



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**IMPACTO DE LOS PROYECTOS VIALES AL INTERIOR
DE UNA CIUDAD SOBRE EL RECURSO SUELO:
PERTINENCIA DE LOS PROGRAMAS DE GESTIÓN**

Autor

María Alejandra Zapata Angulo

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2019



Impacto de los proyectos viales al interior de una ciudad sobre el recurso suelo: pertinencia de los programas de gestión

María Alejandra Zapata Angulo

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniero Ambiental.

Asesores.

Zorayda Restrepo Correa - Ingeniera Forestal
Juan Camilo Rojas Vélez - Ingeniero Ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2019.

IMPACTO DE LOS PROYECTOS VIALES AL INTERIOR DE UNA CIUDAD SOBRE EL RECURSO SUELO: PERTINENCIA DE LOS PROGRAMAS DE GESTIÓN.

Resumen

La ejecución de proyectos viales al interior de una ciudad se realiza con el objetivo de solucionar, entre otras cosas, las problemáticas de embotellamiento del tráfico causado principalmente por la falta de planeación de las ciudades, las cuales no cuentan con vías suficientes para que se movilice el creciente número de vehículos automotores que circulan en estas, dicho embotellamiento provoca que los ciudadanos tengan que perder un gran número de horas al día para desplazarse de un lugar a otro, lo que a su vez aumenta los niveles de estrés de la población. Esta problemática es muy grave, sin embargo, la solución planteada, que es la construcción de vías nuevas, así como la adecuación y ampliación de las vías existentes, también trae repercusiones tanto a la población como al medio ambiente.

Unos de los problemas asociados a la construcción de vías tienen que ver con la remoción de grandes volúmenes de tierra, el cual es un impacto directo causado por la ejecución del proyecto y que a su vez exacerba otros impactos como la alteración de la calidad del aire, el aumento de los niveles de ruido, aumento de sedimentos en los cuerpos de agua y por último modifica los regímenes hidrológicos de la zona. Debido a la magnitud de problemas asociados a una sola actividad, se percibe que esta debe ser gestionada de forma tal que se prevengan gran parte de los impactos desde la etapa de planificación, presentando alternativas que no contemplen grandes movimiento de tierra o en las que al menos se disminuya la cantidad de suelo a remover mediante el rediseño de las vías; no obstante, en la revisión de literatura realizada se encuentra que existe información limitada sobre este tema y a pesar de que en muchos textos se presenta la problemática asociada a los movimiento de tierras, únicamente en uno de los encontrados dan pautas para disminuir los volúmenes de excavación desde la etapa de planificación, la mayor parte de los documentos se centran en la gestión del recurso suelo en las fases de ejecución del proyecto, en la cual los esfuerzos se limitan a prevenir la contaminación este, así como a la restauración de aquellos espacios que fueron intervenidos, principalmente mediante la revegetalización. Para finalizar es importante mencionar que para poder actuar en pro de la prevención de este tipo de impactos es necesario tener bases sólidas e información acertada, para lo cual hace falta mayor investigación sobre el tema.

Palabras claves: Impacto ambiental, movimiento de tierras, revisión literaria.

Introducción

El aumento poblacional, la dinámica cambiante de las ciudades y el auge de la tecnología introducen innumerables cambios, tanto positivos como negativos, en la forma y calidad de vida de las personas. Consecuentemente, uno de los problemas más comunes en la actualidad, principalmente en las grandes ciudades, es el incremento exponencial de vehículos automotores que, sumado a la falta de planificación vial de las ciudades, producen embotellamiento y los ciudadanos se encuentran obligados a gastar una importante cantidad de horas al día en movilizarse de un lugar a otro (Franco, 2018 & Mendoza-Hatjhecorne, 2013).

Con la finalidad de mejorar esta problemática, los entes gubernamentales pertinentes invierten un importante porcentaje de los recursos públicos en la mejora de las vías existentes, así como en la construcción de vías nuevas. Llevar a cabo proyectos de esta magnitud requiere la adopción de herramientas de gestión social y ambiental que incluyan tanto los cambios de ciudad, como la normativa vigente y los recientes avances tecnológicos, esto con el propósito de fomentar una ciudad sostenible (Alcaldía de Medellín, 2013).

