

CÁRCAMO DE LAVADO AUTOMATICO

CLA

Iván Daniel González Serna

Ángel Andrés Pedreros Clavijo

Anyi Dayana Vargas Ariza

Universidad la Gran Colombia

PTCA

Bogotá D.C.

29 de mayo de 2018

CÁRCAMO DE LAVADO AUTOMATICO

CLA

Iván Daniel González Serna

Ángel Andrés Pedreros Clavijo

Anyi Dayana Vargas Ariza

Profesor

José Alcides Ruiz Hernández

Universidad la Gran Colombia

PTCA

Bogotá D.C.

29 de mayo de 2018

Tabla de Contenido

RESUMEN	7
PALABRAS CLAVES	7
SUMMARY	8
KEY WORDS	8
INTRODUCCIÓN	9
HIPÓTESIS	13
OBJETIVO GENERAL.....	15
<i>Objetivos Específicos</i>	<i>15</i>
CLA	15
IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS	16
PROBLEMA PRINCIPAL	16
<i>Esparcimiento de residuos en las vías</i>	<i>18</i>
<i>Problemas paisajísticos y ambientales.....</i>	<i>19</i>
<i>Taponamiento de alcantarillados y sumideros</i>	<i>19</i>
<i>Tiempo adicional.....</i>	<i>20</i>
<i>Sobrecostos y mano de obra adicional.....</i>	<i>23</i>
METODOLOGÍA.....	24
ENCUESTAS.....	25
<i>¿Qué tipo de vehículo y maquinaria entra a la obra?</i>	<i>27</i>
<i>¿Qué mecanismo utilizan para evitar la contaminación dejada en las vías por los vehículos y la maquinaria saliente de obra?</i>	<i>28</i>
<i>¿Conoce usted la resolución 541 del 4 de diciembre de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente?.....</i>	<i>29</i>

<i>¿Conoce usted alguna norma que lo obligue a: limpiar las llantas de los vehículos que salen de la obra para evitar que se arroje barro o cemento en el espacio público, y limpiar el material, cemento y los residuos de la obra, de manera inmediata, cuando caigan en el espacio público?</i>	<i>29</i>
REGISTRO FOTOGRÁFICO	29
CUADROS COMPARATIVOS	30
MARCO REFERENCIAL	32
CÁRCAMOS DE LAVADO EN EL EXTERIOR.....	33
<i>Moby Dick Sistemas Lava-ruedas.....</i>	<i>33</i>
<i>Lavaruedas.....</i>	<i>34</i>
<i>Cárcamos de Lavado en Colombia</i>	<i>34</i>
ELABORACIÓN DEL CÁRCAMO DE LAVADO AUTOMÁTICO	35
PLANIMETRÍA PARA LA ELABORACIÓN DE CÁRCAMO DE LAVADO AUTOMÁTICO	35
ELABORACIÓN DEL CÁRCAMO DE LAVADO AUTOMÁTICO	39
<i>Localización y replanteo.....</i>	<i>39</i>
<i>Excavación.....</i>	<i>40</i>
<i>Amarre del acero.....</i>	<i>43</i>
<i>Instalación de formaleta</i>	<i>44</i>
<i>Instalación de marco para rejilla.....</i>	<i>45</i>
<i>Instalación de tubería sanitaria</i>	<i>47</i>
<i>Vaciado del concreto.....</i>	<i>48</i>
<i>Puesta de rejilla y panel de lavado.....</i>	<i>49</i>
<i>Lavado con el Cárcamo de Lavado Automático</i>	<i>49</i>
CONCLUSION1	51

Índice de Figuras

<u>Figura 1</u>	21
<u>Figura 2</u>	21
<u>Figura 3</u>	22
<u>Figura 4</u>	23
<u>Figura 5</u>	26
<u>Figura 6</u>	28
<u>Figura 7</u>	31
<u>Figura 8</u>	32
<u>Figura 9</u>	36
<u>Figura 10</u>	36
<u>Figura 11</u>	37
<u>Figura 12</u>	38
<u>Figura 13</u>	38
<u>Figura 14</u>	40
<u>Figura 15</u>	41
<u>Figura 16</u>	42
<u>Figura 17</u>	43
<u>Figura 18</u>	43
<u>Figura 19</u>	44
<u>Figura 20</u>	45
<u>Figura 21</u>	45

<u>Figura 22</u>	46
<u>Figura 23</u>	46
<u>Figura 24</u>	47
<u>Figura 25</u>	47
<u>Figura 26</u>	47
<u>Figura 27</u>	48
<u>Figura 28</u>	48
<u>Figura 29</u>	49
<u>Figura 30</u>	49
<u>Figura 31</u>	50

Resumen

Para la realización del proyecto de grado, era necesario buscar un problema que se presentara en obra y proponer una posible solución; después de analizar varios inconvenientes dentro de la construcción, se determinó que el tema o problema a tratar sería la suciedad de las llantas salientes de obra, pues estas esparcen residuos como tierra en espacios públicos, produciendo deterioro, taponamiento de alcantarillas, y mayor tiempo, costos y mano de obra para la limpieza de estos.

Las encuestas, el seguimiento fotográfico, escrito, etc., fueron de gran importancia ya que adicional a los problemas que ya eran claros, se pudo determinar otros como la suciedad generada a carros de particulares que se encuentran cerca de la obra y que es necesario realizarles lavado.

Luego de tener claros los problemas, se utilizó métodos de encuesta y seguimiento para saber cuáles son los tiempos que las obras empleaban tanto en el lavado de las llantas y orugas por medio de hidro lavadoras, mangueras o manualmente, como para la limpieza de las vías. También se pudo determinar los costos y la mano de obra empleada para tal fin, para después definir el cárcamo adecuado, instalarlo y compararlo con los sistemas lavaruedas ya existentes y con el aseo en las vías.

Palabras claves

Cárcamo, lavado, rejilla, instalación, presión, desagüe, lavaruedas, hidrolavadora, residuos, esparcimiento, contaminación, deterioro, alcantarillado, espacios públicos, maquinaria, vehículos.

Summary

In order to complete the thesis, it was necessary to investigate a problem that is common in a building site and therefore, propose a possible and effective solution. After analyze some of these problems, it was determined that that the issue or problem to be treated would be de dirt from the tires and caterpillars, because these objects in a building site spread waste as land in public spaces, causing deterioration, clogging of sewers, greater time, costs and handwork in order to do the cleaning of these waste.

The surveys, the photographic and written tracing, etc., were of great importance, since in addition to the problems that were already clear it could be determined others, such as the dirt generated to private vehicles that are near the work in the building site, and therefore the cleaning work that has to be done, not only for the vehicles in the building site but also, for these private ones.

