de la información adquirida con los diferentes estudios, se analizan los posibles factores, causas, antecedentes que puedan contribuir con la generación de impactos ambientales.
- Caso de estudio: Se tomará como referencia un estudio específico de un impacto ambiental donde se hará la comprobación del mismo y de esta manera poder identificar los impactos adicionales que no hayan sido tomados en cuenta.

CAPÍTULO I

1 Marco Teórico

1.1 Contaminación

Liberación de sustancias que, de manera directa o indirecta, que causan efectos adversos sobre el medio ambiente y los seres vivos. Existencia en el ambiente de contaminantes o agentes tóxicos o infecciosos que entorpecen o perjudican la vida, la salud y el bienestar del hombre, la fauna y la flora; que degradan la calidad del ambiente y en general, el equilibrio ecológico y los bienes particulares y públicos. (Corporación Autónoma Regional de Quindío, 2001)

1.2 Desecho

Cualquier materia líquida, sólida, gaseosa o radioactiva que es descargada, emitida, depositada, enterada o diluida en volúmenes tales que puedan tarde o temprano producir alteraciones en el ambiente.

1.3 Estudio de Impacto Ambiental

Se entiende como la documentación técnica de carácter interdisciplinar, que debe presentar los titulares de un proyecto para predecir, identificar, valorar, mitigar y corregir los efectos adversos de determinadas acciones que puedan afectar el medio ambiente y la calidad de vida en el área de intervención e influencia repercusión sobre el entorno de los efectos más notables, debidos al proyecto en sus distintas fases (diseño, construcción, funcionamiento y abandono) y de las medidas de prevención y corrección necesarias.

1.4 Evaluación de Impacto Ambiental

Es el procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como prevenir, las consecuencias o efectos que acciones o proyectos puedan causar al equilibrio ecológico.

1.5 Impacto ambiental

Es la alteración favorable o desfavorable del medio ambiente, provocando directa o indirectamente por un proyecto o una actividad en un área determinada

1.6 Impacto primario

Cualquier efecto en el ambiente biofísico o socioeconómico que se origina de una acción directamente relacionada con el proyecto, puede incluir efectos tales como: destrucción

de ecosistemas, alteración de las características del agua subterránea, alteración o destrucción de áreas históricas, desplazamiento de domicilios y servicios, generación de empleos temporal, aumento en la generación de concentraciones de contaminantes entre otras.

1.7 Impacto secundario

Los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción en particular, estos impactos pueden incluir: construcción adicional y/o desarrollo, aumento del tránsito, aumento de la demanda recreativa y otros tipos de impactos fuera de la instalación generados por las actividades de la instalación.

1.8 Impacto a corto plazo y largo plazo

Aquel cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años o en periodo superior respectivamente. (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016)

1.9 Impacto clave

Conjunto de impactos significativos que por trascendencia ambiental deberán tomarse como prioritarios

1.10 Impacto acumulativo

Aquel que, al prolongarse en el tiempo la acción de la causa, incrementa progresivamente su gravedad o beneficio. (Ley 1333 del Medio Ambiente, 1992)

1.11 Aspecto Ambiental

Elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente.

1.12 Derrames

Este evento puede ocurrir durante las operaciones de abastecimiento de combustible a la maquinaria dentro de la obra y la manipulación de otros materiales en ella.

1.13 Diagnóstico Ambiental de Alternativas

Estudio que permite caracterizar el medio ambiente en el cual se plantea el desarrollo de un proyecto para determinar cuál es la mejor alternativa técnica, ambiental y económica para el diseño y ejecución del mismo.

1.14 Emisión fugitiva

Es la emisión ocasional de material contaminante.

1.15 Equipos

Generadores y dispositivos que se necesitan para llevar a cabo tareas en el frente de obra.

1.16 Gestión Ambiental

Es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales, como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

1.17 Maquinaria

Cualquier aparato que transmite o modifica algún tipo de energía. Una máquina se puede definir como un conjunto de piezas móviles e inmóviles que por efecto de sus enlaces son capaces de realizar un trabajo.

1.18 Material Particulado

Son partículas sólidas que se liberan en granos finos, que flotan en el aire por acción de la gravedad, antes de depositarse. Estas se presentan generalmente en trabajos de pulido, triturado, perforación lijada, molienda, minería, cemento, etc. Este a su vez se divide en dos grupos que son: Polvo orgánico y Polvo Inorgánico.