A partir de lo anterior, la Alcaldía de Medellín, en colaboración con otras entidades, crearon la Guía de Manejo Socioambiental para la construcción de obras de infraestructura pública, la cual es un instrumento técnico de manejo ambiental y social para los proyectos que no requieren licencia ambiental para su operación (Alcaldía de Medellín, 2013). Esta guía se divide en tres fases que son: fase de planificación, en la que se identifican y valoran impactos para a partir de estos categorizar el proyecto; fase de ejecución, en la cual contempla el Plan de Acción Socioambiental en Obra (PASAO), donde se proponen de forma integral las medidas de prevención, mitigación y/o compensación que deben ser implementadas para así lograr causar el menor impacto posible tanto en el medio ambiente como en la comunidad; por último, la fase de verificación, donde se presenta un plan de monitoreo y seguimiento para cada uno de los programas analizados.

Este documento se centra entonces en la aplicación de la guía de manejo socioambiental en el caso de estudio en específico “Construcción de la segunda calzada Avenida 34 entre la Aguacatala y la Loma de los Balsos” (Obra 123 MED), llevada a cabo en est sector (Ver figura 1). Este proyecto es uno de los tramos que hacen parte de la obra “Segunda calzada de la Avenida 34 entre Las Palmas y La Aguacatala”, la cual debido a su tamaño se construirá por trayectos. De acuerdo con el Fondo de Valorización de Medellín, la obra completa amplía la capacidad de la avenida 34 al crear dos carriles adicionales dejando un separador central para un futuro sistema de

transporte masivo; además, se construyen 4 pasos a desnivel para descongestionar los cruces de esta avenida con Las Palmas y con las lomas de Los Parra, Los González y Los Balsos. Entre los beneficios que trae esta obra a la comunidad se encuentra el mejoramiento de la fluidez vial y reducción de la congestión, mejoramiento del espacio público y reducción de los tiempos de recorrido (FONVALMED, 2019).



Figura 1. Área de ejecución del proyecto.

Fuente: FONVALMED

En esta obra de valorización se llevan a cabo la implementación de planes y programas especificados en el PASAO buscando disminuir los impactos que el proyecto provoca tanto en el medio ambiente como en la sociedad. Uno de los principales impactos causados por este tipo de obras se produce sobre el recurso suelo, ya que para la construcción de carreteras se realiza la remoción de altos volúmenes de suelo asociado a las actividades de excavación y explanación. Debido a lo anterior, en este informe se pretende conocer por medio de una revisión bibliográfica el impacto de los proyectos viales al interior de una ciudad sobre el recurso suelo enfocado en la pertinencia de los programas de gestión.

Objetivos

General:

Evaluar la pertinencia de los programas contemplados en la Guía de Manejo Socioambiental en la obra 123 MED, mediante la identificación de variables cuantitativas que permitan conocer el impacto de los programas en el tiempo

Específicos:

- Implementar los planes y programas propuestos en la Guía de Manejo Socioambiental en la ampliación de la avenida 34 entre La Aguacatala y la Loma de los Balsos.

- Realizar una revisión de literatura en función de la identificación de la reducción de impactos ambientales sobre el recurso suelo para el establecimiento de programas en proyectos de desarrollo vial.
- Evaluar la pertinencia de los programas en la mitigación de los impactos ambientales identificados sobre el recurso suelo de acuerdo a variables que se establecen en la literatura.

Marco Teórico

Los proyectos de construcción causan problemas ambientales que van desde el consumo excesivo de recursos globales hasta la contaminación del medio ambiente urbano, tanto en su fase de construcción como de operación (Xue *et al.*, 2015). Sumado a esto, proyectos como ampliaciones viales urbanas generalmente tienen lugar en zonas con una importante población aledaña, donde el control de aquellos impactos causados por el proyecto es más estricto, ya que si estos no son gestionados adecuadamente pueden llegar a afectar directamente la salud y calidad de vida de la población vecina.

Entre los impactos más notorios y molestos para la comunidad se encuentra el incremento de los niveles de ruido producido principalmente por la maquinaria usada en obra, al respecto algunos investigadores como Towers, D. (2001) consideran que lo primordial es identificar los problemas de ruido en la fase de diseño para así evitar al máximo la ocurrencia del impacto y tener medidas de mitigación adecuadas. Del mismo modo, de acuerdo con Towers, D. (2001), otro impacto es el polvo que proviene de los vehículos transportadores de material de excavación y construcción, lo cual se ve reflejado en un deterioro de la calidad del aire.