After having a clear view of the problems in a building site, it should be used methods such as surveys and tracing in the building site, to have clear perspective about the time used by the building sites to clean the tires and caterpillars through hydrowashing machines, hoses or manually; and the cleaning of the tracks. It was also possible to determine the costs and the labor used for that purpose, to later determine the appropriate carcass, install it and compare it with the existing wheel wash systems and with the cleaning on the roads.

Key words

Carcamo, washed, rack, installation, pressure, drain, brush, cleaner, waste, recreation, pollution, deterioration, sewerage, public spaces, machinery, vehicles, hydrowashing.

Introducción

La construcción es un sector en el que la contaminación, el daño al medio ambiente y el deterioro paisajístico son constantes, pero se pueden prevenir, así como también disminuir al máximo siempre y cuando se realice una adecuada planeación y control de estos.

En la búsqueda de una problemática dentro de las obras de construcción, se pudo evidenciar que tanto los vehículos como la maquinaria pesada entrantes y salientes de estas llevan en sus llantas y orugas residuos que si no son controlados antes de salir son esparcidos y crean deterioro, además de una mala imagen de los proyectos.

También se pudo evidenciar que las obras que procuran realizar la limpieza con hidro lavadora, con manguera o manualmente de los vehículos y la maquinaria antes de salir a los espacios públicos, no logran que salgan del todo limpios y aun así deben hacer la limpieza de dichos espacios. Aquellas actividades extras, generan retraso y gastos adicionales; por tal motivo, se vio la necesidad de buscar un cárcamo que ayude a la disminución de estos problemas.

Se logró evidenciar, además, que el no tener control sobre el cuidado de los espacios públicos puede traer consecuencias como sanciones por parte de las entidades de control; las cuales vigilan constantemente que se haga la respectiva limpieza y prevención.

Como antecede, se encontró una queja interpuesta contra una constructora, por daños en los andenes, losas contiguas y hundimientos al pavimento de la calle e indica: “Procede el Derecho a emitir Acto administrativo que en derecho corresponda dentro de la Actuación Administrativa 2012120890100002E, con respecto a las obras realizadas en el inmueble ubicado

en la Carrera d9D No 91 – 84 de esta ciudad, de acuerdo a lo preceptuado en el artículo 49 de la Ley 1437 del 18 de Enero de 201””; aunque al realizar visitas y seguimiento, no encontraron deterioro de espacios públicos por parte de la constructora, sí encontraron otro tipo de infracciones que implicaron sanciones.

De igual manera, de haberse demostrado la responsabilidad de la constructora con respecto al deterioro del espacio público, habría tenido que responder con la reparación de este o con multas. ([Actuación Administrativa 20 12120890190002E, Acto Administrativo 0298 de 10 de junio de 2016](#)).

Este antecedente ratifica la necesidad de mantener los espacios públicos en buen estado, previniendo y controlando el esparcimiento de residuos en estos.

Para definir el cárcamo a emplear para mejorar la limpieza tanto de las llantas como orugas, fue necesario tener claro cuáles son los tiempos, los costos y la mano de obra empleados para este fin; Además, fue importante saber si las obras, en efecto está realizando esta labor, o simplemente permiten que las vías se ensucien y luego contratan a una persona para que las asee.

Determinar estos componentes se pudo lograr por medio de métodos como lo son las encuestas y seguimientos escritos y fotográficos en obras. Lo ideal era que se realizaran a varias obras puesto que los resultados son mejores y daban datos importantes para diseñar el cárcamo.

Los resultados de las encuestas fueron claves para establecer las características del cárcamo y las funciones que debe tener, además ayudar a la mejora de los procesos relacionados con el lavado de vehículos, disminuyendo costos, tiempo y mano de obra.

Los problemas ocasionados por los residuos que salen de las obras generalmente son más controlados en las ciudades, pues es allí donde hay entes que vigilan constantemente. Por tal motivo, se decidió que el sistema va a estar enfocado en las obras de las ciudades, específicamente en la ciudad de Bogotá.

Hay que tener en cuenta que, aunque en todas las obras de construcción se debe prevenir o hacer limpieza de las vías y espacios públicos en caso de ser contaminados con residuos de obra, hay lugares en los que por su estrato se debe tener más cuidado con este tema, ya que sobre todo en estratos altos, los vecinos a las obras están más pendientes del daño causado a estos espacios, mientras que en los estratos más bajos, son más descuidados e incluso ellos no son cuidadosos con su entorno.

Adicional a todo lo dicho anteriormente, con el fin de prevenir y reducir al máximo todos los problemas que un vehículo o maquinaria pesada presentan esparciendo residuos como lo es la tierra, se busca que el sistema propuesto les facilite a las constructoras cumplir con la [resolución 541 del 14 de diciembre de 1994, Capítulo II, 3, b,](#) elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente, en donde regula y establece las obligaciones para el lavado de los vehículos saliente de las obras e indica cual es el procedimiento a seguir para evitar que tanto residuos como escombros salgan de estas; algo que no siempre se practica debido a que en muchas obras se les complica el instalar un sistema de lavado como lo es un cárcamo y dejan que los espacios públicos se contaminen y haya la necesidad de asumir un sobre costo en el lavado de las vías.

Es importante tener en cuenta que las tecnologías están a la orden del día y ayudan a mejorar los procesos, disminuyendo tiempos y costos; también, permiten una mejor calidad de vida y que los trabajos se realicen con un menor esfuerzo. Por esto, es importante buscar

métodos que faciliten la labor de los trabajadores, que haga más rápido y prácticos los procesos de las obras, para que además permita a dicha obra mejorar.

La eficiencia y la eficacia es muy importante al momento de diseñar un sistema puesto que garantiza que la limpieza de las llantas y las orugas se haga de manera adecuada, no haya que hacer limpieza de las calles y las personas encargadas de realizar esta labor no duden en instalarlo, pues sabrán que les será de gran ayuda.

Mientras que un sistema eficiente y eficaz ayuda con el desarrollo de las obras, cometer el error de instalar uno que se piensa que lo es, pero por el contrario genere retrasos, sobrecostos, etc., genera retrasos y complicaciones en las obras, haciendo más difícil esta labor.

Para poder entender la importancia de la eficiencia y la eficacia se debe saber que:

la Eficiencia es lograr que la productividad sea favorable o sea es lograr el máximo resultado con una cantidad determinada o mínima de insumos o recursos, lograr los resultados predeterminados o previstos con un mínimo de recursos; y la eficacia es el grado en que el producto o servicio satisface las necesidades reales y potenciales o expectativas de los clientes o destinatarios. ([Gestiopolis, 2013, eficiencia, eficacia y efectividad en la calidad empresarial](#))

Por último; comparar los diferentes métodos para el lavado de los vehículos y maquinaria con el sistema propuesto permiten demostrar su eficiencia, funcionalidad y la disminución en costos, tiempos, etc.