1.19 Medidas de Manejo

Las medidas de manejo ambiental, son todas aquellas acciones orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales generados por el desarrollo de una actividad productiva. Es decir, atenúan o eliminan el valor final del impacto ambiental, y/o eliminan o controlan los procesos desencadenados por el mismo.

1.20 Medio Ambiente

Es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

1.21 Planes de Implantación

Previene y mitiga impactos en áreas reducidas del entorno urbano en equipamientos de escala metropolitana y urbana.

1.22 Planes de Regulación y Manejo

Fijan las condiciones para el óptimo funcionamiento de los usos dotacionales, y son requisito para la expedición de licencias de dotacionales metropolitanos, urbanos y zonales. Programa:

conjunto de acciones que permiten administrar de manera ecoeficiente una obra.

1.23 Remediación

Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para reducir o eliminar los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos.

1.24 Riesgo Ambiental

Posible fuente o circunstancia de peligro o dificultad que pueda ocasionar efectos ambientales negativos. Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o acción humana que afecta directa o indirectamente al medio ambiente.

1.25 Zona de Manejo y Preservación Ambiental

Franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica y destinada principalmente a su protección y preservación, así como al mantenimiento de los cuerpos de agua. Es la zona destinada para la transición entre la ciudad construida y el cuerpo de agua. Es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica destinada principalmente a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico. (Significados, 2003).

CAPÍTULO II

2 Diagnóstico, análisis y tratamiento de la información

2.1 Diagnóstico inicial

La gestión ambiental en la construcción tiene como objetivo establecer e implementar medidas de tratamiento o mitigación a los impactos bien sea adversos o beneficiosos que se derivan de las actividades que se llevan a cabo en una construcción, en este sentido se resaltan los aspectos ambientales del medio humano y natural y sus interacciones con los proyectos de construcción. A continuación, se describen algunos impactos ambientales bióticos y abióticos que se generan en obras de construcción

2.1.1 Caracterización de impactos ambientales en el medio abiótico en el sector de la construcción

2.1.1.1 Suelo

Presenta alteración fundamentalmente por los residuos, ya sean sólidos, líquidos y/o peligrosos, generados en la industria y que están asociados a actividades de desmonte, limpieza, excavaciones, demoliciones, obras hidráulicas y construcción de vías, entre otras.

El vertido de desechos y escombros de la construcción tiene numerosos efectos negativos en el medio ambiente, entre otros: contaminación, utilización excesiva de materiales con la consecuente pérdida de recursos naturales, degradación de la calidad del paisaje y alteración de drenajes naturales.

Los movimientos de suelo 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. (Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción, 2015).

2.1.1.2 Aire

Sus alteraciones están asociadas al polvo, el ruido, las emisiones de CO₂ como consecuencia de las actividades en la etapa de ejecución, el uso de combustibles fósiles,

uso de minerales, realización de excavaciones, corte de taludes y operación de maquinarias y herramientas.

Para el caso específico del dióxido de azufre, se plantea que este es producto del uso de los combustibles fósiles, mientras que el uso de minerales como material de construcción genera finas partículas de polvo durante su proceso de degradación, por el cual pueden pasar desapercibidos con enfermedades de las vías respiratorias.

La contaminación acústica o de ruido es producto principalmente en la operación de maquinarias y equipos utilizados en actividades de excavación, apertura de vías, transporte y descargue de materiales. Los elevados niveles de contaminación por ruido alteran a trabajadores y en el entorno. En este sentido, plantea que el ruido producido por una obra de construcción puede afectar el derecho al silencio, la comodidad y la salud de residentes y la población. Esto puede influir a hospitales, escuelas y otros servicios que estén cerca de una construcción. (Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción, 2015)

2.1.1.3 Agua

El recurso hídrico está asociado a los movimientos de suelo, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal, generando así 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. (Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción, 2015)

2.1.2 Caracterización de los impactos ambientales en el medio biótico.

Si bien las distintas etapas y actividades de la industria de la construcción generan impacto ambiental en el medio abiótico, es importante de la misma manera observar el efecto que se presenta en el medio biótico, es decir, en la flora y la fauna. La caracterización de este impacto incluye la mirada de las ciudades como un ecosistema susceptible a ser transformado por la actividad humana, comprendida por medios naturales urbanos como las calles arborizadas, los parques, los bosques urbanos y cursos de agua que generen beneficios para los habitantes.