La pérdida de cobertura vegetal y la remoción de altas cantidades de suelo son otro de los principales impactos generados, cabe resaltar que cuando la construcción se realiza en zonas rurales la prevención de este tipo de impactos es mayor, ya que se puede realizar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas y a partir de este elegir que la vía se desarrolle por aquellos lugares donde los impactos producidos se hacen menores; sin embargo, en zonas urbanas los espacios son muy reducidos por lo cual la prevención de este tipo de impactos es menor, no obstante, se puede reducir el volumen de suelo removido mediante el rediseño de la vía y adecuando esta al paisaje, o en su defecto el impacto se puede mitigar un poco mediante la reutilización del material de excavación en otras zonas.

Adicionalmente, de acuerdo con la literatura se tiene que otros de los impactos que producen la construcción de una vía involucran cambios en el cauce y calidad de aguas superficiales y subterráneas, activación de procesos erosivos, alteración del hábitat, alteración del paisaje (INVIAS, 2011),

cambios en los regímenes hidrológicos, aumento de especies no nativas, incremento de muerte y lesiones en la vida silvestre, pérdida de especies y vegetación, mayor propagación de insectos y enfermedades, y por último incremento de emisiones contaminantes (Daigle, 2010).

Para el caso, es importante mencionar que una de las actividades técnicas típicas para diferentes tipos de proyectos de ingeniería de infraestructura como es el caso de las construcciones viales, es el movimiento de tierras (Gallardo, A. *et al.*, 2015), el cual es comúnmente asociado a muchos de los impactos ambientales negativos mencionados anteriormente. La identificación de este tipo de actividades críticas y los impactos que ellas producen permiten tener una visión global sobre el proyecto, de este modo, desde la planeación del mismo se pueden tomar medidas que permitan gestionar de manera adecuada cada uno de estos impactos; esto es precisamente lo que ocurre en el proyecto de ampliación de la avenida 34, impacto que es gestionado mediante la aplicación de los programas estipulados en la Guía de Manejo Socioambiental. Lo que busca este documento es precisamente realizar una comparación entre la gestión del impacto presentada en la guía y la forma en que estos impactos son gestionados en otros lugares, para lo cual se realiza una revisión bibliográfica.

La Guía de Manejo Socioambiental para la ejecución de proyectos de infraestructura pública, fue creada en el año 2013 por la Alcaldía de Medellín en conjunto con otras entidades públicas y privadas, es un instrumento técnico que surge de la necesidad de adoptar herramientas de gestión ambiental y social, para aquellos proyectos que no requieren licencia ambiental para su operación. En la guía se encuentra consignado el PASAO, en él se proponen una serie de planes y programas que se deben implementar en las obras, de acuerdo con los impactos de mayor relevancia identificados en la matriz de impactos ambientales y se realiza un seguimiento de cada uno de los programas por medio de los indicadores planteados. En este sentido, en la obra se implementan diez (10) programas de manera paulatina, dependiendo del avance y de las necesidades de la obra, dichos programas se presentan a continuación:

- Programa para el manejo de residuos sólidos
- Programa para el control de emisiones
- Programa para el uso y almacenamiento adecuado de materiales de construcción
- Programa para la protección del suelo
- Programa para el manejo de sustancias químicas peligrosas
- Programa para el manejo de maquinaria y equipos pesados

- Programa para la prevención de la contaminación de cuerpos de agua y redes de servicio público
- Programa para la gestión de fauna y flora
- Programa para el ahorro y uso eficiente de agua y energía
- Programa para el manejo de campamentos e instalaciones temporales

Todo lo anteriormente mencionado conduce a que lo ideal sería solucionar el problema de necesidad de más y mejores vías de forma definitiva, para lo cual se presenta la revalorización de los modos de desplazamiento olvidados por el monopolio del automóvil como lo son los medios de transporte público, el tren, la caminata o la bicicleta. Asimismo, la creación emergente de nuevos modos de utilización del automóvil, como compartir un mismo vehículo entre propietarios (Mendoza-Hatjhecorne, 2013).

Metodología

El sector de la construcción es considerado mundialmente como una de las principales fuentes de contaminación medioambiental, pues produce enormes efectos negativos en el medioambiente ya sea directa o indirectamente (Enshassi, A. et al., 2014). Para conocer la eficiencia de las medidas de gestión implementadas en proyectos de ampliación o construcción de vías urbanas, esta propuesta parte de la revisión y puesta en marcha de los planes y programas ambientales descritos en el PASAO y su comparación con otras medidas de gestión nacionales e internacionales, de tal modo que permita conocer que tan pertinentes son los programas que se están implementando en la obra o cuales son las posibles mejoras que se pueden presentar.