Hipótesis

La suciedad de vehículos al igual que de la maquinaria pesada que salen de una obra genera contaminación en las vías y el deterioro de las mismas además del otros se son consecuentes de este. Tener un sistema de lavado eficiente puede ayudar a reducirlos, sin que esto implique mayores costos, personal y tiempo; sino por el contrario permita mejorar dichos aspectos.

El no tener control con los residuos que son esparcidos en las vías y espacios públicos, puede traer, aparte de los ya mencionados, problemas secundarios como lo son el taponamiento de alcantarillas y por consiguiente inundaciones. Acabar el problema de raíz garantiza que ninguno de estos problemas se vuelva a presentar y las obras puedan cumplir con las normas que exige la ley haciendo que tengan una buena imagen ante las entidades de control.

Un motivo para buscar reducir los problemas secundarios de tiempo y costos, es el aumento de los precios no solo de mano de obra sino también de materiales y herramientas, los cuales aumentan constantemente y generan sobrecostos en las obras, y si se implementa un sistema que no solo ayude a que se tenga que contratar menos personas, sino también se requiera de menor tiempo, menores materiales y menor herramienta, se logrará que utilizar menor presupuesto.

Un buen manejo de residuos en obra permite que esta se desarrolle en orden, evitando interrupciones, retrasos y desperdicios que estorben e incomoden a la hora de trabajar, y también se previene que se genere contaminación en el medio ambiente. Para esto, se deben implementar metodologías que ayuden a su disminución, control y prevención.

Incumplir con el mantenimiento y prevención del deterioro de espacios públicos conlleva al incumplimiento del Código de Policía, el cual puede desde poner multas hasta sanciones como la suspensión de la construcción. (Gestiopolis, 2013, *eficiencia, eficacia y efectividad en la calidad empresarial*).

Objetivo General

Proponer un cárcamo que permita realizar lavado de llantas a vehículos salientes de obra para disminuir los residuos esparcidos en espacios públicos y prevenir problemas secundarios.

Objetivos Específicos

Para la realización de este proyecto se han trazado varias metas u objetivos específicos a cumplir que son:

1. Identificar el impacto negativo que generan las llantas contaminadas con residuos y que afectan dentro y fuera de la obra.
2. Definir el tipo de cárcamo que mejore el lavado de los vehículos salientes de obra para reducir los problemas que se generan a causa de las llantas enlodadas.
3. Estudiar el tipo de cárcamo que ayude a disminuir los problemas generados en obra a causa de las llantas con residuos de construcción.
4. Instalar, ensayar y comprobar la funcionalidad del cárcamo.
5. Realizar un análisis comparativo de los sistemas tradicionales de lavado de llantas con el cárcamo propuesto.

Cárcamo de Lavado Automático

CLA

El pozo de succión o cárcamo es la estructura vertical en donde descarga el conducto de la toma y se instalan las bombas para elevar el agua al nivel deseado. Consiste generalmente en un depósito

cerrado construido de concreto o mampostería cuyas dimensiones están en función de la magnitud del equipo que se vaya a instalar y del procedimiento empleado en su construcción. Además en su diseño se toma en cuenta la facilidad que se debe tener para su inspección y limpieza periódica. (Untitled. (s.f.). tesis). Recuperado de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10497/Capitulo1.pdf>

Evidenciando los problemas presentados dentro y fuera de las obras a causa de la suciedad de las llantas de los vehículos que salen de estas, se vio la necesidad de crear un cárcamo de lavado automático que permitiera lavarlas y reducir la contaminación, los costos, el personal y tiempo empleados para su limpieza o en su defecto, asear las vías después de que los residuos de la construcción sean esparcidos y las contaminen.

Para determinar el tipo de cárcamo fue necesario definir una metodología que ayudara a entender los inconvenientes que se presentan en obra a causa de las llantas enlodadas y especificar cada uno de los problemas.

Identificación de los Problemas

Problema Principal

Según el Código Nacional de Policía y Convivencia, (2016) en el Título XIL, del Urbanismo, Capítulo I, Comportamientos que afectan la integridad urbanística, Artículo 135, Comportamientos contrarios a la integridad urbanística. Los siguientes comportamientos, relacionados con bienes inmuebles de particulares, bienes fiscales, bienes de uso público y el

espacio público, son contrarios a la convivencia pues afectan la integridad urbanística y por lo tanto no deben realizarse, según la modalidad señalada: letra B: Actuaciones en los inmuebles declarados de conservación e interés cultural, histórico, urbanístico, paisajístico y arquitectónico: numeral 7: incumplir las obligaciones para su adecuada conservación; letra D: incumplir cualquiera de las siguientes obligaciones; numeral 16: Limpiar las llantas de los vehículos que salen de la obra para evitar que se arroje barro o cemento en el espacio público; numeral 17: Limpiar el material, cemento y los residuos de la obra, de manera inmediata, cuando caigan en el espacio público.

Las sanciones que se impondrán al incumplir la norma aparecen en el Parágrafo 7, Capítulo I, Título XIV y señala: incumplir el numeral 7 implica multa especial por infracción urbanística; Suspensión temporal de actividad, y el numeral 16: suspensión de construcción. ([Ley 1801, 29 de Julio de 2016, Código Nacional de Policía y Convivencia, Título XIV](#)).

Con este Código de Policía, se confirma el problema presentado en obra y que debe buscársele una solución y prevenir para evitar sanciones y suspensiones.

El esparcimiento de residuos en vías públicas generado por vehículos y maquinaria pesada salientes de obra, provoca retrasos, costos adicionales y contratación de personal para realizar la limpieza de llantas y orugas o para asear vías.

En tal sentido, esta problemática genera otros inconvenientes como el taponamiento de las alcantarillas, inundaciones, deterioro de los espacios públicos y contaminación de suelos.

Para poder entender el problema general y los que se generan por este, se especificarán cada uno de estos a continuación.

Esparcimiento de residuos en las vías

Los sitios, instalaciones, construcciones y fuentes de materiales deberán contar dentro de los límites de inmueble privado, con áreas o patios donde se efectuó el cargue, descargue y almacenamiento de este tipo de materiales y elementos y con sistema de lavado de llantas de los vehículos de cargue, de tal manera que no arrastren materiales fuera de estos límites, con el fin de evitar el daño al espacio público.

(Ministerio del Medio Ambiente, Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994, capítulo II, 3, b).

Con esta Resolución, se confirma la necesidad de mantener limpios los espacios públicos para así evitar posibles sanciones; El esparcimiento de residuos de obra en las vías es un problema constante que trae además problemas paisajísticos, retrasos y sobrecostos.

Este problema, genera interrogantes en las obras de cómo se va a solucionar o como se va a evitar, haciendo que muchas opten por realizar la limpieza de las llantas y parte inferior de los vehículos y maquinaria pesada; algunas, por medio de lavado manual, con mangueras, con hidro lavadoras, y otras prefieren contratar personal para que realicen el aseo de las vías y alcantarillados.

