

## UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



### **Desarrollo de estrategias ambientales que contribuyan a la reducción de los impactos ambientales en la ejecución de obras de ingeniería civil.**

Asistente de investigación

Andrés Felipe Cruz Farfán

Diego Andrés Beltrán Bolívar

Natalia Africano Plazas

Bogotá D.C

20 15

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



**Desarrollo de estrategias ambientales que contribuyan a la reducción de los impactos ambientales en la ejecución de obras de ingeniería civil.**

Asistente de investigación

Andrés Felipe Cruz Farfán

Diego Andrés Beltrán Bolívar

Natalia Africano Plazas

Tutor: Clara Inés Pardo

Administración en Logística y Producción

Bogotá D.C

2015

## **AGRADECIMIENTOS**

A lo largo de nuestras vidas encontramos innumerables problemas, desafíos y retos, situaciones que nos ponen a prueba y se encargan de definirnos como personas, amigos, incluso como profesionales. Cada paso que damos en la vida no sería el mismo sin aquellos retos que convierten un simple hecho en algo más trascendente y significativo, aquellos grandes logros que significan para una persona superarse y le dan rumbo a su vida. La carrera universitaria es sin lugar a dudas uno de estos logros significativos que cambian el sentido de la vida de cada persona, una etapa llena de dificultades y retos que por estas mismas razones ya acercándose a su final nos deja una satisfacción inmensa y del mismo modo una gratitud total hacia todas las personas que hicieron parte de esto y nos ayudaron en la consecución de este objetivo tan importante en nuestras vidas.

Nuestro más sincero agradecimiento a la Doctora Clara Inés Pardo Martínez quien nos acompañó no solo durante toda la realización de este trabajo de grado, sino durante nuestro transcurrir por la Universidad. Su apoyo durante la ejecución de este proyecto fue determinante para lograr una investigación exitosa y enriquecida. Su rol activo como tutora fue una ayuda invaluable para todos nosotros, que nos llevamos de ella conocimientos diversos y un ejemplo a seguir como profesional y como persona.

Gracias a nuestras familias quienes siempre han constituido un apoyo incondicional para cada uno y nos acompañaron a lo largo de todo este proceso, motivándonos a seguir adelante y creyendo en nosotros ciegamente. Esperamos este sea solo el primero de muchos éxitos más como profesionales y que a lo largo del tiempo podamos retribuir de alguna forma todo el soporte que nos han brindado a lo largo de nuestras vidas, son en definitiva nuestros pilares, nuestra guía y nuestra motivación de seguir adelante.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	2
Palabras Claves:.....	2
ABSTRACT .....	3
Key Words:.....	3
1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. MARCO CONCEPTUAL .....	7
3. MARCO METODOLÓGICO .....	12
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	16
4.1 Descripción de procesos .....	16
4.2. Diagrama de bloques .....	21
4.3. Matriz de evaluación ambiental.....	26
5. ESTRATEGIAS.....	37
5.1 Separación de residuos en la fuente.....	39
5.2. Compra e implementación de indumentaria correspondiente .....	40
5.3. Regulación del consumo de agua y reutilización de la misma .....	41
6. FICHAS AMBIENTALES .....	42
6.1. Ficha ambiental separación de residuos en la fuente.....	43
6.2. Ficha ambiental indumentaria correspondiente .....	44
6.3. Ficha ambiental regulación y reutilización de agua .....	45
7. CONCLUSIONES .....	46
8. RECOMENDACIONES .....	47
9. BIBLIOGRAFÍA .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales procesos de la construcción .....	17
Figura 2: Entradas y salidas del movimiento de tierras .....	22
Figura 3: Entradas y salidas de la cimentación .....	23
Figura 4: Entradas y salidas de estructura y cubierta.....	24
Figura 5: Entradas y salidas de la mampostería.....	24
Figura 6: Entradas y salidas de la carpintería metálica y de madera, instalaciones de pisos y enchapes.....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1.....	15
Tabla No. 2.....	27
Tabla No. 3.....	31
Tabla No. 4.....	37

## GLOSARIO

**Ambiente:** Conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo. (Real Academia española, 2015)

**Contaminar:** Alterar nocivamente una sustancia u organismo por efecto de los residuos procedentes de la actividad humana o por la presencia de determinados gérmenes microbianos. (Larousse Diccionario Enciclopedico 2007, 2007)

**Control ambiental:** La vigilancia, inspección y aplicación de medidas de conservación del ambiente o para reducir y, en su caso, evitar la contaminación del mismo.

**Desecho:** Residuo, basura. (Real Academia española, 2015)

**Evaluación del impacto ambiental:** es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa de las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. (Ponce de Leon, Carabias Lillo, Provencio, Rodriguez, Gomez Sosa, & Alonso Olvera, 2000)

**Impacto ambiental:** Consecuencia que sobre el medio ambiente produce las modificaciones o perturbaciones parciales o totales del mismo. (Larousse Diccionario Enciclopedico 2007, 2007)

**Recursos naturales:** Conjunto de materiales y medios que se pueden aprovechar del entorno físico. (Larousse Diccionario Enciclopedico 2007, 2007)

## RESUMEN

Los diferentes sectores de la economía ejercen múltiples actividades que impulsan el crecimiento socio-económico de los diferentes países, sin embargo dichas actividades tienen repercusiones importantes a nivel ambiental, dentro de las que se encuentran transformaciones irreversibles del planeta, tanto físicas como químicas. Gracias a esto, en la actualidad, las empresas y organizaciones han empezado a controlar con mayor responsabilidad sus respectivos procesos y operaciones, buscando no solo mitigar los impactos negativos ocasionados al medio ambiente y a la sociedad sino la optimización en el uso de recursos tanto físicos como económicos. El presente estudio tiene como finalidad analizar las operaciones que se realizan en una obra civil, con el fin de identificar cuáles son las principales causantes de contaminación, por otro lado se hará mención de como la normatividad y legislación colombiana aplica y ejerce control en cada uno de los mismos, finalmente se plantearán diferentes soluciones y alternativas para que dicha industria pueda implementarlas en sus quehaceres diarios. Para lograr lo anterior se utilizaron diferentes herramientas que facilitaron la obtención de datos e información para el estudio tales como: entrevistas a los miembros y participantes de la obra civil, visitas de campo, recopilación de información de estudios similares, realización de la matriz de aspectos e impactos y fichas ambientales, entre otras. Los resultados obtenidos permitieron entender que es inevitable que esta industria no genere ciertas contaminaciones e impactos negativos, además de identificar que la normativa del país en cuanto control ambiental se encuentra algo atrasada, factor que fue determinante a la hora de proponer distintas alternativas que buscan tanto facilitar las prácticas que el sector de la construcción tiene en el país como minimizar al máximo los impactos ambientales negativos ocasionados.

### **Palabras Claves:**

Obra civil, aspecto ambiental, impacto ambiental, medio ambiente, contaminación, recursos, normatividad, medidas mitigación.



## **ABSTRACT**

The different economic sectors practice many activities that promote the socio-economic growth of every country, though such activities have a significant impact on an environmental level, such as irreversible changes both physical and chemical of the planet. Nowadays companies and organizations have begun to control more responsibly their processes and operations, seeking not only to mitigate the negative impacts caused to both environment and society, but the optimal use of physical and economical resources. The following study aims to evaluate the operations carried out in a civil engineering project in order to identify what are the main contaminating activities involved, on the other hand it will be noted how Colombian standards and legislation applies and exercises control upon each of the activities identified, finally different solutions and alternatives for the industry to implement are proposed. To achieve study objectives different tools that facilitated the collection of data and information were used such as interviews with members and participants of civil engineering, field visits, data collection of similar studies, implementation of an environmental aspects and impacts matrix and environmental chips, among others. Results obtained allow understanding that it is inevitable for this industry not to generate certain contamination and negative impact, besides they allow identifying country regulations regarding environmental control are outdated, determining factor when proposing alternatives that seek both the facilitation of construction industry activities along the country and minimize the most negative environmental impacts caused.

### **Key Words:**

Civil engineering work, environment, environmental aspect, environmental impact, contamination, resources, regulations, mitigation measures.

## 1. INTRODUCCIÓN

La construcción es una expresión del ser humano que refleja el interés que tiene este en intervenir y modificar las condiciones iniciales de un medio para mejorar su estilo de vida, el deseo de querer facilitar los quehaceres diarios ha llevado al hombre a buscar diferentes alternativas para mejorar la infraestructura de su entorno. Gracias a la construcción el hombre ha podido acentuarse en lugares donde las condiciones ambientales y/o geográficas son realmente hostiles, creando estructuras que no solo facilitan el resguardo de las personas de las condiciones externas sino estructuras que proveen comunicación física entre ciudades y poblaciones.

La actualidad económica mundial es dinámica y realmente compleja, la gran mayoría de países alrededor del mundo, sino su totalidad, están regidos por la dinámica económica establecida y de esta manera se ven obligados a buscar reiterativamente formas de acelerar y estabilizar su crecimiento económico. Para lograr esta meta, las economías de cada país se apoyan en diversos sectores, algunos de los cuales son particularmente grandes y aportan en mucha mayor medida al PIB de cada país y su crecimiento económico neto. Uno de estos sectores es el sector de la construcción, su relevancia económica es definitiva, a nivel mundial la industria constructora aportó alrededor de la décima parte del PIB mundial y un 7% del empleo (OMC, 2015). Para la economía colombiana, la industria de la construcción fue la rama que presentó el mayor crecimiento en su aporte al PIB del país, para el segundo trimestre de 2015 tuvo una variación porcentual anual del 8,7 %, comparado al segundo trimestre de 2014 (DANE, 2015).

Es importante resaltar que el sector de la construcción no solo aporta significativamente al crecimiento económico y al desarrollo de los países, sino que presenta altas tasas de generación de desechos y contaminación, realidad lamentable debido a la magnitud y crecimiento acelerado de esta industria.

Actualmente el cuidado ambiental es un tema que ha venido cobrando gran importancia, esto debido a las diferentes consecuencias que se están viviendo debido al uso inadecuado de los

recursos naturales. La conciencia creciente sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y los recursos naturales ha generado a lo largo del planeta el surgimiento de políticas gubernamentales más fuertes, que buscan no solo generar conciencia sobre la problemática, sino disminuir las consecuencias negativas que generan sobre el medio ambiente hogares y principalmente empresas de todos los sectores y actividades económicas. Es importante aclarar que aunque actualmente muchas organizaciones han desarrollado políticas y prácticas que contribuyen al cuidado del medio ambiente, siguen siendo muchas más las que no cuentan con una gestión ambiental correcta. Particularmente en el caso colombiano, se encuentra una constante tendencia al desconocimiento u omisión de políticas ambientales empresariales pertinentes, especialmente en pequeñas y medianas empresas que aún no dimensionan la importancia de una gestión ambiental correcta, ni los beneficios tangibles e intangibles que trae dicha gestión.