En primera instancia, es importante resaltar que en la fase de planificación de la obra 123 MED se realizó una evaluación de impacto ambiental, a partir de la cual se identificaron los impactos ambientales que podían ser producidos por el proyecto, aquellos que mayor relevancia obtuvieron debido a las características propias de la obra fueron: Emisión de gases, ruido, pérdida de hábitat y cobertura vegetal, alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo, generación de residuos e inducción de procesos erosivos.

De acuerdo con estos impactos identificados y basados en el PASAO, se planifican e implementan los diez programas de manejo ambiental que son llevados a cabo en la medida que la obra avanza y se hace necesaria su aplicación. Cada uno de los programas cuenta con indicadores de seguimiento y monitoreo ambiental que son calculados mensualmente y que permiten establecer la efectividad de dichas medidas en el tiempo.

Posteriormente, se identificó que uno de los impactos ambientales más significativos que se producen en la obra son los que afectan al recurso suelo y está asociado con el movimiento de altos volúmenes de tierras, por lo cual se realizó una revisión bibliográfica en base a este recurso, con el fin de tener una referencia de lo que sucede a nivel mundial al respecto. La revisión bibliográfica se centró en la identificación de las acciones que se llevan a cabo en otras zonas para la adecuada gestión de dichos impactos; el principal objetivo de la revisión de literatura consiste en tener bases y criterios técnicos con los cuales se pueda evaluar la guía implementada en la obra y poder así determinar qué tan acertados son los programas que en ella se contemplan.

Por último, se comparan las diferentes acciones para la gestión del recurso suelo encontrados en la literatura con los que se encuentran contemplados en la guía de manejo socioambiental de acuerdo al tipo de medida identificada y la gestión que realiza; adicionalmente, se identifica si los programas buscan evitar al máximo que los impactos se produzcan o simplemente mitigar, controlar y compensar los cambios producidos en el ambiente. Contemplar en las guías ambientales programas que busquen prevenir la mayor cantidad de impactos posibles en lugar de mitigarlos sería mucho más eficiente y productivo tanto para el proyecto como para el medio ambiente, sin embargo, por lo general se busca actuar después de haber causado el impacto.

Resultados y análisis

Los impactos más significativos causados por el proyecto están asociados al movimiento de tierra, por esta razón este informe se centra en la gestión de dicho recurso. De acuerdo con el control de viajes de material llevado en obra se conoce que, en los seis primeros meses de ejecución, que van desde marzo hasta agosto, se realizó cerca de la totalidad de la remoción de tierra requerida para el desarrollo del proyecto, obteniendo un volumen removido de aproximadamente 50.513,92 m³ en estos meses de avance de la obra (ver figuras 2 y 3). La remoción de estas altas cantidades de tierra provocan un sinnúmero de impactos ambientales entre los que se encuentra un aumento de sedimentos finos en los cuerpos de agua lo que puede causar a su vez una diversidad de problemas para la biota residente (Wheeler, A. et al., 2005), también generan afectaciones y modificaciones al drenaje natural, aumento de los niveles de ruido y material particulado en el aire (Orta, P., 2014), entre otros. Adicionalmente, si bien este material de excavación es depositado en escombreras, que son lugares certificados y realizan un manejo adecuado del material de excavación, el movimiento de volúmenes tan altos de tierra acortan la vida útil de estos sitios expandiendo el impacto producido.

Para conocer las afectaciones que la construcción de la vía produce en el entorno, se plantearon las ejecuciones de monitoreos de calidad de aire, agua y ruido en tres etapas diferentes (antes, durante y después) de la ejecución del proyecto. Los resultados de los monitoreos de la etapa previa están disponibles, sin embargo, en el último mes la obra alcanzó el 50% de avance, por lo cual en la actualidad se están realizando algunas de las mediciones asociadas a estos estudios y por esta razón no se tienen disponibles los resultados de dicho estudio, impidiendo la posibilidad de realizar una comparación en relación a estos términos, sin embargo, se prevee un aumento en los niveles de ruido y material particulado en el aire, así como de sedimentos y turbidez en el cuerpo de agua analizado, debido precisamente al movimiento de tierra.