2.1.2.1 Flora

En los sitios urbanos como rurales en donde se desarrollan los proyectos de construcción, hay variedad de vegetación como también la existencia de pastizales, matorrales, paisajes y conformación vegetal en general, que por acciones de la industria de la construcción se ven afectados.

En relación a la vegetación, se plantea que las actividades de construcción pueden dañar la vegetación en el sitio y en sus alrededores; uno de los componentes fundamentales es el que representan los árboles, teniendo en cuenta la importancia de estos.

- Polvo y arena: pueden llegar a tener efectos físicos donde llega afectar la fotosíntesis dado a la sedimentación de polvo y arena en las áreas de construcción.
- Los metales pesados: Spellerberg menciona que el uso del suelo y el tipo de metales pesados tienen relación con el polvo de las carreteras, la germinación de semillas y el crecimiento de la raíz en cultivos hortícolas.

2.1.2.2 Fauna

En las diferentes condiciones climáticas y geológicas se establecen especies de animales que se adaptan a las condiciones de los distintos sitios en donde se desarrollan proyectos de construcción, durante las diferentes etapas se pueden presentar afectaciones como la destrucción de madrigueras, nidos de aves, alteración del ciclo de vida, etc.

Una de las afectaciones que ocurre en este tipo de actividades son la migración de especies y la afectación de su ecosistema, como también la operación de las maquinarias genera ruidos y producen el ahuyentamiento de algunas especies como mamíferos y aves.

Por lo tanto, la fauna y la flora es susceptible a modificaciones que pueden alterar su vida de forma parcial o total.

2.2 Presentación de los datos obtenidos

A continuación, se describen los impactos ambientales que se generan en las diferentes actividades constructivas en una tabla.

Cuadro 1: Impactos ambientales que se generan en las diferentes actividades constructivas

Factor ambiental	Impacto ambiental	Descripción de Impacto
AGUA SUPERFICIAL	Cambios en la calidad del agua superficial	Se refiere a las alteraciones en los parámetros fisicoquímicos, biológicos del agua superficial, que hace que sus propiedades cambien total o parcialmente
	Alteración en la capacidad de transporte del agua	Se refiere a la acumulación de sedimentos en el cauce que no permite que el agua fluya normalmente
	Alteración del cauce	Se refiere a los cambios que sufre la morfología del cauce debido a la extracción de materiales u otras actividades dentro del cuerpo de agua
AGUA SUBTERRANEA	Alteración del nivel freático	Se refiere a las fluctuaciones que puede tener los niveles de agua
	Alteración capacidad de acuíferos	Este impacto se refiere a los cambios que puede sufrir el volumen de agua del acuífero
	Cambios en la calidad de agua de acuíferos	Alteraciones en la calidad físico química y biológica del agua subterránea
	Alteración en zonas de recarga hídrica.	Se refiere a los daños que pueden sufrir el volumen de agua del acuífero
GEOMORFOLOGICO	Alteración de la morfología	Se refiere a los cambios en la forma del terreno
	Activación o generación de procesos erosivos o de generación de masa	Se refiere a las inestabilidades en los terrenos, debido a deslizamientos, erosión, flujo hídrico, etc.

ATMOSFERICO	Cambios en la calidad del aire	Se refiere al aumento o disminución de las concentraciones de compuestos como el CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ y material particulado presentes en la atmosfera.
	Cambios en los niveles de ruido	Se refiere al aumento o disminución de decibeles de acuerdo con el valor de referencia según parámetros establecidos en los reglamentos ambientales de la ley 1333
SUELO	Perdida o ganancia del suelo	se refiere al volumen de suelo que se extraiga o que se adicione en un determinado sitio por las actividades del proyecto
	cambios en la calidad de los suelos	se presenta contaminación de suelos cuando hay incorporación al suelo de materias extrañas como residuos, desechos tóxicos, productos químicos y desechos industriales, lo cual produce una alteración que afecta negativamente a los nutrientes.
	alteración del uso actual	Cambios en el uso del suelo por las construcciones en sus diferentes etapas.
BIOTICO	Afectación áreas ambientalmente sensibles	Referido a cambios o afectaciones de áreas definidas por ley como de importancia ambiental ya sea como áreas protegidas
	Cambios en la cobertura vegetal	Modificación en áreas de los diferentes tipos de vegetacion
	Alteración de hábitat	Se refiere al daño a un hábitat natural de la fauna.
	Desplazamiento de poblaciones faunísticas	Se refiere al desplazamiento forzado de algunas especies propias de una zona cuando su hábitat es alterado.
PAISAJE	Alteración de los valores paisajísticos	Cambios en la visibilidad, calidad visual e intervención antrópica que afectan el paisajismo
SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	Generación de empleos	Se refiere a la demanda del proyecto de mano de obra del área de influencia del proyecto

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar son muchos los impactos que se generan en las obras de construcción y la identificación y manejo de cada uno es responsabilidad del contratista o ejecutor de obra, para la presente investigación se tendrán en cuenta los impactos relacionados con el uso de maquinarias.