Algunas constructoras, por el contrario, prefieren los cárcamos de lavado; pero son pocas puesto que instalarlos suele ser costoso, las llantas de los vehículos no quedan totalmente limpias y aun así necesitan alguien que haga el mantenimiento de las vías.

Problemas paisajísticos y ambientales

Los residuos sólidos generados durante el proceso de construcción son de diversos tipos. Una adecuada clasificación de los mismos permitirá reciclar o reutilizar algunos de los materiales, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se alcanza un menor impacto ambiental. Un problema generado por la contaminación de las vías es el deterioro paisajístico, pues hace que el aspecto de los espacios públicos sea desagradable y además provoca contaminación de suelos y acuíferos en vertientes incontrolados.

([Secretaría Distrital de Ambiente, 2012, *Manual ambiental para residuos constructivos*](#)).

Taponamiento de alcantarillados y sumideros

“El servicio público domiciliario de acueducto y alcantarillado en tanto que afecte la vida de las personas, la salubridad pública o la salud, es un derecho constitucional fundamental y como tal ser objeto de protección a través de la acción de tutela”. ([Sentencia T- 197/14, 2014, *Acción de Tutela para la Protección de Derechos Colectivos*](#))

Como lo podemos ver, el servicio de alcantarillado público es un derecho, el cual debe hacerse cumplir; cualquier acción que afecte dicho servicio puede ser sancionada. Es por esto que las constructoras deben velar por mantenerlas en buen estado y prevenir que estas se tapen.

La mejor manera de prevenir taponamientos provocados por las obras de construcción es evitando que los residuos sean esparcidos en los espacios públicos y realizando limpieza de los mismos en caso de que estos se hayan contaminado.

A la hora de limpiar dichos espacios, lo que muchas veces haces es barrer y arrojar los residuos a las alcantarillas, provocando que se taponen con mayor facilidad. Algunas obras suelen barrer y recoger los residuos adecuadamente y previenen que estos caigan en dichas alcantarillas, lo que previene que se generen taponamientos e inundaciones.

Las obras que realizan limpieza de vehículos antes de salir, buscan prevenir que las vías se contaminen, pero normalmente estos medios empleados, no son eficientes y las llantas y partes inferiores de estos vehículos no salen completamente limpios y aun así alcanzan a esparcir residuos, los cuales suelen ser arrojados a las alcantarillas por otros vehículos que transiten por el lugar, o son arrojados por otros factores como lo son el viento y la lluvia.

Tiempo adicional

El problema de esparcimiento de residuos en espacios públicos genera además tiempo adicional, pues hay que realizar el lavado de los vehículos y/o la limpieza de las vías, además, al realizar la limpieza de las llantas se genera congestión de los vehículos que entran y salen de la obra, haciendo que estos se retrasen a la hora de entregar materiales para otros procesos.

En vista de que no se encontró ningún referente sobre el tema, se decidió incluir en la encuesta preguntas que permitieran constatar y evidenciar este, dando como resultados datos que lo confirmaron.

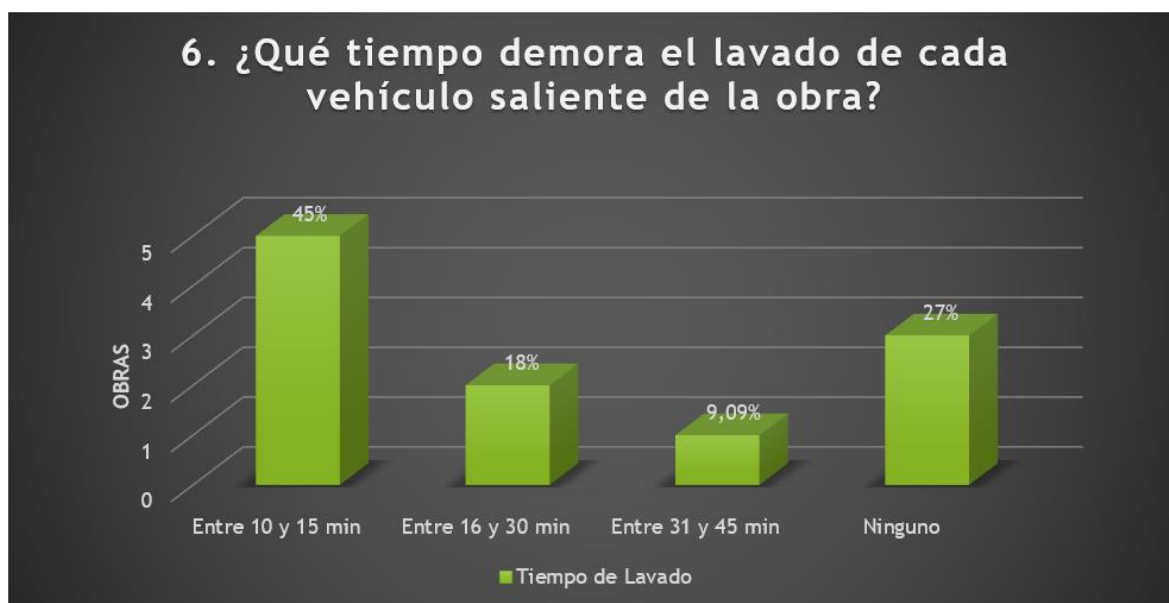


Figura 1. Tiempo de lavado vehicular en obras
Fuente: Propia, encuestas. 2018.