Figura 2. Gráfica de Movimiento de tierra

Fuente: Propia



Figura 3. Avance de obra mes de agosto

Fuente: Propia

En la etapa de planificación contemplada en la guía no se hace mención alguna sobre la prevención de impactos causados por la remoción de altos volúmenes de tierra; en esta se presenta dentro del PASAO, para la fase de ejecución, el programa de protección del suelo, encaminado a gestionar los impactos sobre dicho recurso desde la prevención de la contaminación, las acciones planteadas en dicho programa contemplan, entre otras cosas, la cobertura del suelo al momento de preparar mezclas, el aislamiento de sustancias químicas, la restauración de las zonas intervenidas y la gestión adecuada los sobrantes de excavación. Este tipo de acciones son las que se presentan también en Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura para el sector vial del INVIAS.

Los otros programas presentados en la guía ayudan a minimizar el impacto provocado por el movimiento de tierra sobre las otras matrices (aire y agua), buscando disminuir las emisiones de material particulado mediante el riego de las vías, cobertura de materiales de construcción y el carpado de los vehículos transportadores, también se gestionan los niveles de ruido principalmente verificando el buen estado y funcionamiento de la maquinaria o equipo a utilizar, y comprobando que los mantenimientos sean realizados periódicamente, en última instancia se estipulan horarios restringidos de trabajo y el uso de protectores auditivos. De acuerdo con lo anterior, en ninguna de las fases de la guía gestiona el recurso suelo desde la prevención del movimiento de tierra, lo cual debería hacerse desde la fase de planeación, sino que se limita a implementar los programas para minimizar los impactos en la fase de ejecución.

En la revisión bibliográfica se pudo notar que, si bien se tiene en cuenta los impactos causados por el movimiento de altos volúmenes de tierra como en los textos de Orta, P. (2019), INVIAS, (2011) y Gallardo, A. et al., (2015), estos impactos en la mayoría de veces no son tenidos en cuenta en la etapa de planificación, por lo cual no se previenen, es decir, no se busca reducir el volumen por remover, sino que los programas implementados se basan en la prevención de la contaminación del suelo que permanece.

De acuerdo con Tilford, K. et al., (2000), una revisión de la literatura revela una cantidad limitada de investigación en el área de evaluación del impacto de la contaminación ambiental en los proyectos de construcción, si bien este artículo se escribió hace muchos años, cabe resaltar que en la actualidad la literatura encontrada relacionada con los impactos sobre el recurso suelo y su gestión son muy escasos y se reducen aún más si nos centramos en aquellos textos se enfocan en la prevención de la remoción de. Al respecto, se encontró un libro creado por la Consejería de Obras Públicas y Transporte de Sevilla, en el cual se busca prevenir la remoción de altos volúmenes de tierra desde la etapa de planificación, mediante la construcción de vías siguiendo el

paisaje, lo cual es llamado como integración ambiental de las carreteras. En este libro se expresa que la reforma de las carreteras existentes como son los proyectos de ampliación de la capacidad vial debe evitar, o al menos, minimizar los efectos irreversibles sobre los recursos ambientales. Además de la aplicación de los procedimientos de evaluación de impacto ambiental a los planes y proyectos de carreteras, la planificación de carreteras y los criterios de diseño deben integrar positivamente la prevención y reducción de sus efectos ambientales (Consejería de Obras Públicas y Transportes, 2008).

De acuerdo con la Consejería de Obras Públicas y Transportes, (2008) las carreteras que mejor se integran al paisaje son aquellas que requieren un menor volumen de movimiento de tierras. Sin embargo, este objetivo no es siempre fácil de conseguir pues depende de la confrontación entre el relieve y la funcionalidad que demande la carretera proyectada. Se necesita por tanto mantener un planteamiento abierto y flexible respecto a este criterio; intentar reducir en lo posible el volumen del movimiento de tierras sería un criterio más realista y acertado. Es importante mencionar, que en algunos casos la remoción de suelo es inevitable, ya que en ocasiones el terreno donde se pretende realizar el proyecto posee en sus primeras capas material inestable que debe removerse para evitar poner en riesgo la vida útil de la obra a ejecutar, adicionalmente, la remoción de suelo puede acrecentar procesos de movimientos en masa que pueden resultar en un aumento del volumen de suelo removido. Por último, si bien en la Guía de manejo socioambiental no se tiene en cuenta el movimiento de tierras como un impacto que se debe gestionar desde la etapa de planificación, de acuerdo a la revisión bibliográfica este parece ser un problema generalizado, sobre el cual hace falta más investigación y difusión.