2.2.1 Identificación y delimitación del área de influencia directa e indirecta

El área de influencia de un proyecto, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generara el proyecto.

En el desarrollo de las evaluaciones ambientales, se conforma un grupo multidisciplinario que participará en su elaboración, este deberá identificar y delimitar claramente el área de influencia. Esta delimitación se hace con base en una identificación previa de los posibles impactos (positivos y negativos) y riesgos que pueda generar el proyecto en las etapas de construcción o implementación, operación y/o abandono.

El área de influencia se debe definir específicamente para cada caso, en función a las particularidades del proyecto.

El área de influencia indirecta es la zona hasta donde llegaran los efectos ambientales producidos por el impacto.

2.2.2 Caracterización de maquinarias de construcción y su impacto ambiental

2.2.2.1 Clasificación de maquinarias para construcción

La maquinaria que se usa en construcción se clasifica de acuerdo a la capacidad, es decir, teniendo en cuenta la relación peso/volumen, en ese sentido se tienen maquinarias pesadas, semipesados, equipos livianos, donde estas maquinarias pueden ser móviles, fijas o transportadas

Las maquinarias pesadas requieren de un operador capacitado, generalmente son usadas para movimientos de tierra de grandes obras de ingeniería, algunas de estas son grúas, excavadoras, retroexcavadoras, tractores, etc. En cuanto a las maquinarias semipesados son de tamaño mediano, algunas son camiones, volquetas, carros cisternas, etc., finalmente los equipos livianos pueden ser maquinas pequeñas o equipos especializados, entre ellos las compresoras, bombas de agua, bombas de lodo, vibradoras, guinches, montacargas, etc.

La utilización de los diferentes tipos de maquinarias usadas en la construcción genera impactos ambientales. (véase cuadro 2)

Cuadro 2: Diferentes tipos de maquinarias usadas en la construcción genera impactos ambientales

MAQUINARIAS	DESCRIPCION	IMPACTO AMBIENTAL
Excavadoras	Maquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas con una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360°, que excava, carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de una cuchara fijada a un conjunto de pluma y balancín, sin que el chasis o la estructura portante se desplace.	Generación de ruidos, emisión de gases de CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno, óxido nítrico, partículas en suspensión
Retroexcavadora	La retroexcavadora es una maquina en la cual la pluma baja y sube en cada operación, se usa para excavar taludes verticales por debajo del plano de sustentación de la máquina, cargar, desplazar, movilizar y desmovilizar.	Generación de ruidos, emisión de gases de CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno, óxido nítrico, partículas en suspensión
Tractores con hoja de empuje	Máquina para movimiento de tierra con una gran potencia y robustez en su estructura, diseñado para el trabajo de corte (excavando) y al mismo tiempo empujando con la hoja. Se usa para excavar y acarrear cielo abierto en grandes dimensiones	Generación de ruidos, emisión de gases de CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno, óxido nítrico, partículas en suspensión
Cargadoras frontales	El cargador frontal es un equipo tractor, montado en orugas o en ruedas, que tiene un cucharón de gran tamaño en su extremo frontal. Se usan para excavar, cargar, descargar, acarrear o transportar	Generación de ruidos, emisión de gases de CO2, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno, óxido nítrico, partículas en suspensión
Camiones de transporte	Estas maquinarias están diseñadas para el acarreo de material y su respectiva descarga, posee una tolva coya capacidad puede ser al ras o colmada, el peso a cargar en la tolva está en función del tipo de material. Se usa para carga de material, descargar, acarrear, trasladar volúmenes de tierra excavada.	Emanación de gases y ruido, contaminación de suelo por derrames de combustible, contaminación del aire por emisión de partículas en suspensión.