Pese al auge de la preocupación y concientización sobre el medio ambiente dado a nivel mundial, la realidad empresarial en Colombia no responde fielmente a este comportamiento. Al ser un país en desarrollo, la búsqueda de un crecimiento económico acelerado genera que el componente ambiental sea dejado de lado, primando sobre este el beneficio económico y obviando el hecho que ambos componentes son sin lugar a dudas complementarios y pueden darse conjuntamente. Es así como empresas de diversos sectores, quienes juegan un papel crucial y de suma importancia para el crecimiento y desarrollo económico del país, generan grandes impactos ambientales que aún no regulan.

El sector de la construcción es en definitiva uno de los más influyentes en el crecimiento económico colombiano, “El crecimiento exhibido por la economía durante el tercer trimestre del año estuvo liderado en gran medida por el dinamismo en el sector de la construcción, en particular, en el subsector de edificaciones, cuya expansión anual fue de 14,1%. A éste le siguen los sectores de comercio (4,8%), servicios sociales (4,7%) y servicios financieros (4,4%). En contraposición, los sectores de explotación de minas y canteras e industria manufacturera registraron caídas anuales de 1,0% y 0,3% respectivamente”. (Fedesarrollo, 2015). El sector de la construcción en el país ha ganado gran importancia en los últimos años, en el año 2014 obtuvo un crecimiento en el PIB de un 12,7%, resaltando así la evolución y el progreso de este sector. (Fedesarrollo, 2015). El aporte en materia económica del sector de la construcción ha alcanzado

dimensiones considerables en el país, sin embargo la dinámica ambiental para el sector no difiere de la generalidad empresarial en Colombia, encontrando así una gran cantidad de empresas constructoras en constante crecimiento pero sin una gestión ambiental correcta, realidad preocupante si se considera el tamaño del sector y el crecimiento constante de los impactos ambientales generados por el mismo.

El siguiente trabajo pretende identificar los aspectos e impactos ambientales del sector de la construcción, generados durante la ejecución de una obra de ingeniería civil. Esto con el fin de desarrollar estrategias que sean amigables con el medio ambiente, y las cuales puedan ser adoptadas por pequeñas y medianas empresas de construcción de obras ingeniería civil a lo largo del país, para que así aquellas empresas que adopten mejores prácticas en cuanto a gestión ambiental, contribuyan al medio ambiente y así mismo garanticen en mayor medida su perdurabilidad empresarial.

La presente investigación aborda diferentes fundamentaciones conceptuales. Este estudio consta de 4 secciones, la primera es la introducción, en la cual se da una visión general de la investigación, sus objetivos y el porqué de su realización. La segunda, es el Marco Conceptual, de las temáticas a tratar en la investigación, los términos más esenciales a conocer para entender la misma y el contexto actual de la gestión ambiental en el sector de la construcción. La tercera sección es el Marco Metodológico, el cual pretende explicar la manera en que se llevó a cabo la investigación, la metodología usada y como esta se descompone. La cuarta y la principal del documento es el Análisis y presentación de resultados, en esta se presentará de manera concisa los resultados de la evaluación ambiental llevada a cabo sobre la empresa de ingeniería civil así como una explicación de los mismos pertinente a los objetivos de la investigación previamente planteados y finalmente se describen las principales conclusiones del trabajo.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

La importancia a nivel económico y de desarrollo del sector de la construcción a nivel nacional y regional es definitiva e innegable, sin embargo no se pueden desconocer sus grandes impactos ambientales, entre los que se encuentran; la alteración del paisaje, el consumo de energía, la generación de diferentes residuos líquidos, sólidos y gaseosos, así como la contaminación de los recursos naturales (agua, suelos y aire) generada por dichos residuos (SAD, 2013).

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), estableció que durante el año 2013 los cuatro sectores o servicios que más contribuyeron al crecimiento de Producto Interno Bruto (PIB) fueron los servicios financieros, servicios sociales, comunales y personales, la industria de manufactura y la construcción los cuales aportaron respectivamente un 18,5%, 19,1%, 12,5% y un 10,9% en el departamento de Risaralda (MinCIT, 2013) lugar donde se encuentra la casa matriz de la constructora que será de apoyo para el desarrollo de la investigación . Los impactos ambientales que genera el sector de la construcción están en gran medida relacionados a los altos porcentajes de consumo de recursos presentados por la actividad a manera general, sin embargo estos son solo una pequeña parte del nivel de afectación ambiental que puede generar el mismo, es por esto que una correcta gestión ambiental, entendiendo esta como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa y protección y mejora del medio ambiente (Pousa Lucio, 2007), se hace necesaria y de gran importancia.

El fin último de la gestión ambiental es sin lugar a dudas el desarrollo sostenible, este concepto ha ganado relevancia en la última década, logrando que tanto consumidores como empresas en todo el mundo se concienticen acerca del cuidado del medio ambiente y la importancia del mismo. El desarrollo sostenible es entendido como aquella forma de desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer o poner en riesgo la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (International Institute

for Sustainable Development (IISD), 2010). Las tendencias mundiales en aras de un desarrollo sostenible, y las normativas que impulsan esta transformación, no son ajenas a la economía colombiana, incluyendo al amplio sector de la construcción en el país. Las presiones mundiales hacia una construcción que vaya de la mano con una correcta gestión ambiental, es decir con menos impactos negativos al ambiente y que implique un uso sostenible de los recursos naturales son crecientes, los países están construyendo las bases para una actividad de construcción más responsable, como se evidencia con la generalización y adaptación de la normativa ISO 14000. (Valdivia Mercado, 2009).

Para el desarrollo de esta investigación es preciso identificar y resaltar los principales aspectos ambientales que se vean involucrados en las actividades del sector a explorar, los cuales son definidos por la ISO 14000 como aquellos elementos de una organización, actividades, productos o servicios que interactúan con el medio ambiente y pueden o no tener un impacto ambiental significativo. Así mismo es preciso determinar aquellos impactos ambientales ligados a los aspectos previamente identificados, es importante esclarecer que los impactos ambientales son entendidos como “Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, sea por causas naturales o como resultado de la ejecución de actividades humanas y del uso o consumo de productos y servicios” (Valdivia Mercado, 2009).

Tanto los aspectos como los impactos ambientales previamente definidos son componentes de gran importancia para los proyectos industriales, su relevancia para este tipo de actividades radica en que estos permiten definir y evaluar soluciones alternativas de un proyecto, dando prioridad a aquellas donde los impactos ambientales se eviten o minimicen de manera satisfactoria, principalmente aquellos impactos significativos. Teniendo en cuenta lo previo, estos dos componentes permiten la obtención de una propuesta que no afecte significativamente al medio ambiente o alguno de sus elementos durante la construcción, operación y eventual abandono de un proyecto de construcción. Adicional a esto, ambos componentes ya descritos permiten tener presente y satisfacer los requerimientos del marco legal ambiental vigente en el territorio nacional, este es la Ley 16466 del año 1994 y su decreto reglamentario el número 349/05. (Loustaunau, 2014).

El contexto empresarial actual obliga a las empresas cada vez más a involucrarse en modos de producción y operación limpios, las problemáticas sociales y medioambientales generadas por un sistema de consumo indiscriminado que se han hecho notablemente visibles en la última década ha generado un cambio de conciencia en el consumidor y una preferencia por aquellas compañías que son capaces de operar de manera amigable con el medio ambiente. De acuerdo a lo anterior el medio ambiente que en terminos generales “se refiere a todo lo que rodea a los seres vivos, está conformado por elementos biofísicos (suelo, agua, clima, atmósfera, plantas, animales y microorganismos), y componentes sociales que se refieren a los derivados de las relaciones que se manifiestan a través de la cultura, la ideología y la economía” (Banco de la República, 2015), ha trascendido en el contexto organizacional y se ha convertido en un actor fundamental para las empresas, entendiéndose este como el entorno en el cual opera una organización, que se extiende desde su interior hasta el sistema global, donde se consideran los mismos elementos biofísicos mencionados anteriormente, y donde el ser humano como uno de estos cobra gran importancia así como su interrelación con los demás elementos (Banco de la República, 2015).

El medio ambiente y el desarrollo sostenible entonces empiezan a jugar un rol fundamental en el desarrollo y consecución de objetivos de una compañía sin importar su ámbito ni industria, pues el empoderamiento del consumidor ha presentado un aumento considerable y ya no se pueden obviar las tendencias, ni demandas de los mismos. Debido a lo anterior la realización de evaluaciones ambientales por parte de las organizaciones es un hecho cada vez más recurrente y cada vez más valioso.

La evaluación ambiental es un instrumento que permite preservar los recursos naturales y defender en cierta medida el medio ambiente, especialmente en los países industrializados. Su finalidad propia es facilitar a las autoridades competentes información adecuada que permita la toma de decisiones sobre determinado proyecto con pleno conocimiento de los impactos significativos para el medio ambiente que este genere. Esta pretende integrar los aspectos ambientales desde una fase inicial en la elaboración y aprobación de planes y programas a ser aprobados por entidades públicas, además de evaluar el impacto ambiental de determinados proyectos, bien sean públicos o privados, esto para alcanzar un nivel de protección al medio ambiente y promover un desarrollo sostenible de manera real (Basarán Conde, 2015).

La evaluación ambiental es una herramienta de suma importancia para las organizaciones que pretenden adoptar sistemas de producción limpios y acercarse al desarrollo sostenible, estos objetivos son cada vez más relevantes y se han consolidado como pieza clave de la perdurabilidad empresarial en el mercado contemporáneo.

Es importante mencionar que ya se han realizado diferentes estudios e investigaciones con respecto a los impactos negativos generados por las diversas obras de construcción, una de estas investigaciones se realizó en Santiago de Chile, en la investigación que lleva por nombre “Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción”. Lo interesante de este estudio es que se identifican uno a uno los impactos y las contaminaciones que se generan durante los diferentes proyectos de construcción. Los principales impactos identificados en el estudio fueron: Contaminación del agua, remoción de la vegetación, generación de polvo, vertimiento de aguas residuales, uso del suelo, contaminación por ruido, acidificación y calor residual, consumo de materias primas, entre otros. Los resultados de la investigación dejaron en claro que los impactos más comunes son el consumo de los recursos renovables y no renovables y la contaminación por polvo la cual genera grandes daños al ambiente y a la población, por otro lado también se pudo identificar que los impactos al ecosistema producen el mayor impacto sobre el medioambiente con un 67.5% de responsabilidad, el impacto en los recursos naturales es responsable del 21% del total de los impactos, y por último al impacto social solo se le atribuye un 11.5% de responsabilidad (Adnan Enshassi, Bernd Kochendoerfer, & Ehsan Rizq, 2014). Estas investigaciones dan evidencia de la importancia que el medio ambiente tiene y la relevancia que ha adquirido en los diferentes sectores de la economía. A su vez dan pie para que otros sectores e industrias empiecen a contemplar este tipo de estudios y evaluaciones para así poder identificar cuales son los daños que se están generando y así mismo eliminarlos o en su defecto minimizarlos en el mayor porcentaje posible.