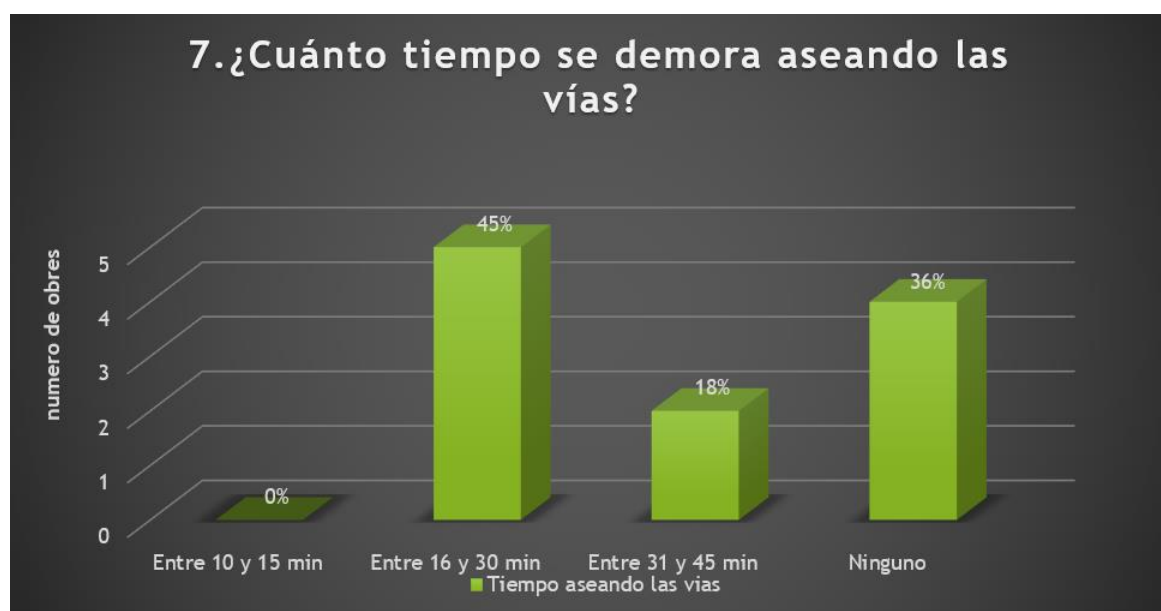


Figura 2: gráfica de tiempo estimado para asear las vías.
Fuente: propia

Como lo podemos ver en la figura 1, la mayoría de las obras que realizan lavado de llantas a los vehículos se demoran entre 10 y 15 minutos, que es un tiempo corto comparado con la pregunta 7, (figura 2), en donde se puede evidenciar que el tiempo que

tardan en asear las vías es mayor. Esto hace que se generen retrasos y trancones de los vehículos que entran y salen de obra.

Al hacer el análisis se evidenció que, en el caso del lavado de llantas, las obras que utilizaron herramientas más tecnificadas como la hidrolavadora demoraron menor tiempo que las que realizaban el lavado con escobas o palas, mientras que el aseo a las vías tarda más, debido a que se hizo de manera mecánica utilizando normalmente escobas, palas, recogedores, carretillas o baldes que no permiten agilizar el proceso.

La figura 3, nos muestra la cantidad de constructoras que usan hidrolavadora, hacen el lavado manual o asean las vías. Quienes respondieron que utilizaban la hidrolavadora fueron los mismos que contestaron que tardan menos tiempo en esta función, mientras que quienes contestaron que realizan lavado manual se demoraron más tiempo en su ejecución.

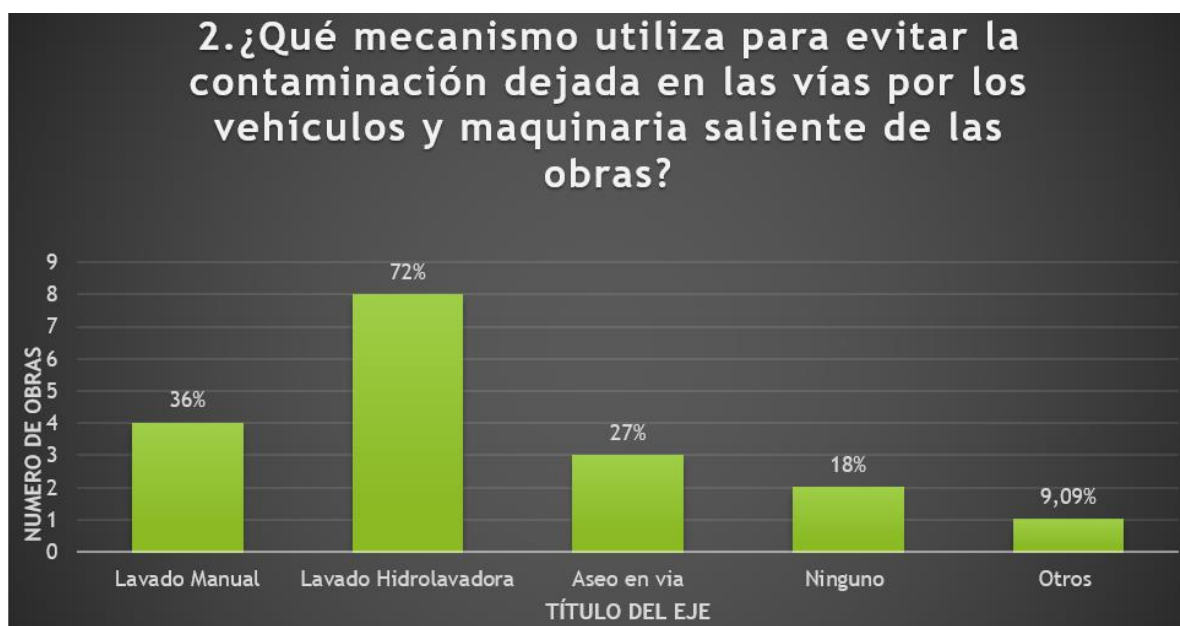


Figura 3: mecanismos utilizado para evitar la contaminación en las vías

Fuente: propia

Sobrecostos y mano de obra adicional

La mano de obra adicional requerida tanto para limpiar las llantas como para asear los espacios públicos, el tiempo, los materiales y herramientas empleados para realizar esta labor generan sobrecostos adicionales, los cuales se pueden disminuir por medio de un buen sistema que realice el trabajo de limpieza más rápido y dejando los vehículos sin residuos que puedan terminar en las calles, para que no haya la necesidad de realizar mantenimiento en estos espacios.

El mal lavado genera un impacto adicional en cuanto a la mano de obra adicional para el lavado de las llantas y/o calle, teniendo en cuenta que se contrata un personal específico para el lado de llantas se remite a una persona adicional que desarrolla otras actividades para reforzar el lavado vial.



[Figura 4:](#) tabla de análisis de sobrecostos y tiempos
Fuente: propia

Esto atrasa otras actividades indirectamente relacionadas, normalmente el personal adicional se le solicita a un contratista, esto genera una inflación en el presupuesto sabiendo que el contratista cobrara el tiempo empleado en una actividad no contratada.

Metodología

La metodología empleada para este proceso es cuantitativa, clasificada en “*la naturaleza de los datos*” y menciona que:

Para cualquier campo se aplica la investigación de las Ciencias Físico- Naturales. El objetivo de estudio es externo al sujeto que investiga tratando de lograr la máxima objetividad. Intenta identificar leyes generales referidas a grupos de sujeto o hecho. Sus instrumentos suelen recoger datos cuantitativos los cuales también incluyen la medición sistemática, y se emplea el análisis estadístico como característica resaltante. Ferrer, Jesús, (2010), Tipos de investigación y diseño de investigación. Recuperado de <http://metodologia02.blogspot.com.co/p/operacionalizacion-de-variables.html>

Para la investigación se hicieron encuestas que permitieron recolectar los datos suficientes para el desarrollo del cárcamo, y se hizo un registro fotográfico que permitió profundizar más sobre los problemas.

Encuestas

Según la Real Academia Española, una encuesta es “un conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa de grupos sociales, para averiguar estados de opinión o conocer otras cuestiones que les afecta”. ([Real Academia Española, s.f., encuestar](#)).

Estas encuestas que se realizan para saber el número de personas empleadas para el lavado de llantas, el tiempo empleado, los materiales y herramientas requeridas y los problemas adicionales que se puedan presentar a causa de la suciedad de las llantas y orugas.