Equipos de compactación	Tiene como función compactar el suelo para obtener una mejor estabilidad.	Generación de ruidos, generación de gases como CO2, NO2, generación de vibraciones en el suelo
Motoniveladora	Maquina versátil para mover tierra u otro material suelto, su función principal es de nivelar, modelar o dar la pendiente necesaria al material en que trabaja. Se considera como una máquina de terminación superficial en la cual se encarga de excavar, acarrear, nivelar.	Emanación de gases y ruido, contaminación de suelo por derrames de combustible, contaminación del aire por emisión de partículas en suspensión.
Plancha compactadora	Se usan para compactar suelos y concretos asfálticos en ubicaciones donde no pueden llegar las unidades grandes, funcionan a diésel y gasolina son semi mecánicas.	Emanación de gases y ruido, contaminación de suelo por derrames de combustible, contaminación del aire por emisión de partículas en suspensión.

Fuente: Mamani L. Richard. Maquinaria y equipo de construcción. Fichas maquinarias. La Paz Universidad Mayor de San Andrés, 2008.

Pág. 20-80

2.2.3 Descripción de impactos ambientales generados por las maquinarias de construcción

De acuerdo con lo expuesto en el cuadro 2 a nivel general, todas las maquinarias de construcción en general, causan los mismos impactos ambientales, a excepción de algunos como los equipos compactadores que por las vibraciones producen impactos adicionales. A continuación, se explican el tipo de impacto y sus aspectos que inciden (ver cuadro 3)

Cuadro 3: Impactos que generan las máquinas de construcción

IMPACTO AMBIENTALES	ASPECTOS
Alteración de la calidad del agua	Derrames de aceites, combustibles y/o sustancias no biodegradables.
Alteración de la calidad del aire	Generación de emisiones atmosféricas.
	Generaciones de ruido
	Generación de material particulado
Alteración de la calidad del suelo	Derrames de aceites, combustibles y/o sustancias no biodegradables.
	Compactación
Perdida de la biodiversidad	Generación de ruidos
	Generación de material particulado
	Remoción de la cobertura vegetal
	Derrames de aceites, combustibles y/o sustancias no biodegradables.
	Destrucción de hábitats
Alteraciones sociales	Generación de ruidos
	Generación de material particulado
	Generación de emisiones atmosféricas.
	Ocupaciones de zonas ajenas al proyecto
	Alteración de la transitabilidad (peatonal y vehicular)
	Vibración en viviendas aledañas

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, las maquinarias generan impactos negativos, tanto en medios bióticos como abióticos y sociales, estos impactos son a corto y mediano plazo, algunos reversibles; a continuación, se explica los aspectos específicos que genera cada impacto por el uso de maquinarias de construcción.

2.2.3.1 *Generación de material particulado.*

Se trata de un impacto negativo de carácter reversible a corto y mediano plazo, de influencia directa sobre la atmosfera e indirecta sobre otros factores del medio, son impactos con medidas preventivas y medidas correctivas para su minimización.

El polvo y partículas afectan a la población en caso de que el proyecto de construcción este cerca, pudiendo ser dañinos para la salud. Este impacto se presenta en la fase de ejecución o construcción de los proyectos y puede ser de larga duración dependiendo el tipo de actividad que se desarrolle y la magnitud de las mismas.

El tránsito de maquinarias puede generar deposiciones de polvo en el entorno y sobre la vegetación circundante por la caída de material de las maquinarias de carga o transporte.

Así mismo, se produce impacto de forma indirecta a las aguas superficiales como consecuencia del arrastre de materiales sueltos o polvo, aumentando los sólidos en suspensión de la escorrentía superficial. (Evren Ingeniería Medioambiental y civil, 2003) (Figura 1, Anexos).

2.2.3.2 *Generación de emisiones atmosféricas.*

La contaminación atmosférica por emisiones es uno de los impactos de más relevancia por la utilización de maquinarias en obras de construcción, ya que tendrá afectación al medio ambiente provenientes de los motores de las maquinarias.

Se trata de un impacto negativo de carácter reversible a corto y mediano plazo, de influencia directa sobre la atmosfera, donde se puede tomar medidas preventivas y medidas correctivas para su minimización.

Estas emisiones de gases y partículas afectan a la población por ser gases tóxicos contaminantes como CO₂, CO, NO₂; la contaminación de la atmosfera por estos gases afecta a la salud de las personas ya que pueden tener problemas respiratorios. (Figura 2, Anexos)

2.2.3.3 *Generación de ruidos o emisiones acústicas.*

La contaminación por emisiones acústicas es uno de los impactos de más relevancia debido al aumento de niveles sonoros en la zona de obra, por utilización y funcionamiento de maquinarias. Esto, se trata de un impacto negativo de carácter reversible a corto plazo, de influencia directa sobre la atmosfera y la población, por molestias auditivas. (Figura 3, Anexos).