A su vez, las investigaciones son un reflejo de como, las partes interesadas del sector de la construcción buscan mitigar los impactos negativos partir de estudios que cuantifiquen los daños ocasionados por este sector. Debido a que es una industria en la que se manejan diferentes variables en cuanto a contaminación se trata, lo ideal es poder cuantificar y medir cada una de estas en las entradas y salidas de los procesos, por lo general se busca identificar exactamente que es lo que entra y en que medida, tamaño y proporción, y como estas entradas son modificadas para construir lo deseado. Posteriormente lo ideal es poder identificar y medir que



es lo que sale en cada una de las etapas y bajo que condiciones lo hace, esto con el fin de comparar las cantidades y los porcentajes que se utilizaron de los materiales y cuales de los mismos son considerados residuos, desechos y/o contaminantes al final del proceso. Para tener mayor claridad, un ejemplo de esto, es que se debe identificar cuantas son las toneladas de acero adquiridas para fijar una columna, cuantas de estas se utilizaron y que cantidad pasaron a ser un residuo solido, esto permite no solo tener un mayor control de los materiales utilizados sino de facilitar y conocer con exactitud la cantidad de desechos generados en la operación, en conclusión lo que se busca es poder llevar cada impacto negativo a un valor cuantitativo con el cual se puedan establecer parámetros, medidas y límites máximos permitidos de contaminación en cada proyecto.

Las diferentes normatividades y decretos que han surgido relacionados al el sector de la construcción y las practicas que en este se realizan, han llevado a que los procesos deban ser ejecutados con un mayor control de las personas involucradas y de las entidades encargadas de regular los mismos. Gracias a estas legislaciones el sector ha tenido que especializarse en las diferentes las etapas de los proyectos buscando optimizar al máximo los procesos y materiales que en este se utilizan, sumado a esto, la preocupación por el medio ambiente obliga indirectamente a que se empiecen a utilizar tecnologías más limpias y a que se reduzcan considerablemente los impactos negativos ocasionados, gracias al avance de la tecnología, es posible gestionar y administrar mejor los recursos para que el desperdicio de los mismos sea el menor posible y así se puedan alcanzar los objetivos planteados en cuanto a gestión ambiental concierne.

Como principales hallazgos del ejercicio de investigación a continuación presentado cabe destacar la identificación de cuatro impactos ambientales principales que se generan reiterativamente en más de un proceso de la obra de ingeniería civil, estos son el agotamiento del recurso hídrico, el agotamiento del recurso energético, la contaminación auditiva y la contaminación y afectación de las propiedades del suelo. Para mitigar los anteriores impactos se propusieron tres medidas diferentes, estas son; Separación de residuos en la fuente, Compra e implementación de indumentaria correspondiente y la regulación en el consumo de agua y reutilización de la misma. Esperando lograr la mayor mitigación de impactos posible, con el menor uso de recursos de la empresa.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

Cabe resaltar que para la investigación a desarrollar se realizara un estudio descriptivo, descrito como un estudio que pretenden especificar y evaluar las diferentes propiedades de una situación, población, grupo de personas o cualquier elemento que se desee investigar, siendo cada uno de estos aspectos independientes entre ellos (Sampieri,1996). Teniendo en cuenta la definición y que el objetivo principal de la investigación es analizar a profundidad los aspectos ambientales que son alterados por la construcción de una obra de ingeniería civil se puede establecer que el estudio descriptivo es el más adecuado para el desarrollo, esto también debido a que la presente investigación pretende medir cuales son los principales impactos generados por esta actividad.

Se debe mencionar que para que se pueda desarrollar la investigación adecuadamente el proyecto contara con una observación estructura, siendo esta un proceso de recolección de información clara y previamente categorizada que permite que los investigadores utilicen su sentido y lógica para así tener un análisis más claro de la realidad que rodea el objeto a estudiar (Campos y Covarrubias & Lule Martínez, 2012). La investigación revisará actividades de la construcción y los aspectos ambientales afectados, teniendo así contacto directo con la realidad y aplicando herramientas que complementen y sean de ayuda para poder cumplir con los objetivos de la investigación.

Adicional a esto, se debe aclarar que para el buen desarrollo de la investigación, esta constara de cuatro pasos, explicados a continuación:

1. Llevar a cabo una investigación teórica en donde se dé a conocer la importancia del sector de la construcción y los impactos ambientales generados por esta actividad, como a su vez reconocer la importancia que ha cobrado con el pasar de los años el cuidado medio ambiental y como las actividades de ingeniería civil deben ir de la mano con el desarrollo sostenible.

2. Conocer la situación actual que se está presentando en la organización, en donde se puede visualizar y cuantificar los tipos de residuos que genera durante la ejecución de una obra civil ejecutada por la constructora seleccionada.

3. A partir de los resultados dados mediante la evaluación de impactos ambientales, se formularán estrategias para el manejo adecuado de los residuos generados por la actividad. Se debe aclarar que la matriz que se utilizara tendrá una ponderación cuantitativa que permitirá identificar cuáles son los mayores impactos generados por la actividad, bajo ello se escogerán los tres resultados más representativos y serán estos los que servirán de base para desarrollar las estrategias medioambientales que contribuirán al cumplimiento principal del presente proyecto y a que las constructoras empiecen a desarrollar prácticas amigables con el medio ambiente y que contribuyan a su sostenibilidad empresarial.

4. Se elaborará un documento final, que contara con toda la información dada por la organización, las debidas investigaciones y actividades que se desarrollaran para poder lograr el objetivo final del proyecto y contara también con las estrategias elaboradas para el buen manejo de los residuos.

Teniendo en cuenta el procedimiento anterior se podrá establecer que el método que se implementara será el mixto, que incluye datos tanto cuantitativos como cualitativos, que deberán ser previamente recolectados, analizados y vinculados a la investigación para así poder una respuesta más amplia al problema planteado (Ruiz Medina et al., 2013).

Cabe mencionar que para el buen desarrollo de la investigación se llevara a cabo una evaluación de impactos ambientales, proceso que permite analizar y cuantificar los impactos generados por ciertas actividades, permitiendo seleccionar aquellos que son más representativos para así proporcionar un mecanismo de control, prevención o mitigación en caso de ser negativo y en caso de generar un impacto positivo se pretende buscar una manera de potencializarlo (De la Maza, 2007). Este proceso se llevara a cabo después de identificar previamente los aspectos ambientales afectados, que serán evaluados en la matriz previamente dicha, para identificar los principales impactos que esta actividad genera y finalmente entablar unas estrategias adecuadas que contribuyan a la ejecución de una obra de ingeniería civil sostenible, siendo esta una de las principales herramientas a utilizar para que a partir de los resultados de dicha matriz se pueda continuar con la formulación de las estrategias.

La matriz de evaluación de impactos ambientales, relaciona los aspectos ambientales encontrados en la ejecución de la obra con sus respectivos impactos, que son calificados de acuerdo a las siguientes cinco variables; el carácter, la magnitud, la intensidad, la frecuencia y la extensión. La primera variable, el carácter, determina la naturaleza del impacto que la actividad está generando, es decir ésta califica los impactos con -1 si es de naturaleza negativa o 1 si el mismo es de naturaleza positiva. La segunda variable, la magnitud, e refiere al tamaño de dicho impacto, determinando si este es importante, para lo cual se calificará con un 3, Considerable al cual se asignará un 2 o tolerable, siendo la calificación más baja y asignándosele un 1. La agresividad o intensidad que genera el impacto de la actividad, es la tercera variable, a la cual se le asigna una calificación cuantitativa de 2 si es alta ó 1 si esta es baja. Como cuarta variable a considerar se tiene la frecuencia, que hace referencia a la periodicidad con la que se realiza la actividad, la cual puede ser constante, frecuente o intermitente recibiendo una calificación 3, 2 ó 1 respectivamente. Finalmente la extensión, corresponde a la cobertura que tiene el impacto, siendo este regional que puede ser calificado como 3, municipal que tiene una ponderación de 2 o local que tendrá una apreciación de 1.

Teniendo en cuenta las variables anteriormente descritas y la ponderación que se le dé a cada una de ellas en las diferentes actividades, se calcularán y determinarán los principales impactos generados por el proyecto a evaluar de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$I=C (3M + 2 I+ F + E)$$

Dónde:

I= impacto generado por la actividad.

C= carácter

M= magnitud

F=frecuencia

E=extensión

Aparte de lo descrito anteriormente, dicha matriz también cuenta con un cuadro en el que se escriben las diferentes actividades que se llevan a cabo para tener el producto terminado, en

este caso serán los procesos existentes que se ejecutan para lograr una edificación, allí también se escribe el aspecto e impacto causado por tal actividad, finalmente en la parte derecha del cuadro se escribirá una ley que se encuentre relacionada o que deba ser aplicada según el aspecto ambiental generado por la actividad (Ver tabla No. 1)

**Tabla No. 1**

*Guía matriz de impactos ambientales*

Nombre Empresa:		EVALUACIÓN						VALOR $I=C(3M+2I+F+E)$	LEGISLACION AMBIENTAL RELACIONADA*
Proceso /Dependencia:		C= Carácter (+1) o (-1)	M= Magnitud (Imp = 3; Consid=2 ; Tol = 1)	I = Intensidad (Alta = 2; Baja.=1)	F = Frecuencia (Cons = 3; Frec. =2; Int. = 1)	E = Extensión (Reg. = 3; Mun.=2 ; Loc = 1)			
Fecha:									
Actividad	Aspecto Ambiental								

Fuente: Elaboración propia basados en la materia Ecoeficiencia.

Finalmente, la investigación contara con el aval de una constructora ubicada en el sector del Eje Cafetero, pero que cuenta a su vez con obras de ingeniería civil en distintas partes del país, dentro de las que se encuentra la ciudad de Bogotá facilitando así que esta sea la muestra o población a estudiar durante la investigación, para obtener los datos necesarios y adecuados para poder culminar con éxito el objetivo principal de este trabajo.