Las personas a las cuales van dirigidas dichas encuestas son las involucradas directa o indirectamente con el lavado de llantas y aseo de los espacios públicos, pues son ellas quienes pueden dar respuestas claras de la problemática, de los tiempos, el costo y mano de obra empleada.

El tipo de encuesta realizada es semiestructurada; es una combinación de encuestas abiertas al encuestado para conocer su opinión frente al tema. Por otra parte, siguió una serie de preguntas predeterminadas con las que se consiguió profundizar en los aspectos relevantes.

([Diana pardo, 2015, 6 tipos de entrevista](#). Recuperado de <http://blog.talentclue.com/los-6-tipos-de-entrevista-cual-es-la-mas-efectiva>).

Encuesta de Investigación de Mercado	
Por medio de esta encuesta, buscamos reconocer los problemas que se generan con el ingreso y salida de este tipo de vehículos y así encontrar una solución adecuada. Para poder llegar a una conclusión y poder reconocer el problema, las preguntas deben ser contestadas en su totalidad.	
Persona a quien se le realiza la encuesta:	
1) ¿Qué tipo de vehículos y maquinaria entran a la obra? a. Mixer ☐ b. Volqueta ☐ c. Maquinaria ☐ d. Otros ☐ _____	
2) ¿Qué mecanismo utilizan para evitar la contaminación dejada en las vías por los vehículos y la maquinaria saliente de obras? a. Lavado manual ☐ b. Lavado con hidrolavadora ☐ c. Aseo en vía ☐ d. Ninguno ☐ e. Otros ☐ _____	
Teniendo en cuenta la respuesta anterior, conteste los ítems	
3) ¿Cuántas personas se necesitan para el lavado a mano? ☐	
4) ¿Cuántas personas se necesitan para el lavado con hidrolavadora? ☐	
5) ¿Cuántas personas se necesitan para asear las vías? ☐	
6) ¿Que tiempo demora el lavado de cada vehículo saliente de la obra ? a. Entre 10 y 15 minutos ☐ b. Entre 15 a 30 minutos ☐ c. entre 30 a 45 minutos ☐ d. Otro ☐ _____	
7) ¿Cuanto tiempo se demoran aseando las vías? a. Entre 10 y 15 minutos ☐ b. Entre 15 a 30 minutos ☐ c. entre 30 a 45 minutos ☐ d. Otro ☐ _____	
8) ¿Qué problemas, aparte de la contaminación en las vías, generan los vehículos y la maquinaria pesada al presentar suciedad? en las llantas y en la parte superior de estos? _____ _____	
9) Teniendo en cuenta el presupuesto de obra responda: a. ¿Cuál es el costo directo de hacer un cárcamo provisional en obra? _____ b. ¿En qué rango se encuentra un jornal? _____ y _____	
Si en el ítem 2 marcó la opción "b", responda _____	
10) La hidro lavadora es: a. Alquilada ☐ Valor por día \$ _____ b. Comprada ☐ Valor unitario \$ _____	

Figura 5: encuesta semiestructurada
Fuente: propia

Con esta encuesta se buscó tener claro el problema, demostrar cuales son las consecuencias de las llantas sucias de los vehículos salientes de obra y de esta manera implementar en el cárcamo las condiciones necesarias para poder solucionarlos. Desarrollarlas ayudó a reconocer el problema, justificar el trabajo que se realizó, recopilar información, buscar una solución y sacar conclusiones sobre el tema. ([M.S.c. Cabanilla Enrique,2011, Metodología para elaborar un estudio por encuestas de la satisfacción del turista: Aplicación Quito, Ecuador](#)).

Para realizar las encuestas se consultó libros y fuentes que permitieron formularlas de manera adecuada. Uno de ellos es la “[Metodología para Elaborar un Estudio por Encuestas de la Satisfacción del Turista: Aplicación Quito, Ecuador](#)”, en donde explica cuál es la manera adecuada de realizar una encuesta. (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3769604.pdf>).

La encuesta que se formuló comienza con un título, que nos conceptualiza y lleva a entender un poco de qué se trata, luego con un encabezado en donde explica el motivo por el cual se va a realizar, debajo del encabezado va un espacio donde se pone los datos del encuestado; datos que se toman con el fin de hacer más confiables las encuestas y después cada una de las preguntas, las cuales se explicarán a continuación.

¿Qué tipo de vehículo y maquinaria entra a la obra?

Antes de comenzar a indagar sobre los tiempos, el personal requerido y los demás problemas generados en obra, es importante tener claro cuáles son los vehículos que entran a una obra. Esto permite entender el por qué de la demora con el lavado de llantas

y los costos adicionales, pues mientras mas grande un vehículo mayor es el tiempo, los materiales y la mano de obra empleada para su limpieza.

¿Qué mecanismo utilizan para evitar la contaminación dejada en las vías por los vehículos y la maquinaria saliente de obra?

Esta pregunta se realizó con el fin de determinar cuál es el mecanismo más utilizado para prevenir los problemas de esparcimiento de residuos de obra en los espacios públicos. De esta pregunta se desprenden las demás, que pretenden indagar sobre los tiempos que tardan ya sea para lavar los vehículos o para asear las vías por medios manuales o mecánicos.

Llenar las encuestas permite que se puedan hacer comparaciones y tener claros cuales son los aspectos que se deben tratar de mejorar con el cárcamo propuesto.

11) ¿Conoce usted la resolución 541 del 4 de diciembre 1994 del Ministerio del medio ambiente?

Sí ☐ No ☒

12) ¿conoce usted alguna norma que lo obligue a; Limpiar las llantas de los vehículos que salen de la obra para evitar que se arroje barro o cemento en el espacio público; y Limpiar el material, cemento y los residuos de la obra, de manera inmediata, cuando caigan en el espacio público?

Sí ☐ No ☒

13) si su respuesta anterior es afirmativa,

Cual norma:

La alcaldía sanciona

Figura 6: segunda parte de la encuesta
Fuente: propia

¿Conoce usted la resolución 541 del 4 de diciembre de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente?

El fin de esta pregunta es saber si las personas que trabajan en construcción tienen conocimiento de la resolución 541 que habla de la prevención del esparcimiento de residuos en los espacios públicos pues el desconocimiento de la norma puede llevar a que las constructoras no instalen cárcamos para prevenir el esparcimiento de residuos.

¿Conoce usted alguna norma que lo obligue a: limpiar las llantas de los vehículos que salen de la obra para evitar que se arroje barro o cemento en el espacio público, y limpiar el material, cemento y los residuos de la obra, de manera inmediata, cuando caigan en el espacio público?

Al igual que la pregunta anterior, esta pretende indagar sobre el conocimiento que las personas de las obras tienen acerca de prevenir y mantener los espacios públicos limpios previniendo el deterioro de los mismos.