2.2.3.4 *Generación de vibraciones*

La generación de vibraciones es dada por la maquinaria usada para la ejecución de obras de construcción, puede provocar molestias a una población cercana a la obra, como también puede afectar a edificaciones cercanas al proyecto.

Se trata de un impacto negativo en donde es recomendable la realización de controles exhaustivos durante el proceso constructivo de las obras para la minimización de riesgos. (Corporacion Universitaria e Ciencia y Desarrollo, 1998)

2.2.3.5 *Alteraciones del suelo.*

El impacto relacionado con alteraciones o contaminación de suelo es producido por maquinarias de construcción al tener un derrame de aceites y/o lubricantes que se usan en estas, este impacto es moderado, ya que se puede mitigar con medidas de vigilancia, mantenimiento para evitar vertidos incontrolados de los aceites o sustancias contaminantes. (Evren Ingenieria Medioambiental y civil , 2003) (Figura 4, Anexos)

2.3 *Análisis y Tratamiento de los datos y fuentes de información*

La construcción es una manifestación de desarrollo, proceso y mejoramiento de la calidad de vida de las personas y que se puede considerar como un aspecto positivo, sin embargo, las obras de construcción, sin importar su clase o magnitud, generan un alto impacto en el medio ambiente ya que “utilizan recursos naturales renovables y no renovables en grandes, medianas y pocas cantidades”; generando altos consumos energéticos antes y después de proyectos construidos, esto propiciando emisiones de CO₂ como también otros tipos de impactos especificados en el anterior capítulo.

Asi mismo, los diferentes impactos que generan las obras de construcción dependen de factores como:

- Características de las obras constructivas
- Entorno o ubicación en donde se llevará a cabo la obra
- Condiciones climáticas
- Tipo de tecnología que se requiera emplear

Teniendo en cuenta este último aspecto, y como se pudo determinar en el capítulo anterior de la presente monografía de investigación, el uso de maquinarias de construcción genera impacto de todo tipo, algunos con mayor incidencia que otros, es por esta razón que se deben diseñar planes de gestión ambiental, en donde se desarrollen actividades de prevención, mitigación, control, etc., y de esta manera reducir el grado de impactos generados por la utilización de maquinarias.

A continuación, se describen las medidas de manejo y planes de gestión ambiental que diferentes entidades han diseñado como guías para el personal encargado de obra de construcción, que servirán de base para el análisis de estudio en la generación de impactos ambientales por uso de maquinarias.

2.3.1 Medidas de manejo de impactos generados por maquinarias

Las medidas ambientales para maquinarias de construcciones civiles se guiarán según la ley 1333 y sus reglamentos dando la importancia en que se pueda dar un uso preventivo y correctivo a las actividades de construcción en la generación de impactos ambientales.

- Se debe realizar el adecuado mantenimiento para la prevención y mitigación de impactos negativos que puedan dejar los equipos, vehículos y maquinarias a la hora de ejecutar una obra de construcción.
- Se debe realizar un plan de contingencias para el manejo o derrame de cualesquiera sustancias peligrosas que pueda generar daño al medio ambiente.
- El operario encargado de las maquinarias deberá capacitarse en el uso de los equipos según manuales suministrados por los fabricantes para el desarrollo eficaz de sus operaciones.
- El operador debe verificar el estado de las maquinarias, que se encuentren en óptimas condiciones con el fin de evitar derrames que contaminen el suelo.

2.3.2 Programas de control ambiental

2.3.2.1 Control de emisiones atmosféricas relacionados con el uso de maquinarias de construcción

La contaminación atmosférica generada durante el desarrollo de una obra civil, procese de tres fuentes principales: emisión de material particulado, gases de combustión y ruido generado por la operación de maquinarias.

El adecuado control a estas fuentes minimiza los efectos adversos al medio ambiente y disminuye los efectos negativos que estos pueden ocasionar sobre la salud humana, así mismo, el control de los niveles de ruido por debajo de los límites permisibles que rige en su reglamento ambientales de la ley 1333 de medio ambiente.