## **4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

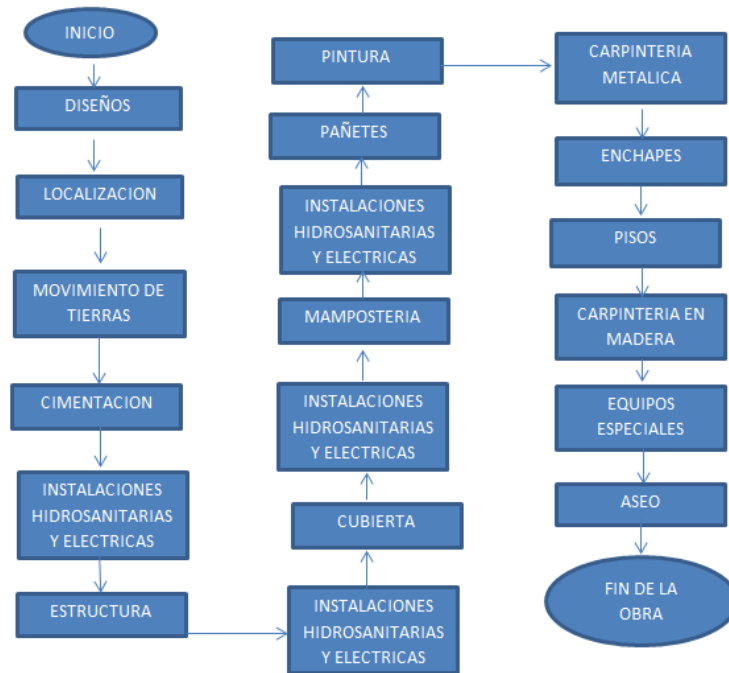
A continuación se encuentran los resultados de la investigación realizada a través de tres secciones, una descripción de los procesos, donde se describen de manera general cada uno de los procesos que se llevan a cabo en una obra de ingeniería civil. Un diagrama de bloques, que describe las entradas y salidas de los procesos previamente descritos y finalmente una matriz de evaluación ambiental, donde se identifican tanto los aspectos como los impactos ambientales y se evalúan para identificar los más influyentes y significativos.

### **4.1 Descripción de procesos**

Conocer los procesos de construcción de una obra de ingeniería civil es fundamental para poder determinar cómo estos se relacionan con el medio ambiente y cuáles serían los elementos a controlar. La figura 1 muestra los principales procesos de una obra de construcción que son descritos a continuación<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Información obtenida a partir de entrevista y revisión con la organización caso de estudio



**Figura 1: Principales procesos de la construcción**

Fuente: Elaboración propia con información brindada por el ingeniero de la constructora del caso estudio

**Diseño:** en esta etapa se define con los arquitectos y con el ingeniero la edificación que se quiere construir, los materiales que se requieren tanto interna como externamente y las áreas. Se realiza un presupuesto de la obra en total y en las diferentes etapas, esto con el fin de poder establecer el punto de equilibrio que se debe alcanzar con las ventas y a partir de allí poder empezar a realizar la construcción. Cabe mencionar que en este proceso al estipular que tipo de construcción se realizará se establecen los trámites que requieren para iniciar la construcción como también el costo de estos.

**Localización:** teniendo en cuenta el tipo de edificación que se quiere llevar a cabo se busca un terreno que se encuentre estratégicamente ubicado y que cumpla con las condiciones básicas para poder llevar a cabo el proyecto. En este proceso intervienen, los arquitectos, el ingeniero y el topógrafo quien se encarga de hacer un estudio previo acerca de la tierra escogida,

este mide los límites de la obra, las condiciones de la tierra, establece los diferentes niveles, entre otros factores que serán determinantes para que el ingeniero decida la viabilidad el proyecto en tal terreno.

**Movimiento de tierras:** este es uno de los procesos más significantes en cuanto al impacto ambiental se refiere, ya que allí deben retirar el pasto que se encuentra en el terreno como también se escava según lo requerido por el proyecto, es importante resaltar que por lo general cuando se lleva a cabo este proceso se están explotando las diferentes capas de la tierra, en donde la primera es considerada como desperdicio y de la segunda en adelante es vista como la parte útil de la tierra de la cual se puede sacar provecho. Adicionalmente, este proceso es el que dará la base a la estructura que se quiere ejecutar, en donde según la necesidad deberá escavarse como una especie de pozo o como también puede que con la misma tierra después de haberse nivelado toda deban hacerse como bases cuadradas o rectangulares de tierra que generen más sostenibilidad a la edificación.

**Cimentación:** este es uno de los procesos más importantes cuando se esté ejecutando una obra de ingeniería civil, debido a que allí se construirán las bases para la edificación y es a partir de estos cimientos que la obra empezará a hacer construida, es por ello que es importante contar con buenos materiales y estructuras para dar la estabilidad deseada a la infraestructura. Es importante resaltar que en este proceso los dictámenes elaborados por el topógrafo juegan un papel importante, a partir de los reportes se establecerá que tipo de cimiento deberá desarrollarse.

**Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas:** este es un proceso que se está haciendo constantemente después de la cimentación, allí entran los ingenieros eléctricos e hidráulicos, quienes se encargaran de intervenir en la obra instalando el material adecuado para que la edificación vaya contando con agua y energía, cabe decir que este es un proceso que se va realizando a medida que avanza la obra.

**Estructura:** este es el esqueleto del edificio, que por lo general está hecho por barras de acero y de concreto. Básicamente es quien le encargara de darle la forma a la obra que se esté ejecutando, no obstante aquí se presentan algunos residuos sólidos; como son los sobrantes de pedazos de acero o de concreto cuando está seco y no es utilizado en la obra, considerando ambos materiales como escombros inservibles.



**Cubierta:** este proceso está estrechamente relacionado con la estructura, ya que en esta etapa se realiza al estructura del techo de la edificación, sin embargo al ser la parte superior de la edificación requiere de un proceso un poco más complejo debido a su extensión y a que este será el que se encargue de proteger la obra, es por ello que no es considerado como parte de la estructura y es considerado como otro paso que se debe tener en cuenta, cabe decir que aquí entra a jugar un papel importante el diseño que se tenga de la construcción, ya que aquí se pueden intervenir diferentes materiales para cubrir la cubierta como lo son las tejas o el concreto en general, sin embargo dependiendo del diseño que se esté manejando también se utilizaran materiales diferentes que a su vez generaran diferentes tipos de residuos, todos sin importar si sea teja o concreto considerados como escombros para la organización.

**Mampostería:** cuando se habla de esta etapa de la obra se da a entender que se están colocando los ladrillos, las piedras o en general el material del cual estará constituido la edificación, este es un proceso completamente manual y cabe mencionar que para que los materiales puedan pegarse los unos con los otros se requiere de bastante agua, siendo este un factor que se debe tener en cuenta para el desarrollo del presente proyecto. Cabe decir que en este mismo proceso se presentan residuos sólidos como lo es el material partido ya sea por accidente o porque solo se necesita un pedazo de la pieza, convirtiendo el sobrante en un material inservible para la obra.

**Pañetes:** esta etapa depende si dentro del diseño de la obra el material se quiere dejar a la vista o no; esto en su mayoría de casos aplica es para las paredes, ciertos muros o columnas. Sin embargo para aquellas paredes que se quieran cubrir se les lleva a cabo este proceso, en donde se recubre el material utilizado en la mampostería con arena o cemento mezclado con agua y así tapar este material, convirtiéndolo en una pared lisa como la que común mente se ve.

**Pintura:** este es quizás uno de los procesos más comunes dentro de una población en general, allí se pintan todas esas paredes que fueron pañetadas, cabe acallar que en este procesos las paredes quedan de color gris en su mayoría, sin embargo para quitar ese color se pinta de un color, claro está según el diseño. Esta es quizás una de las etapas de las que requiere de más tiempo debido a que es un proceso manual, requiere de varias capas y de mucho cuidado por parte de las personas que estén en la obra para que no alteren o afecten lo previamente pintado.

**Carpintería metálica:** esta etapa de la construcción es la que consiste en la instalación de todo lo que hace referencia a ventanas, barandas, pasamanos entre otros elementos metálicos que harán parte de la edificación. Este es uno de los últimos pasos de la construcción y el principal material utilizado es el acero, cuyas propiedades químicas y físicas permite que sea usado en las mayorías de las construcciones.

**Enchapes:** es una de las últimos procesos que se llevan a cabo para culminar la obra, esta consiste en recubrir algunas paredes de la construcción, esto con el fin de darle un valor agregado a la edificación y que sea más agradable al ojo humano, sin embargo en esta etapa intervienen diferentes materiales como lo son cerámicas, porcelanatos, mármoles, piedras, granito, etc., se debe mencionar que estos son utilizados más que todos en las áreas de los baños, cocinas, lavaderos, entre otros, es por ello que es quizás una de las etapas donde más material desperdiciado, esto debido a que en muchas ocasiones no se utilizan todas las piezas o las cortan para que encajen en el lugar que se desea y son consideradas como escombros que no sirven para nada más.

**Pisos:** este es uno de los últimos pasos ejecutados en las obras de ingeniería civil, allí se pone el piso que puede ser cerámica, porcelanato, laminas o madera según corresponda, y también dependiendo del material escogido serán utilizados ciertas herramientas y productos que ayudaran a la instalación del piso, siendo el mortero como el compuesto más conocido para llevar a cabo esta instalación. Se debe resaltar que en este proceso quedan bastantes residuos sólidos debido a que en muchas situaciones el material debe ser cortado a la mitad o en pedazos más pequeños y el restante es considerado como basura.

**Carpintería en madera:** en esta fase de la construcción se instala todo lo relacionado con la madera como lo son puertas, closets, guarda escobas, muebles que por lo general son los que están en los baños, en las concinas o en lugares específicos según el diseño aprobado, sin embargo esta al ser una de las ultimas instalaciones requiere de mucho cuidado no solo por el material que se está instalando sino también con aquello que ya está terminado como lo son los piso y pañetes. Es de mencionar que este proceso al igual que los demás mencionados trae consigo grandes residuos sólidos, estos originados de lo que sobra de los productos instalados, siendo también considerados como escombros llevados a botaderos autorizados por el Estado.

**Equipos especiales:** esta es la última instalación que se realiza dentro de una obra de ingeniería civil, este proceso hace referencia a la adecuación de máquinas como ascensores, equipos de presión, plantas de energía, redes contra incendios, entre otras.

**Aseo:** finalmente para entregar la obra se debe hacer una limpieza detallada de la edificación como tal, sin embargo para poder hacer esto de la manera adecuada las personas encargadas de esta labor deberán contar con implementos que protejan su cuerpo de tal manera que ningún órgano vaya a verse afectado, esto debido a que para el aseo de las edificaciones se utilizan productos especiales para el tratado de los diferentes materiales los cuales muchas veces son sumamente peligrosos al tener contacto con la piel humana, es por ello que la constructora deberá incurrir no solo en gastos de vestimentas y protección para las personas del aseo sino también en materiales óptimos que conserven y protejan los diferentes materiales utilizados.

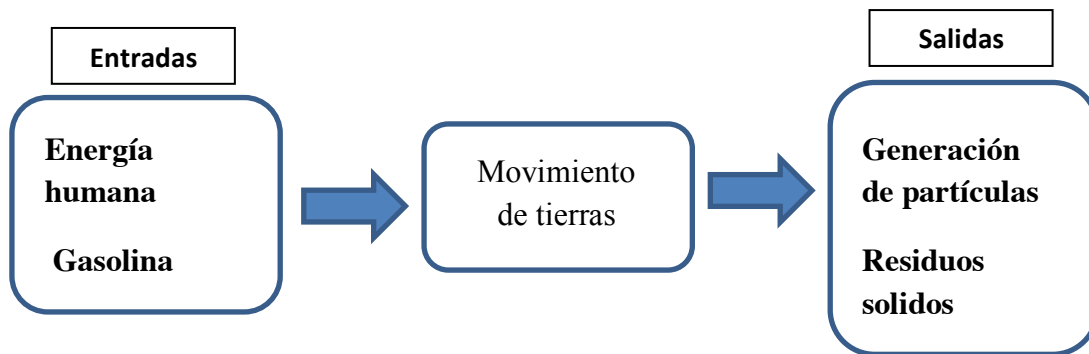
Finalmente frente al proceso de la construcción de debe decir que antes de pasar de un proceso a otro se realizan inspecciones, estas hechas por el inventor, el ingeniero residente y el ingeniero principal, quienes darán la aprobación para continuar a la siguiente etapa. Adicional a esto, durante la construcción de la edificación se deberán adquirir materiales de seguridad social, como lo son los cascos y las botas punta de acero o de látex para poder estar dentro de la obra, siendo estos más adelante reutilizados o echados a la basura según el estado en el que se encuentren, sin embargo este es otro aspecto que se debe tener en cuenta para el desarrollo óptimo del presente proyecto.