Registro Fotográfico

A comienzos del siglo XX, la fotografía estaba en camino de convertirse en el lenguaje visual que es hoy en día, el agente dominante de la comunicación democrática. Los fotógrafos usaron su creciente influencia para exponer los males de la sociedad, que la próspera e indulgente Belle Époque optó por ignorar: las condiciones

degradantes de los trabajadores en los barrios pobres de las grandes ciudades, la barbarie del trabajo infantil, el terrorismo de linchamientos, la devastación de la guerra. (Departamento de fotografías, Museo Metropolitano de Arte, *octubre de 2004, Fotografía Documental Temprana*).

Desde sus inicios, la fotografía siempre ha servido para evidenciar las problemáticas presentadas en la sociedad, evidenciar lo bueno y lo malo que hay en ella. Por esto, el registro fotográfico es una buena manera de presentar evidencias del problema y hacer más confiable la investigación realizada.

Cuadros comparativos

Los cuadros comparativos permiten analizar aspectos de los diferentes cárcamos existentes y determinar si el sistema propuesto es mejor y ayuda a reducir los problemas mencionados anterior mente.

Los cuadros que están a continuación muestran los precios unitarios tanto de un cárcamo convencional como del CLA, y permitirán hacer el análisis de aquellos aspectos que se lograron mejorar.

La figura 7, nos muestra el APU del Cárcamo de Lavado Automático y la figura 8 el APU del cárcamo convencional, en donde al hacer el análisis comparativo, se puede evidenciar que el cárcamo convencional es aproximadamente cien mil pesos (\$100.000) más económico, y aunque el CLA es más costoso, no requiere de personal para realizar la limpieza de los vehículos,

pues este contiene paneles que expulsan el agua a presión, y no requieren de hidro lavadora, la cual debe ser manejada por alguna persona.

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE ARQUITECTURA - PTCA					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESC:	Carcamo de lavado automatico			UNIDAD:	UND X 4 METROS
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESP.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
CONCRETO 3000 PSI - 210 kg/cm2	M3	1,05	18%	350.000,00	431.585,00
ACERO FIGURADO PDR 60	KG	48,89	10%	1.792,00	96.395,62
TUBERIA SANITARIA PVC - ACCESORIOS DE 4"	UND POR 3ML	2,00	5%	55.000,00	115.500,00
FENOLICA 2.4 x 1.40	UND	1,00	5%	129.000,00	135.450,00
TUBERIA PVC PRESION - ACCESORIOS 1/2"	UND POR 3ML	3,00	5%	32.000,00	100.800,00
REPISA MADERA	UND	1,00	5%	13.000,00	13.650,00
SUBTOTAL					893.380,62
2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		VR. UNITARIO	VR. TOTAL
HERRAMIENTA MENOR	UND	1,00		20.000,00	20.000,00
PANELES DE FORMALETA 2 x 0.80	ML	4,00		35.000,00	140.000,00
SUBTOTAL					160.000,00
3. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Mano de Obra	Jr	2,00		64.321,11	128.642,22
SUBTOTAL					128.642,22
TOTAL COSTO DIRECTO					1.182.022,84

[Figura 7:](#) APU Cárcamo de Lavado Automático

Fuente: propia

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA FACULTAD DE ARQUITECTURA - PTCA					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESC:	Cárcamo convencional			UNIDAD:	UND X 4 METROS
1. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESP.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
CONCRETO TREMIE 3000	M3	1,05	18%	350.000,00	431.585,00
ACERO FIGURADO	KG	48,89	10%	1.792,00	96.395,62
SUBTOTAL					527.980,62
2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		VR. UNITARIO	VR. TOTAL
HERRAMIENTA MENOR	UND	1,00		20.000,00	20.000,00
PANELES DE FORMALETA 2 x 0.80	ML	4,00		35.000,00	140.000,00
HIDRO LAVADORA	UND	1,00		280.000,00	280.000,00
SUBTOTAL					440.000,00
3. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Mano de Obra	Jr	2,00		64.321,11	128.642,22
SUBTOTAL					128.642,22
TOTAL COSTO DIRECTO					1.096.622,84

Figura 8: APU Cárcamo convencional

Fuente: Propia

Marco Referencial

En este espacio, se mencionan diferentes cárcamos y se compararán ciertos aspectos con el Cárcamo de Lavado Automático (CLA), analizando las ventajas y desventajas que tienen cada uno de estos en relación a las obras y al cárcamo propuesto.

Actualmente se encuentran a nivel internacional diferentes tipos de cárcamos de lavado, pero la gran mayoría difícilmente son adquiridos por sus gastos de importación e instalación.

En Colombia hay varias empresas que se dedican a su comercialización, pero por cada visita que hacen a las obras, las constructoras tienen que pagar para el estudio del cárcamo de lavado; estudios en los cuales determinan su diseños y volumen.

Algunos referentes de cárcamos son:

Cárcamos de lavado en el exterior

Como referentes de cárcamos encontramos varios utilizados en otros países, los cuales son de gran tamaño; algo que impide su uso en obras ya que el espacio con que éstas cuentan para su instalación es mínimo y no se justifica debido a que no se utilizarían por mucho tiempo.

Algunos de estos son:

Moby Dick Sistemas Lava-ruedas

Este sistema de lavado de llantas pertenece a la compañía Frutiger, la cual se encuentra ubicada en Winterthur, Suiza, es un sistema industrial con medidas aproximadas de 400 cm, por 400 cm, por 280 cm, es utilizado principalmente en lugares donde la entrada y salida de vehículos es constante y permanente, por lo que en obras no es debido implementar ya que estas son temporales. (<http://www.mobydick.com/es/sistemas-lava-ruedas/>)

Lavaruedas

La empresa Fungibles Condal, fundada en Barcelona España en 1988, tiene una sede en República Dominicana, cuenta con varios sistemas de lavado neumático para uso en obra.

Aunque los Lavaruedas cuentan con sistema de reciclaje de agua, tiene una gran capacidad y máxima potencia, son complejos a la hora de instalar pues hay que realizar excavaciones que en muchas obras no cuentan con el espacio y no justifica el tiempo y el gasto que se emplearía sabiendo que los proyectos constructivos son por poco tiempo.

Normalmente estos sistemas son de gran utilidad en obras de construcción de gran tamaño ya que cuentan con el espacio suficiente y es mayor el tiempo que van a durar comparadas con obras pequeñas. (<http://www.drdust.com/lavadollantas.htm>)

Cárcamos de Lavado en Colombia

Existe en el mercado colombiano el cárcamo tipo rejilla que no tiene ninguna funcionalidad diferente a la de recoger y canalizar el agua utilizada para el lavado de los diferentes vehículos salientes de los proyectos de construcción, mientras que, en otros países, los cárcamos de obra tienen sistemas avanzados de reciclaje de agua y bombas a presión para el lavado.