Conclusiones

Los impactos ambientales asociados al desarrollo de carreteras urbanas son muy amplios, uno de los más graves y en los cuales se enfocó el desarrollo de este proyecto es la remoción de suelo. A pesar de que este es tenido en cuenta a la hora de la identificación de impactos causados por un proyecto, en la mayoría de ocasiones no son gestionados desde la prevención de su ocurrencia, ya que la mayor parte de las acciones tomadas en este tipo de situaciones actúa directamente sobre la etapa de ejecución funcionando más como una forma de prevenir la contaminación del material que no fue removido.

Con el fin de actuar de forma preventiva aparecen entonces las construcciones de carreteras ambientalmente integradas que son aquellas en las que se busca remover la menor cantidad de suelo posible en su ejecución, si embargo este objetivo no es siempre fácil de conseguir pues

depende de las características y funcionalidad para la cual se creó la vía, así como del tipo de suelo que se encuentre presente en el terreno, el cual en caso de ser inestable debe ser removido por cuestiones de seguridad del proyecto.

Es importante mencionar que contemplar en las guías ambientales programas que busquen prevenir la mayor cantidad de impactos posibles en lugar de mitigarlos sería mucho más eficiente y productivo tanto para el proyecto como para el medio ambiente, sin embargo, por lo general se busca actuar después de haber causado el impacto.

Por último, si bien en la Guía de manejo socioambiental no se tiene en cuenta el movimiento de tierras como un impacto que se debe gestionar desde la etapa de planificación, de acuerdo a la revisión bibliográfica este parece ser un problema generalizado sobre el cual hace falta más investigación y difusión, por lo cual este se presenta como una oportunidad de enfoque para los que investigadores, con el fin de que en el futuro los impactos asociados la remoción de suelo se puedan evitar al máximo mediante el rediseño de las vías y nuevas formas de construcción.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Medellín. Guía de manejo Socioambiental para la construcción de obras de infraestructura pública. Medellín: 2013. 7- 12. ISBN 978-958-8888-07-1.

Consejería de Obras Públicas y Transportes. La carretera en el paisaje criterios para su planificación, trazado y proyecto. Sevilla: 2008. 68-151. ISBN 978-84-8095-554-6.

Daigle, P. A summary of the environmental impacts of roads, management responses, and research gaps: A literature review. BC Journal of Ecosystems and Management. Vol. 10, 3 (2010); 65-89.

Enshassi, A., Kochendoerfer, B. y Rizaq, E. Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. Revista ingeniería de construcción. Santiago. Vol. 29, 3 (2014). ISSN 0718-5073

FONVALMED. Avenida 34 - Segunda Calzada Tramo Los Balsos La Aguacatala. Recuperado 09 de octubre de 2019. Obtenido de <https://fonvalmed.gov.co/proyecto-de-valorizacion-el-poblado/segunda-calzada-de-la-avenida-34-tramos-los-balsos-a-la-aguacatala/>

Franco, F. Los Ángeles, Moscú Y Nueva York, con los peores trancones del mundo. El Tiempo. (febrero, 2018).

Gallardo, A. et al. Improving effectiveness of mitigation measures in EIA follow-up. Management of Environmental Quality: An International Journal. Vol. 26, 4 (2015); 518–537.

INVIAS. Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura. Ed 2. 2011.

- Mendoza-Hatjhecorne, E. La movilidad urbana como modus operandi que edifica las ciudades. SciELO. (2013); 571-575.
- Orta, P. Tecnología de construcción de las explanaciones: Movimientos de tierra. 2014.
- Orta, P. Cómo disminuir los impactos ambientales en la construcción de carreteras. Recuperado 09 de octubre de 2019.
- Tilford, K., Jaselskis, E. y Smith, G. Impact of Environmental Contamination on Construction Projects. Journal of Construction Engineering and Management. Vol. 126, (2000).
- Towers, D. Mitigation of community noise impacts from night-time construction. Construction and Materials Issues.(2001); 106-120.
- Wheeler, A. et al. Impacts of New Highways and Subsequent Landscape Urbanization on Stream Habitat and Biota. Reviews in Fisheries Science. Vol. 13, 3 (2005); 141-164.
- Xue, X. et al. Environmental and social challenges for urban subway construction: An empirical study in China. International Journal of Project Management. Vol. 33, (2015); 576-588.