#### **4.2. Diagrama de bloques**

Se presentaran diferentes diagramas de bloques en donde se identificaran las entradas ambientales en los principales procesos llevados a cabo en la construcción como también las salidas o las consecuencias medioambientales que estas traen para el entorno.

## Movimientos de tierras

En este diagrama de bloques se presentan las entradas en cuanto a los recursos naturales que se requieren para realizar el movimiento de tierras, siendo la energía humana, en donde se hace referencia al esfuerzo humano al utilizar maquinaria pesada y la gasolina siendo esta la sustancia química que le permitirá a la maquina utilizada poder ejercer su función de la manera adecuada. Por su parte en las salidas de esta actividad se encuentra la generación de partículas siendo estas emitidas por la maquinaria pesada y los residuos sólidos siendo estos los causados al realizar esta actividad, ya que como se dijo previamente el movimiento de tierras conlleva a que se deba remover el pasto y extraer diferentes capas de la tierra como lo son la primera, considerada como escombros ya que es inútil para la actividad de la construcción (ver figura 2).

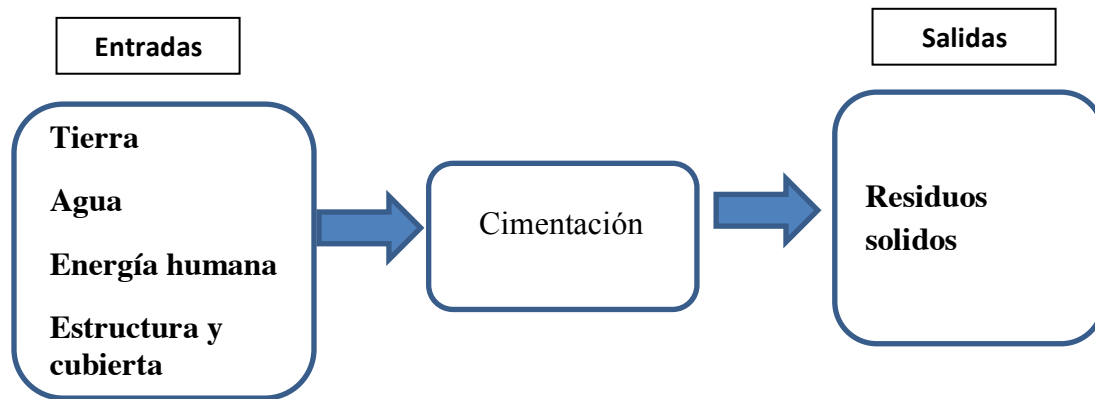


**Figura 2: Entradas y salidas del movimiento de tierras**

Fuente: Elaboración propia con base a la información brindada por la organización de caso de estudio

## Cimentación

En el caso de la cimentación las materias primas principales son la tierra y el agua, ya que en este paso se hace la base de la edificación, sin embargo para poder lograr esto se requieren de estos dos materiales mezclados para que se compacten y cumplan su función, sin embargo en este proceso se generan residuos sólidos cuando no toda la mezcla es usada (ver figura 3).

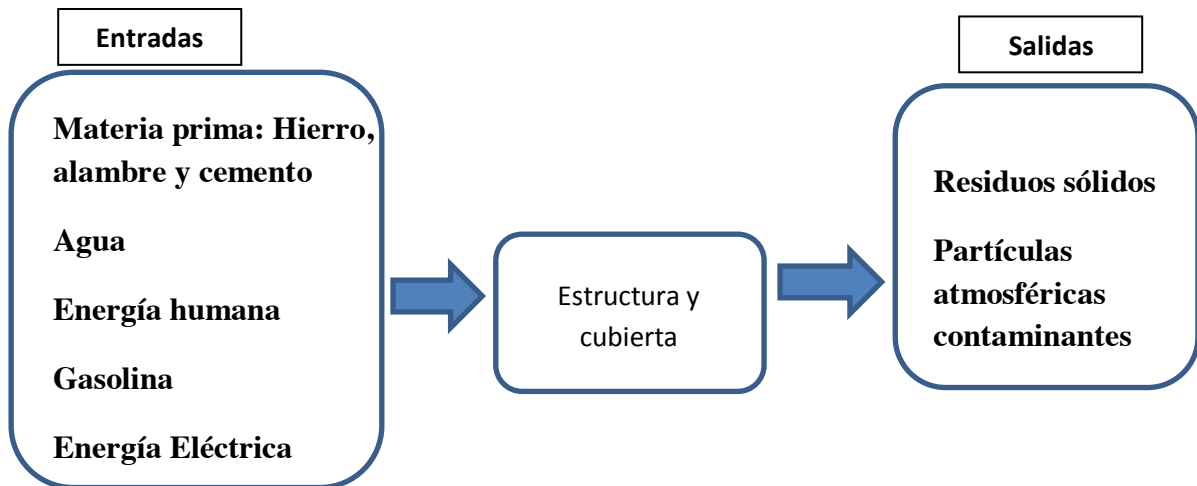


**Figura 3: Entradas y salidas de la cimentación**

Fuente: Elaboración propia con base a la información brindada por la organización de caso de estudio

### **Estructura y cubierta**

Para la elaboración de la estructura y la cubierta se requieren como materia prima el hierro y el alambre que son los que ayudaran a sostener la edificación, sin embargo este debe ir reforzado con concreto al su alrededor, no obstante es este el que está constituida por una mezcla de cemento y agua, que es elaborada por una máquina que requiere tanto de energía eléctrica como de gasolina para su funcionamiento, trayendo consigo residuos sólidos como lo son del concreto, hierro y alambre sobrante que es considerado estos como sobrantes que ya poco serán útiles para la elaboración de la edificación. Por su parte las partículas generadas en la atmosfera son las generadas por parte de la maquina mezcladora y de la gasolina que esta requiere (ver figura 4).

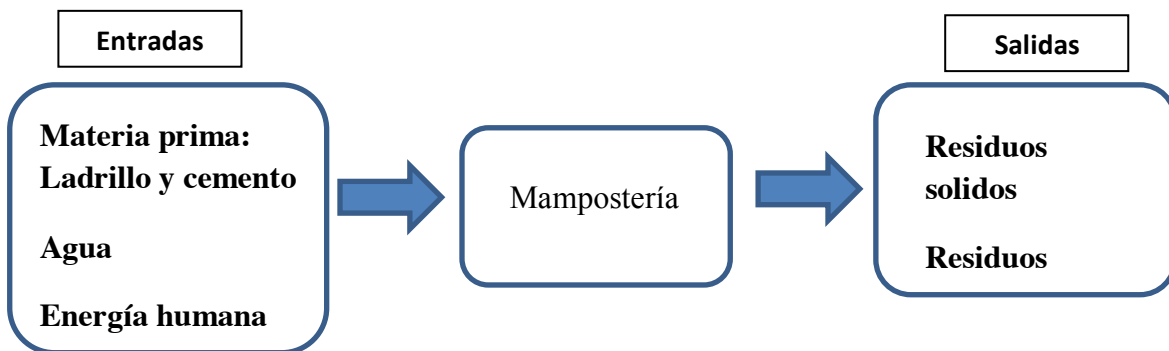


**Figura 4: Entradas y salidas de estructura y cubierta.**

Fuente: Elaboración propia con base a la información brindada por la organización de caso de estudio

### **Mampostería**

En este paso el material principal es el ladrillo el cual es pegado con el concreto, no obstante el ladrillo muchas veces tiene que ser cortado dejando un pedazo en la edificación y el restante considerado como materiales inservibles, generando así que se generen residuos sólidos. Por su parte a veces se hace una gran mezcla de concreto que no siempre es utilizada en su totalidad conllevado así que se presenten residuos sólidos, como también se presentan situaciones en las que recogen agua para hacer la mezcla y no es utilizada toda (ver figura 5).

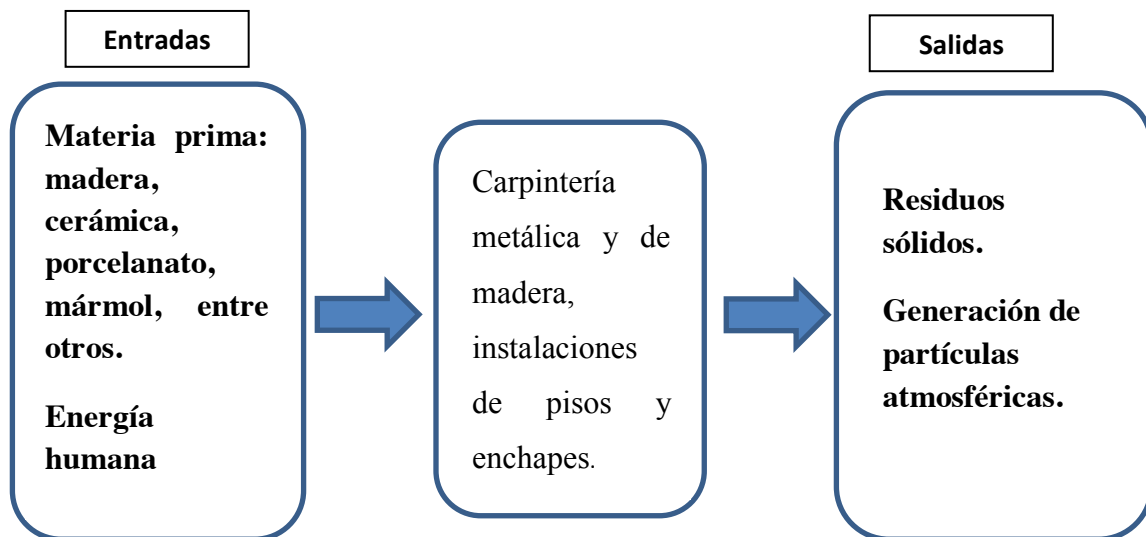


**Figura 5: Entradas y salidas de la mampostería.**

Fuente: Elaboración propia con base a la información brindada por la organización de caso de estudio

## Carpintería metálica y de madera, instalaciones de pisos y enchapes

En este paso es un poco difícil establecer las materias primas exactas, esto debido a que los materiales utilizados varían según el diseño arquitectónico que presente cada edificación, sin embargo aquí se nombran algunos de los más comunes. Cabe mencionar que según su naturaleza se requiere de un producto químico para su instalación, como también se hacen uso de maquinarias como taladros y cortadores de material, que para que funcione adecuadamente debe utilizar energía eléctrica. Sin embargo el proceso de instalación de los pisos, enchapes y las carpinterías metálicas y de madera traen consigo la generación de residuos sólidos debido a que muchas veces las piezas a instalar son cortadas por pedazos que son considerados como materiales inútiles y llevados a la basura y a su vez su instalación genera muchas partículas de polvo que generan gran contaminación atmosférica (Ver figura 6).