2.3.2.2 Recomendaciones para la reducción de emisión de material particulado

Se recomienda llevar a cabo las siguientes medidas de control:

- Implementar un sistema de limpieza o lavado de llantas de todos los equipos y maquinarias que salgan de obra. Evitando usar agua potable, se sugiere que sean aguas usadas en algún proceso o agua almacenada de precipitaciones.
- Controlar que los equipos y maquinarias transiten sobre terrenos descubiertos, no lo hagan a más de 20km/h. Mantener húmedas los sitios de tránsito. En caso de tratarse de vías pavimentadas, elaborar un programa de barrido regular para evitar el levantamiento de material particulado.
- Inspeccionar que los vehículos que cargan y descargan materiales dentro de las obras estén acondicionados con carpas o lonas para cubrir el material.

2.3.2.3 Recomendaciones para la reducción de emisión de gases de combustión.

- Se recomienda a la empresa contratista en que todas las maquinarias y equipos que cuenten con una certificación de control de gases emitido por una empresa certificada en el área.
- Controlar las emisiones atmosféricas generadas por las maquinarias (retroexcavadoras, montacargas, entre otros) bajo medición y revisión mecánica de gases.
- Verificar que se realice el debido mantenimiento a los equipos y maquinarias.

2.3.2.4 Recomendaciones para la reducción en la generación de ruido

- Cuando se requiera utilizar equipos sonoros, a más de 80 decibeles, se recomienda trabajar solo en jornada diurna y por periodos de tiempo cortos.
- Verificar que las maquinarias, equipos móviles puedan contar con silenciadores en los tubos de escape.
- Controlar los niveles sonoros de los vehículos, maquinarias y equipos pesados mediante la instalación de mecanismos de insonorización y mantenimiento garantizado cumpliendo reglamentos ambientales de la ley 1333.

2.3.2.5 Recomendaciones para las alteraciones del suelo.

- Evitar el derrame de aceite o combustible sobre el suelo, instalar barreras para mitigar o evitar cambios en el suelo.
- Supervisar que las maquinarias o equipos pesados no tenga fugas de combustibles, en caso así lo sea, requerir un almacenamiento temporal de combustibles.
- En caso se presente derrames accidentalmente en el suelo, el operario debe de dar parte al responsable para activar un plan de contingencias

2.3.3 Análisis general de recomendaciones para el manejo ambiental en el uso de maquinarias en construcciones civiles.

Como se pudo observar, existen diferentes impactos ambientales según la identificación que se realizó exhaustivamente, por ende, existen guías, libros, reglamentos en donde pueden llegar a facilitar la mitigación, prevención y manejo de impactos ambientales generados por el uso de maquinarias.

No obstante, se realizó unas series de recomendaciones para los contratistas de empresas civiles que podrían implementar según la categorización del proyecto. Es importante mencionar que las medidas de manejo de impacto ambiental en cuanto al uso de maquinarias deben de planearse e implementarse de acuerdo a las diferentes etapas de construcción, operación o funcionamiento del proyecto.

Sin embargo, las recomendaciones de manejo de impactos ambientales descritas anteriormente son solo algunas de las que los contratistas pueden incluir en sus planes de mitigación y/o prevención.

2.4 Conclusiones o Resultados

Se pudo evaluar que el uso de maquinarias en obras de construcción genera afectación directa de los componentes del medio ambiente como es el caso de la destrucción de ecosistemas, alteración de las características del agua, suelo y aire, cambios en los medios bióticos y abióticos, estos impactos pueden ser inevitables, reversibles, irreversibles o mitigados, según sea el componente afectado y las características mismas del impacto, por lo cual se debe llevar a cabo un estudio previo a la iniciación de los proyectos.

Se pudo determinar que el uso de uso de maquinarias y vehículos en obras de construcción generan impactos en todos los componentes del medio ambiente, como son Alteración de la calidad del agua Alteración de la calidad del Aire, Alteración de la calidad del suelo, Pérdida de Biodiversidad, Alteraciones sociales, en cada uno de estos se generan afectaciones específicas, provocadas directamente por el tipo de máquina y por las actividades que se realizan con éstas, tal es el caso de los impactos generados por emisiones y generación de partículas los cuales son impactos inevitables, que sin embargo se pueden controlar para que las afectaciones no sean tan altas. Por otro lado, se tienen los impactos generados por las actividades que realizan las máquinas o vehículos, como por ejemplo el derrame de combustible, que puede afectar tanto el suelo como los cuerpos de agua presentes en la zona, estos impactos pueden ser reversibles y mitigados en caso que se presente la situación, aunque la mejor opción es el control y prevención para que no ocurra este tipo de afectaciones. Entre los impactos más importantes que se producen en obras de construcción por el uso de maquinaria está la afectación del aire por las emisiones atmosféricas con gases tóxicos contaminantes como CO₂ CO NO₂, así mismo se ve afectado por partículas en suspensión ya que estas emisiones son inevitables y sus efectos en la mayoría de los casos son irreversibles ya que estos contaminantes afecta la salud de las personas y de la fauna de forma directa al respirar, al igual que puede afectar a la vegetación, en este caso las medidas de manejo deben estar enfocadas a prevenir, mitigar y controlar las emisiones y la generación de material particulado dentro y fuera de la construcción.