**Figura 6: Entradas y salidas de la carpintería metálica y de madera, instalaciones de pisos y enchapes**

Fuente: Elaboración propia con base a la información brindada por la organización de caso de estudio

Cabe resaltar que hasta el momento la constructora ha utilizado 2.370 bultos de 50 kg cada uno de cemento para los diferentes procesos llevados a cabo, dando así un total utilizado de 118.500 kg de este material, equivalente aproximadamente a  $373,275 \text{ m}^3$ . Adicional a esto para

la obra del caso a estudiar ha utilizado  $868\text{m}^3$  de concreto de 3.000 psi, cabe resaltar que esta es una medida que viene del inglés y hace referencia a la resistencia del material. Teniendo en cuenta los datos anteriormente descritos se puede decir que el total de material utilizado hasta el momento es de  $1.241,275\text{ m}^3$ .

Por otro lado en cuanto a los escombros generados por la obra hasta el momento se llevan de estos 88 viajes con volquetas doble troque de  $15\text{ m}^3$  y 111 viajes con una volqueta sencilla de  $7\text{ m}^3$ , teniendo así un total de  $2.097\text{m}^3$  de escombros generados hasta el momento para la elaboración de la edificación.

Finalmente se puede evidenciar que la cantidad de material que entra a una obra de ingeniería civil es mucho menor a la cantidad de materiales que salen de esta, así como lo muestran las cifras anteriores donde las materias primas son de  $1.241,275\text{m}^3$  mientras que las salidas son de  $2.097\text{m}^3$ <sup>2</sup>

#### **4.3. Matriz de evaluación ambiental**

La matriz de evaluación de impacto ambiental a continuación presentada constituye la principal herramienta de la investigación para identificar y cuantificar los impactos ambientales generados por las diferentes actividades de la obra de ingeniería civil, esta herramienta cuya metodología fue anteriormente explicada en este documento permitió la cuantificación y priorización de dichos impactos para así plantear estrategias pertinentes y económicamente sustentables que puedan generar una mayor mitigación del deterioro del medio ambiente generado por la obra.

---

<sup>2</sup> Información obtenida a partir de una visita en obra con el ingeniero encargado de las compras de la constructora



**Tabla No. 2**

*Desarrollo matriz de impactos ambientales*

Nombre Empresa: <b>Innovarq Construcciones S.A</b>			EVALUACIÓN							VALOR I=C(3M+2I+F+E)	LEGISLACION AMBIENTAL RELACIONADA*
Proceso /Dependencia: Construcción de una edificación			C= Carácter (+1) o (-1)	M= Magnitud (Imp = 3; Consid=2 ; Tol = 1)	I = Intensidad (Alta = 2; Baja.=1)	F = Frecuencia (Cons = 3; Frec. =2; Int. = 1)	E = Extensión (Reg. = 3; Mun.=2 ; Loc= 1)				
Fecha: Octubre 2015											
Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental									
Diseño	Generación de residuos Sólidos de papel.	de Deforestación, de contaminación por residuos.	-1	2	1	2	1	-11	Decreto 838 de 2005		
Localización	Generación de partículas (GEL)	de Contaminación atmosférica	-1	1	1	1	1	-7	Resolución 910 de 1996		
Movimiento de Tierras.	Alteración de las propiedades físicas de los terrenos	Afectación de propiedades físicas del suelo, mala disposición final de los residuos (relleno	-1	3	2	2	1	-16	Decreto 1713 del 2002 Resolución 627 de 2006		

		sanitario).								
		Agotamiento de los recursos naturales								
		Afectación del entorno de la sociedad								
Estructura y cubierta	Generación de residuos (metálicos)	de sólidos Contaminación del suelo		-1	1	1	1	1	-7	Decreto 1140 de 2003 Decreto 1713 de 2002
Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas	Consumo de energía eléctrica. Alteración de las propiedades físicas del suelo.	Disminución del recurso en cuanto a la capacidad de las hidroeléctricas.		-1	1	1	2	1	-8	Resolución número 90708 de 2013 Decreto número 3102 de 1997
Mampostería	Generación de vertimientos. Generación de residuos sólidos.	de Contaminación al agua Contaminación al suelo		-1	2	2	2	1	-13	Decreto 4728 del 2010 Resolución 541 de 1994
Pañetes	Consumo de agua	Agotamiento del recurso		-1	2	2	1	1	-12	Decreto 1594 de 1984

Pintura	Consumo de sustancias químicas Generación de canecas de pintura	de Agotamiento de recursos naturales Contaminación del suelo	de del	-1	2	2	2	1	-13	Resolución 3957 de 2009
Carpintería metálica y madera, instalación de pisos, enchapes y equipos especiales	Generación de partículas de polvo Consumo de energía Generación de ruido	de Contaminación atmosférica Agotamiento de recurso natural de Contaminación del suelo	del al	-1	3	2	3	1	-17	Resolución 909 de 2008. Ley 697 del 2001. Decreto 948 de 1995 Resolución 627 de 2006. Decreto Reglamentario 2462 de 1989
Aseo	Generación de vertimientos. Generación de residuos sólidos. Consumo de agua. Uso de sustancias químicas.	de Agotamiento de recursos naturales. de Contaminación al suelo por desechos solidos Afectación de la salud de los trabajadores	de los al	-1	2	1	2	1	-11	Ley 55 de 1992 Decreto 1295 de 1994. Decreto 1140 del 2003 Resolución 3957 de 2009

Fuente: Elaboración propia basados en la materia Ecoeficiencia.

La anterior tabla permitió identificar cuáles son los principales procesos en los que mayor impacto ambiental se está generando, gracias a esto se pudo segmentar cada proceso y así mismo analizar cuáles eran los principales aspectos ambientales que se estaban vulnerando en las operaciones realizadas, es importante mencionar que el impacto ambiental está directamente relacionado con el aspecto ambiental y que refleja de manera explícita cuales son los recursos que se están agotando y/o contaminando según sea el caso. Posteriormente se empieza con la evaluación cuantitativa de cada uno de los impactos ambientales identificados, dando un valor como se explica en la metodología, estos valores se registraron de esa forma, teniendo en cuenta lo observado en la visita de campo realizada a la obra civil. Como se observa en la tabla los valores obtenidos en cada una de las operaciones arrojaron que en su totalidad los impactos generados en la obra, son negativos afectando en gran proporción al medio ambiente y a la población. Adicionalmente se incluyen normatividades relacionadas al aspecto ambiental que se está evaluando con el fin de asociarlos, la necesidad de nombrar la norma sirve para dar pie que en el país existen controles y entidades que regulan las diferentes actividades de algunos sectores en el país.

A continuación se presentara una tabla en la que se dará una descripción más amplia de las diferentes legislaciones nombradas en la matriz de impactos ambientales ya previamente explicadas, como también se podrá ver la relación de estas normativas con el sector de la construcción. (Ver tabla No. 3).

**Tabla No. 3***Descripción y relación de las legislaciones*

<b>Legislación Ambiental</b>	<b>Descripción de la Legislación</b>	<b>Relación con el sector</b>
Decreto 838 de 2005	Decreto que tiene relación con disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.	Debido a las altas cantidades de residuos sólidos que presenta el sector, el decreto es aplicable para establecer buenas prácticas de disposición final de dichos residuos.
Resolución 910 de 2008	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres.	Ya que el sector necesita abastecerse por medio de diferentes fuentes móviles terrestres (camiones, mezcladoras, etc.), es indispensable regular las contaminaciones generadas por estos para no sobrepasar los límites permisibles y así minimizar los impactos negativos generados al ambiente.
Decreto 1713 de 2002	Decreto relacionado con la gestión integral de los Residuos Sólidos.	Es fundamental que durante los procesos que se realizan en una obra civil, se gestionen correctamente los residuos (temporalmente en recipientes o en lugares específicos) para su posterior reaprovechamiento, transformación, recolección y disposición final.
Resolución 627 de	Resolución por la cual se establece la norma nacional	El sector es uno de los que más contaminación por

2006	de emisión de ruido y ruido ambiental.	ruido genera, por tal razón la resolución busca establecer parámetros tanto en los pascales máximos permitidos como en los horarios en los que se puede operar dentro de la obra.
Ley 373 de 1997	Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	Es fundamental que dentro de los programas y proyectos que se establecen dentro de los procesos de la obra, se establezcan programas relacionados con esta ley ya que el sector debe utilizar constantemente el recurso hídrico para poder realizar adecuadamente sus operaciones, a su vez se deben gestionar los vertimientos de las misma.
Resolución número 90708 de 2013	Resolución por la cual se expide el Reglamento técnico de instalaciones Eléctricas.	La resolución es aplicable al sector ya que durante la realización de las diferentes obras se instalan y ejecutan diferentes fuentes de energía eléctrica, es así que se busca con la resolución mantener y preservar la calidad de las personas, bienes y medio ambiente asegurando los niveles de calidad y seguridad.
Decreto 3102 de 1997	Decreto relacionado con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.	El decreto impulsa al sector a tener buenas prácticas en el uso eficiente de agua, por tal motivo se busca que se utilicen equipos y sistemas que no generen altos consumos de agua o en su defecto que no tengan fugas dentro de las mismas ocasionando desperdicio

		del recurso.
Decreto 1140 de 2003	Relacionado con sistemas de almacenamiento colectivos de residuos sólidos.	Debido a la gran cantidad y variedad de residuos sólidos que resultan de una obra civil se deben establecer puntos de recolección y almacenamiento de los mismos mientras se define cuál será su siguiente disposición, el decreto establece parámetros y unos requisitos mínimos que se deben cumplir para el almacenamiento temporal de los residuos.
Decreto 4728 del 2010	Decreto por el cual se fijan los límites máximos permisibles de los vertimientos a las aguas (superficiales, marinas, suelo, entre otras)	En las operaciones también se realizan vertimientos, especialmente a los suelos y al alcantarillado), por ejemplo en la mampostería. De esta forma el decreto busca regular los límites máximos permisibles para el vertimiento de aguas.
Resolución 541 de 1984	Por la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento, disposición de escombros, materiales, elementos y concretos de construcción.	El transporte de escombros y residuos sólidos es uno de los procesos más repetitivos durante la ejecución de una obra civil, la resolución dicta parámetros y requisitos en el cual se especifican situaciones como: El medio de transporte apropiado y las características que este debe tener para estar acorde a esta operación.
Decreto 1594 de 1984	Reglamenta los usos del agua y los vertimientos líquidos además del control sobre los residuos líquidos.	Decreto en el cual se establecen y se diferencian las diferentes formas de uso y/o vertimientos de residuos líquidos, por ejemplo se especifican y aclaran

		procesos como Zona de Mezcla donde se especifican características propias del mismo, en el sector, puede hacer referencia al proceso de pañetizado.
Resolución 3957 de 2009	Se establece la norma técnica, para el control y manejo de vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el distrito capital.	Dependiendo del lugar de ejecución de la obra, esta debe cumplir con normas y parámetros específicos del lugar donde se realiza, en este caso Bogotá, los cuales pueden variar y cambiar según sea lo estipulado. Se deben aceptar los niveles máximos permitidos de vertimientos a la red de alcantarillado en la ciudad.
Resolución 909 de 2008	Resolución que dicta las normas y estándares admisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas, además de otras disposiciones.	La resolución busca establecer las normas para que no se superen las cantidades admisibles de contaminación al aire dentro de escenarios particulares. Durante las obras se generan diferentes tipos de emisiones por fuentes fijas, se utilizan diferentes maquinarias que generan grandes cantidades emisiones o en su defecto la generación de polvo que afecta significativamente la salud de los involucrados.
Ley 697 de 2001	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía.	Dentro de las obras se deberían realizar operaciones donde se obtenga la mayor eficiencia y productividad utilizando la menor cantidad de energía eléctrica



		posible, una de las principales alternativas y sugerencia es el uso de energías alternativas y renovables.
Decreto 948 de 1995	Este Decreto contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.	El decreto hace énfasis y busca impulsar la prevención y protección al medio ambiente, relacionado principalmente con las emisiones. Es importante realizar controles y estudios que permitan minimizar al máximo este tipo de emisiones para que se logre mejor calidad en el aire.
Decreto reglamentario 2462 de 1989	Decreto relacionado con la explotación para materiales de construcción	Decreto que especifica cómo y cuáles deben ser las características que deben tener las canteras y sitios del cual se extraen los materiales de construcción como lo son las rocas y la arena, además de especificar cuáles deben ser las normas que tanto las materias primas como los lugares de explotación deben cumplir.
Ley 55 de 1992	Ley relacionada sobre sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo.	La ley busca minimizar al máximo los riesgos que pueden tener los operarios al utilizar ciertos materiales químicos que puedan atentar contra su salud y su vida, brindando a los mismos, información relevante del origen de los productos, sus peligros y la forma adecuada de ser utilizadas.

Decreto 1295 de 1994	Decreto por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.	Decreto que dicta normas y procedimientos que estén destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y accidentes que puedan ocurrir en consecuencia del trabajo.
----------------------	---	--

---

*Descripción y relación de las legislaciones*

Fuente: Elaboración propia basados en la matriz de impactos ambientales, la Constitución Política de Colombia y la información brindada por la Alcaldía de Bogotá

Gracias a esta tabla se logró especificar y aclarar cada norma a que hace referencia, esto con el fin de facilitar la relación entre cada aspecto ambiental y la respectiva norma y/o legislación que lo cobija. En la tabla se hace el mismo ejercicio para cada uno de los decretos y normas identificadas y relacionadas en la tabla número 2. Aquí se permite tener trazabilidad entre los procesos que la industria tiene y las regulaciones que debe cumplir para no caer en infracciones o en excesos del consumo de recursos y de contaminación. Por otro lado se evidencia como dichos decretos y normativas aplican para el caso de estudio que se está evaluando en esta investigación, mencionando que parte de la legislación se acomoda y es relevante para cada uno de los procesos y operaciones que se realizan dentro de la obra. Además la tabla da evidencia como en el país se están implementando leyes que busquen mitigar los daños al medio ambiente, es fundamental mencionar que la legislación en el país no se encuentra actualizada mostrando deficiencias en cuanto a regulación y control se trata, a esto se suma que en el país las entidades no ejercen ni ejecutan de manera adecuada las normas existentes siendo laxos y permitiendo que la industria incumpla en altas proporciones los parámetros ya establecidos por la ley

## 5. ESTRATEGIAS

Tras la identificación de aspectos ambientales relacionados con la obra de ingeniería civil, y a su vez la determinación y evaluación de impactos pertinentes a dichos aspectos, se logró identificar aquellos impactos que bajo las 5 variables que conforman la evaluación ambiental realizada, Carácter, Magnitud, Intensidad, Frecuencia y Extensión, son los más importantes y significativos en cuanto a la afectación del medio ambiente. El resultado de la evaluación ambiental arrojó los siguientes resultados, que se encuentran ordenados de acuerdo a su relevancia:

**Tabla No. 4**

*Resumen evaluación de impactos ambientales*

Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	VALOR
Carpintería metálica y madera, instalación de pisos, enchapes y equipos especiales	Generación de partículas de polvo	Contaminación atmosférica	-17
	Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	
	Generación de ruido	Contaminación al suelo	
	Generación de residuos solidos		
Movimiento de Tierras.	Alteración de las propiedades físicas de los terrenos	Afectación de propiedades físicas del suelo, mala disposición final de los residuos (relleno sanitario).	-16
	Contaminación auditiva	Agotamiento de los recursos naturales	
		Afectación del entorno de la	

		sociedad	
Cimentación	Uso de infraestructura	Afectación de las propiedades físicas del suelo.	-16
	Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural.	
	Contaminación auditiva	Contaminación atmosférica	
Pintura	Consumo de sustancias químicas	Agotamiento de recursos naturales	-13
	Generación de canecas de pintura	Contaminación del suelo	
Mampostería	Generación de vertimientos.	Contaminación al agua	-13
	Generación de residuos sólidos.	Contaminación al suelo	
Pañetes	Consumo de agua	Agotamiento del recurso	-12
Diseño	Generación de residuos Sólidos de papel.	Deforestación, contaminación por residuos.	-11
Aseo	Generación de vertimientos.	Agotamiento de los recursos naturales.	-11
	Generación de residuos sólidos.	Contaminación al suelo por desechos sólidos	
	Consumo de agua.	Afectación de la salud de los trabajadores	
	Uso de sustancias químicas.		
Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas	Consumo de energía eléctrica.	Disminución del recurso en cuanto a la capacidad de las hidroeléctricas.	-8
Localización	Generación de partículas (GEI)	Contaminación atmosférica	-7
Estructura y cubierta	Generación de residuos sólidos (metálicos)	Contaminación del suelo	-7

Fuente: Elaboración propia basada en la información de la tabla 2

De acuerdo a lo anterior, y teniendo en cuenta la cantidad limitada de recursos con los que cuenta la empresa, las estrategias propuestas se enfocarán en las 3 primeras actividades que se determinaron como generadoras del mayor impacto al ambiente, estas son; **La carpintería metálica y madera, instalación de pisos, enchapes y equipos especiales, El movimiento de Tierras y La cimentación.** Dichas actividades comparten una serie de características que dan a entender el porqué de sus altos índices de impacto ambiental, entre las cuales encontramos el involucramiento de más de un aspecto ambiental, la existencia a su vez de más de un impacto ambiental ligado a la actividad y finalmente la reiteración en impactos tales como el agotamiento del recurso natural, refiriéndose al agua, y la energía principalmente, la contaminación atmosférica, refiriéndose a la contaminación auditiva generada por las actividades, y la contaminación u afectación de las propiedades del suelo. La existencia de impactos ambientales comunes entre las actividades más significativamente dañinas para el medio permite establecer pocas estrategias que repercutan de manera considerable en la correcta gestión ambiental del proyecto y en su desarrollo sostenible a mediano plazo. Dichas estrategias se presentan a continuación, y se espera constituyan una herramienta de cambio para Innovarq Construcciones S.A en sus operaciones presentes y futuras, contribuyendo a su desarrollo como empresa ambientalmente responsable.

### **5.1 Separación de residuos en la fuente**

La generación de residuos y escombros es una constante en las 3 actividades más contaminantes, los escombros y residuos sólidos en general son sin lugar a dudas la mayor problemática de la obra de ingeniería civil evaluada, es importante esclarecer que un gran porcentaje de los residuos generados durante toda la ejecución de la obra son reciclables, reutilizables o aprovechables en distintos campos u distintas obras inclusive, sin embargo para el caso estudiado se observó una acumulación de residuos sin un sistema de organización que permita distinguir cuáles de ellos pueden generar un beneficio a futuro, no solo para el medio ambiente sino para las finanzas de la empresa en general. Es por lo anterior que se propone la instauración de espacios de separación de residuos adecuados desde las instancias iniciales de la

obra, los cuales permitan la separación de metales, residuos reciclables o reutilizables, residuos aprovechables o comercializables (materias primas sobrantes, enchapes, maderas, pinturas, entre otros) y escombros o residuos no aprovechables. La separación y almacenaje ordenada de desechos permitirá un mejor desarrollo de la obra, y una optimización de los recursos que radicará en no pagar sobrecostos por disposición final de escombros en rellenos sanitarios. Innovarq Construcciones S.A es una empresa en desarrollo que mantiene múltiples proyectos en el territorio nacional, e incluso podría gestionar un reaprovechamiento de los recursos entre sus mismas obras, la separación de residuos no requiere la utilización de recursos importantes ni una inversión monetaria mayor, pero si permitirá un mejoramiento en la cantidad de residuos finales que genere la obra y una reducción en la contaminación que estos generan al suelo en los rellenos sanitarios y escombreras.

## **5.2.Compra e implementación de indumentaria correspondiente**

La contaminación atmosférica se determinó como un impacto ambiental significativo, el cual hace referencia específica a la contaminación auditiva generada por las actividades de Cimentación y Carpintería metálica y madera, instalación de pisos, enchapes y equipos especiales. Este impacto ambiental es una constante en las obras de ingeniería civil, y lamentablemente no es una afectación fácilmente mitigable, pues la naturaleza de las actividades realizadas involucra la generación de altos decibeles de ruido, sin embargo la medida propuesta va encaminada a la reducción del impacto hacia los trabajadores en general de la obra, la utilización de audífonos protectores por parte de los obreros e ingenieros que ingresen a la obra es esencial para evitar afecciones innecesarias a la salud de los mismos, reduciendo gastos en ARL y seguros en los que puede incurrir la empresa. La compra y distribución de este tipo de indumentaria es tan necesaria como el uso de cascos y botas punta de acero, es importante que la organización sea consciente que como se mencionó anteriormente en este documento, el entorno en el cual opera una organización, que se extiende desde su interior hasta el sistema global, donde se consideran los mismos elementos biofísicos mencionados anteriormente, y donde el ser humano como uno de estos cobra gran importancia así como su interrelación con los demás

elementos (Banco de la República, 2015), entonces no solo debe preocuparse por la afectación del exterior sino de los elementos de su interior, donde uno de los mas esenciales son claramente sus trabajadores.