Se pudo establecer que existen diferentes medidas de manejo para cada uno de los impactos ambientales que genera el uso de maquinarias y equipos en obras de construcción que contemplan actividades de prevención, control y mitigación de las

diferentes afectaciones, en las que se contempla por ejemplo el uso de maquinarias modernas para evitar la generación de emisiones, en condiciones óptimas, así mismo sugieren la realización de actividades preventivas como mantenimientos de los vehículos para evitar fugas y derrames, lavado de llantas en zonas adecuadas para evitar la contaminación del suelo y fuentes hídricas, así mismo las medidas de control y mitigación sugieren el uso de las tecnologías más limpias y el uso de combustibles amigables con el ambiente, así como, procurar el uso eficiente de los mismos. Así mismo se contemplan recomendaciones de manejo, prevención y mitigación específicas para cada uno de los impactos, es decir, recomendaciones para la Reducción de la Emisiones de gases y Material Particulado como control e inspección de los vehículos, sistema de limpieza o lavado de llantas uso de señalizaciones y equipamientos como poli sombras, carpas, inspección y seguimiento de las emisiones permitidas. Recomendaciones para la reducción en la generación de ruido en donde se debe hacer control de los niveles sonoros mediante la instalación de mecanismos de insonorización y mantenimiento adecuado, garantizando el cumplimiento de los estándares para emisión de ruido. Recomendaciones para disminuir la afectación de la transitabilidad en donde se sugiere hacer una programación de transporte de maquinaria en horas viables, debida señalización y ubicación de señaléticas informativas.

2.5 Recomendaciones y sugerencias.

Se recomienda desarrollar más investigaciones en donde se hagan estudios detallados para poder analizar las diferentes fases en la prevención y mitigación ambiental en el área de la construcción.

Incentivar al estudio y análisis de manuales y guías sobre diseños de planes de manejo y gestión ambiental como parte de la formación profesión, con miras de fortalecer conocimiento sobre el tema.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade E, .. (2005). *Impacto ambiental de obras civiles*. Bogota.
- Anink D., Boonstra C., and Mak J. (1996). *Handbook of sustainable building. An Environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment*. Londres.
- Caracterizacion de impactos ambientales en la industria de la construccion*. (25 de 03 de 2015). Obtenido de www.blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion
- Corporacion Autonoma Regional de Quindo. (2001). *Glosario de terminos ambientales*. Quindo.
- Corporacion Universitaria e Ciencia y Desarrollo. (1998). *Contaminacion por ruido y vibraciones*.
- Evren Ingenieria Medioambiental y civil . (2003). *Identificacion y evaluacion de impactos ambientales en construccion*.
- Ley 1333 del Medio Ambiente. (1992). *Reglamento General de Gestion Ambiental*. Bolivia.
- Metropol. (2009). *Manual de Gestion socio - ambiental para obras en construccion*. Medellin, Colombia: La Empresa.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). Mexico.
- Significados*. (16 de 05 de 2003). Obtenido de definicion de impacto ambiental: www.significados.com/impactoambiental
- Significados*. (18 de 05 de 2003). Obtenido de definicion de impacto ambiental: www.significados.com/impactoambiental
- Symons, Argus, Cowi and Bouwcentrum. (1999). *Construction and demolition waste management practices their economic impacts*. Europa: European Commision.

ANEXOS

Figura 1: Generación de material particulado.



Figura 2: Generación de emisiones atmosféricas



Figura 3: Generación de ruidos o emisiones acústicas



Figura 4: Alteraciones del suelo.



Figura 5: Maquinaria Excavadora



Figura 6: Maquinaria Retroexcavadora



Figura 7: Cargador frontal



Figura 8: Unidad de acarreo o transporte



Figura 9: Equipos compactadores



Figura 10: Equipos compactadores