### **5.3. Regulación del consumo de agua y reutilización de la misma.**

La actividad de cimentación debe su alta calificación en gran medida al consumo de recursos hídricos y al agotamiento de este recurso, el consumo de agua en la obra de ingeniería civil se hace de manera indiscriminada y sin medidores efectivos o sistemas de regulación en los puntos, lo que contribuye a la mala utilización del recurso y a un desperdicio innecesario del mismo, el cual afecta tanto al medio por el agotamiento del recurso como a la obra, aumentando sus costos variables. La instauración de sistemas de regulación en los grifos y puntos de extracción de agua es una medida simple que ayudaría a disminuir el consumo del recurso. Además la instauración de políticas dentro de la obra, con las cuales los trabajadores puedan concientizarse de la importancia del recurso y adoptar comportamientos tan simples como cerrar un grifo o reutilizar agua en procesos que no requieran agua potable, pueden significar a su vez una reducción en el consumo del recurso y la mitigación del consumo excesivo y contaminación del recurso.

## **6. FICHAS AMBIENTALES**

Las fichas ambientales son una alternativa que se utiliza para presentar de manera más clara y ordenada cada uno de los resultados obtenidos, dentro de esta estrategia se podrán visualizar diferentes etapas y sub-etapas que se tuvieron en cuenta dentro de cada una de las alternativas planteadas, dentro de estas se podrá encontrar información relevante como: El objetivo que se busca cumplir con el establecimiento de dicha alternativa, cuales son los principales impactos que se vienen generando, cuales son los procedimientos que se deben realizar para que se haga posible, se indican los momentos de desarrollo de la alternativa en el proyecto, los responsables tanto de la ejecución como del constante monitoreo y control de la misma.



## 6.1. Ficha ambiental separación de residuos en la fuente.

Separación de Residuos en la Fuente	
1. Objetivo	Reducir la generación de escombros y residuos sólidos así como de la contaminación de los suelos generada por los mismos.
2. Impactos Potenciales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contaminación de los suelos por generación de residuos sólidos en grandes cantidades</li><li>• Desperdicio de recursos monetarios en disposición excesiva de escombros.</li><li>• Obstrucción de espacios a interior de la obra y entorpecimiento de las actividades.</li><li>• Molestias, incomodidad y riesgos innecesarios para el personal de la obra.</li></ul>
3. Componentes de Aplicación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contenedor de almacenamiento Escombros</li><li>• Contenedor de almacenamiento residuos reciclables</li><li>• Contenedor de almacenamiento residuos re aprovechables</li><li>• Fichas de señalización para la separación de recursos</li></ul>
4. Medidas de Mitigación / Actividades a Desarrollar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instauración de una zona en el perímetro de la obra para la disposición de residuos sólidos.</li><li>• Instalación de 3 contenedores en la zona de disposición para la clasificación de residuos en reciclables, re utilizables y no aprovechables, señalización de los mismos.</li><li>• Capacitación de los operarios para la separación de residuos.</li></ul>
5. Momento de Implementación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durante la construcción del proyecto</li></ul>
6. Responsable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniero a cargo de la obra</li></ul>
7. Monitoreo y Control	<ul style="list-style-type: none"><li>• Registro mensual de cantidades de residuos enviados a escombreras, vendidos como reciclables y destinados a reutilización en otras obras.</li></ul>

## 6.2. Ficha ambiental indumentaria correspondiente

Compra e implementación de indumentaria correspondiente	
8. Objetivo	Mitigar el deterioro a la salud de los trabajadores de la obra generado por los altos decibeles de ruido generados.
9. Impactos Potenciales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Padecimiento de afecciones auditivas por parte de los trabajadores de la obra, visitantes u otros implicados directos que visiten la misma.</li><li>• Gastos innecesarios en ARL e indemnizaciones por padecimientos auditivos previsibles y evitables.</li><li>• Molestias, incomodidad y riesgos innecesarios para el personal de la obra.</li></ul>
10. Componentes de Aplicación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Audífonos protectores</li><li>• Señalización de medidas de seguridad y protección obligatorias.</li></ul>
11. Medidas de Mitigación / Actividades a Desarrollar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compra de audífonos protectores para la totalidad del personal de la obra.</li><li>• Capacitación del personal en cuanto a riesgos laborales y como evitar los mismos.</li></ul>
12. Momento de Implementación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durante la construcción del proyecto</li></ul>
13. Responsable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniero a cargo de la obra</li></ul>
14. Monitoreo y Control	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificación diaria del uso de indumentaria de seguridad adecuada.</li><li>• Planilla de registro de los trabajadores y su cumplimiento de la reglamentación.</li></ul>

### 6.3. Ficha ambiental regulación y reutilización de agua

Regulación del consumo de agua y reutilización de la misma.
15. Objetivo
Reducción del consumo y contaminación del recurso hídrico.
16. Impactos Potenciales
<ul style="list-style-type: none"><li>• Contaminación de altas cantidades de agua potable</li><li>• Consumo excesivo del recurso hídrico por mala utilización de puntos de agua en las inmediaciones de la obra.</li></ul>
17. Componentes de Aplicación
<ul style="list-style-type: none"><li>• Medidores de agua</li><li>• Sesiones de capacitación a operarios</li><li>• Tanque de recolección de agua.</li></ul>
18. Medidas de Mitigación / Actividades a Desarrollar
<ul style="list-style-type: none"><li>• Instauración de un tanque de recolección de agua</li><li>• Verificación de los puntos de distribución de agua en la obra, reparación de los mismos y adecuación con grifos reguladores.</li><li>• Mantenimiento y adecuación de los contadores de agua de la obra.</li></ul>
19. Momento de Implementación
<ul style="list-style-type: none"><li>• Durante la construcción del proyecto</li></ul>
20. Responsable
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniero a cargo de la obra</li></ul>
21. Monitoreo y Control
<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión mensual de los contadores de la obra.</li><li>• Mantenimiento periódico (cada 3 meses ) a los puntos de distribución de agua en los terrenos de la obra, verificación de tubería y grifos sin fugas.</li></ul>

## 7. CONCLUSIONES

Se evidencia según la evaluación de impactos ambientales realizada que todas las actividades que intervienen en la construcción de una edificación trae consigo efectos negativos para el medio ambiente, es importante aclarar que hay casos en los que se pueden generar aspectos positivos o que beneficien el entorno, no obstante en el caso particular de la construcción de una obra de ingeniería civil esto no pasa, lo que da mayor importancia al presente trabajo.

En el transcurso de la investigación se puede verificar que en la construcción se manejan mayores volúmenes de material que sale como residuos, que los insumos que entran, permitiendo reconocer que las secuelas que trae la construcción para el medio ambiente son bastante altas.

Mediante la evaluación ambiental llevado a cabo en la investigación se pudo identificar que la actividad que mayores impactos negativos genera para el medio ambiente son las diferentes instalaciones de materiales como lo son la madera, los pisos, los enchapes, los equipos especiales y todo lo relacionado con la carpintería metálica, esto debido a la gran cantidad de residuos sólidos y partículas que genera, como también el agotamiento de los recursos naturales que este causa debido a las materias primas de las que son compuestas dichos insumos.

Actividades como la localización del terreno y la elaboración de la estructura y la cubierta, según los resultados arrojados por la evaluación de impactos ambientales, son las tareas que menos afectan el ambiente durante el desarrollo de una obra de ingeniería civil.

## **8. RECOMENDACIONES**

Las constructoras en general deberían considerar la disposición de contenedores o recipientes en los que se puedan separar los diferentes residuos como los escombros, los materiales que pueden ser reciclables y los que puedan ser re utilizados, siendo estos los que genera esta actividad. Lo anterior con el fin de tener un control y orden acerca de la generación de residuos sólidos, que es uno de los mayores impactos ambientales negativos generados por la actividad.

Se recomienda a las constructoras y cualquier persona que labore con indumentaria que pueda afectar su salud auditiva el uso de audífonos protectores, esto con el fin de proteger la salud del trabajador y librar a las empresas de problemas con la seguridad social y con sus empleados.

Con el fin de ayudar a minimizar los impactos generados por la actividad se les sugiere a las constructoras que recurran a un recipiente o tanque en el que puedan almacenar o recolectar el agua que cae de la lluvia, esto con el fin que esta pueda ser utilizada para las diferentes etapas de la obra y así reemplazar el uso del agua potable, que últimamente esta tan escaza.

Finalmente es recomendable realizar capacitaciones acerca del cuidado del medio ambiente y las diferentes tácticas que se llevaran a cabo dentro de la obra de ingeniería civil, esto con el fin de que todos los empleados generen conciencia acerca de la problemática y así mismo se encuentren en la mejor disposición para llevar a cabo estas prácticas amigables que no solo están ligadas al medio ambiente sino también con la salud y el futuro de ellos mismos como personas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Adnan Enshassi, Bernd Kochendoerfer, & Ehsan Rizq. (Diciembre de 2014). *Revista Ingeniería de construcción*. Obtenido de [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732014000300002&script=sci\\_arttext#T1](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732014000300002&script=sci_arttext#T1)
- Banco de la República. (2015). *Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República*. Recuperado el 17 de 03 de 2015, de [www.banrepcultural.org](http://www.banrepcultural.org):  
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/biologia/biolo2.htm>
- Basarán Conde, M. (2015). *DG Calidad e Impacto Ambiental - Evaluación Ambiental*. Recuperado el 17 de 03 de 2015, de <http://www.castillalamancha.es/>:  
<http://www.castillalamancha.es/gobierno/agricultura/estructura/dgacia/actuaciones/evaluaci%C3%B3n-ambiental>
- DANE. (Septiembre de 2015). *www.dane.gov.co*. Obtenido de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol\\_PIB\\_Itrim15\\_oferta\\_de\\_manda.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_Itrim15_oferta_de_manda.pdf)
- Fedesarrollo. (02 de 2015). *Prospectiva Económica*. Recuperado el 14 de 11 de 2015, de <http://www.fedesarrollo.org.co/>: [http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/Prospectiva-Febrero-2015\\_Capt.-1.pdf](http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/Prospectiva-Febrero-2015_Capt.-1.pdf)
- Larousse Diccionario Enciclopedico 2007*. (2007). Mexico: Ediciones Larousse, S A de C.V.
- OMC. (2015). *www.wto.org*. Obtenido de [https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/serv\\_s/construction\\_s/construction\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/serv_s/construction_s/construction_s.htm)
- Ponce de Leon, E. Z., Carabias Lillo, J., Provencio, E., Rodriguez, F. G., Gomez Sosa, R. M., & Alonso Olvera, L. Y. (2000). *La Evaluación del Impacto Ambiental*. Mexico: Direccion Ejecutiva de Participación Social, Enlace y Comunicación, INE.

Pousa Lucio, X. M. (2007). La Gestión Medioambiental Un Objetivo Común. En X. M. Pousa Lucio, *Gestión Medioambiental* (pág. 33). Vigo: IdeasPropias.

Real Academia española. (2015). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2015, de Diccionario de la lengua española: <http://www.rae.es/>