Una de las empresas que comercializa los cárcamos es Indural; una empresa ubicada en Antioquia, ofrece rejillas para cárcamo mas no un sistema completo que

permita el lavado automático de los vehículos.

(<http://www.indural.com/sitioweb/productoscategoria/productosespeciales/>).

Elaboración del Cárcamo de Lavado Automático

La elaboración del cárcamo se realizó a escala 1:1 en obra, en donde se pudo verificar el rendimiento de este y constatar la eficiencia y eficacia del mismo; además se pudo realizar la comparación real con los cárcamos existentes y cerciorarse de la calidad del mismo.

A continuación, se mostrará la planimetría con que se ejecutó el paso a paso de la instalación 1:1 del cárcamo de lavado automático, teniendo en cuenta las instalaciones de diferentes disciplinas.

Planimetría para la elaboración de Cárcamo de Lavado Automático

Con la elaboración de la planimetría se da a conocer todo lo relacionado con el tema de planos estructurales con detalles de construcción y dimensionamiento. Por esta razón es de vital importancia los planos del Cárcamo, a través de ellos se puede ver detalladamente el seguimiento, proceso constructivo y planeación de ejecución del elemento.

Para la elaboración de la planimetría se pidió un aval por parte de un ingeniero civil, para la elaboración del despiece del acero de refuerzo para utilizar dentro del hormigón, a su vez se le solicitó el diseño del concreto para garantizar un paso de vehículos con un peso máximo de treinta y cinco toneladas (35 Toneladas), la respuesta obtenida fue de 3000 PSI que equivalen a 210 kg/cm².

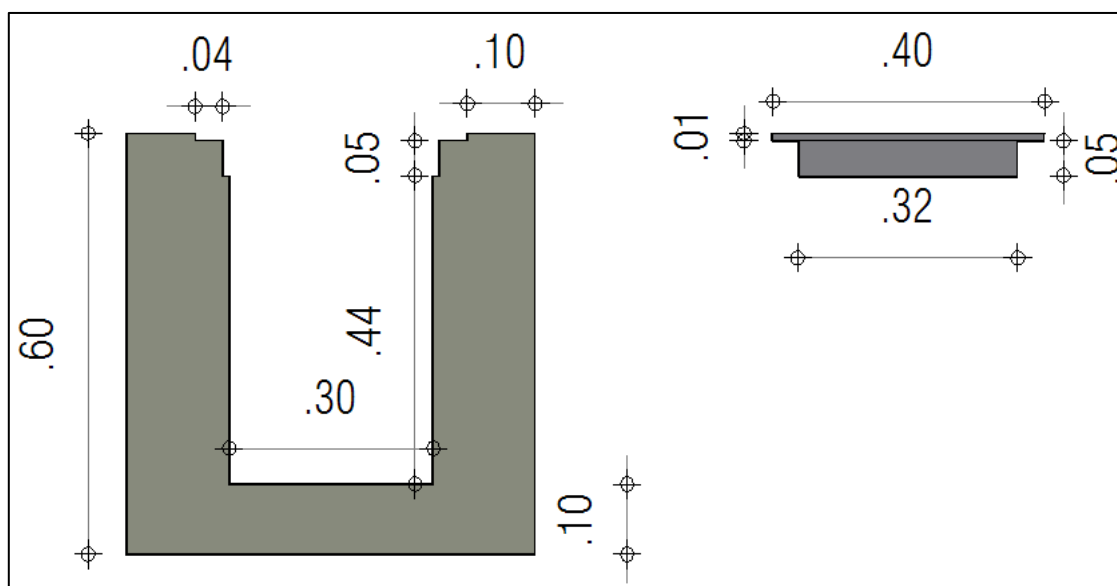


Figura 9: Corte de Cárcamo con geometría en concreto

Fuente: propia

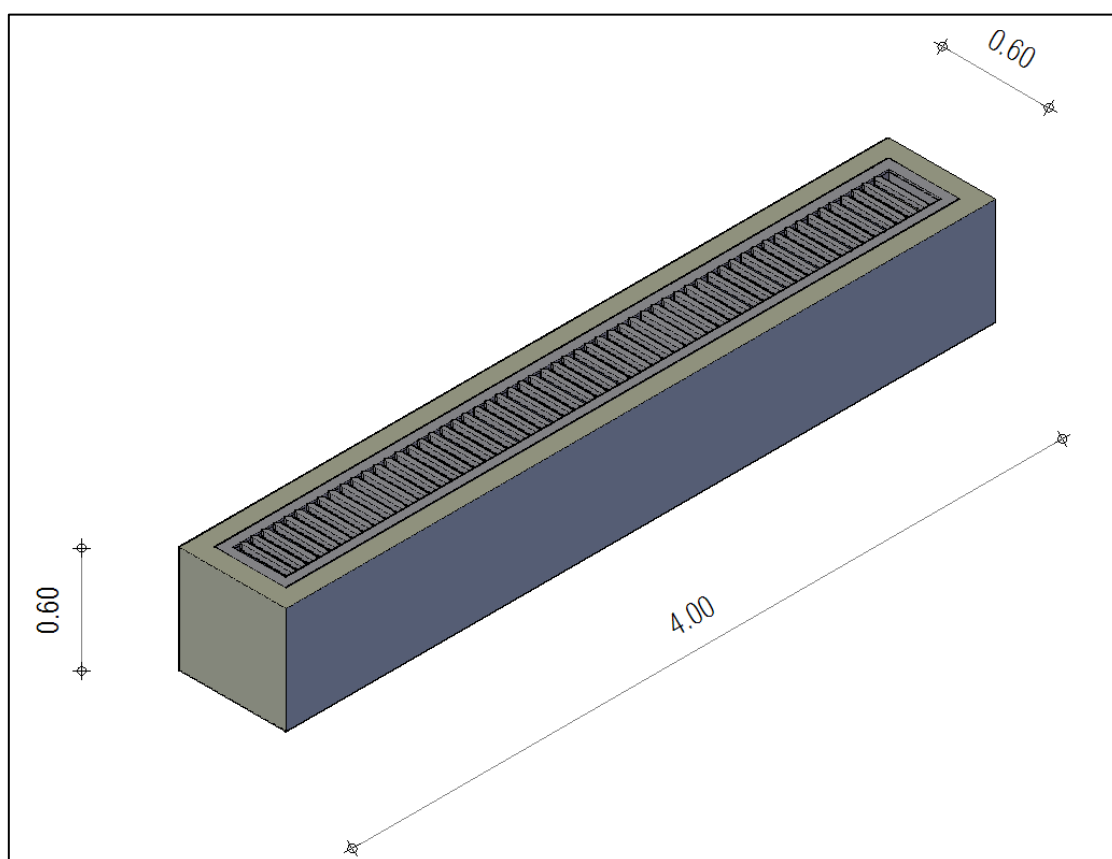


Figura 10: 3D Cárcamo con dimensiones estándares

Fuente: propia

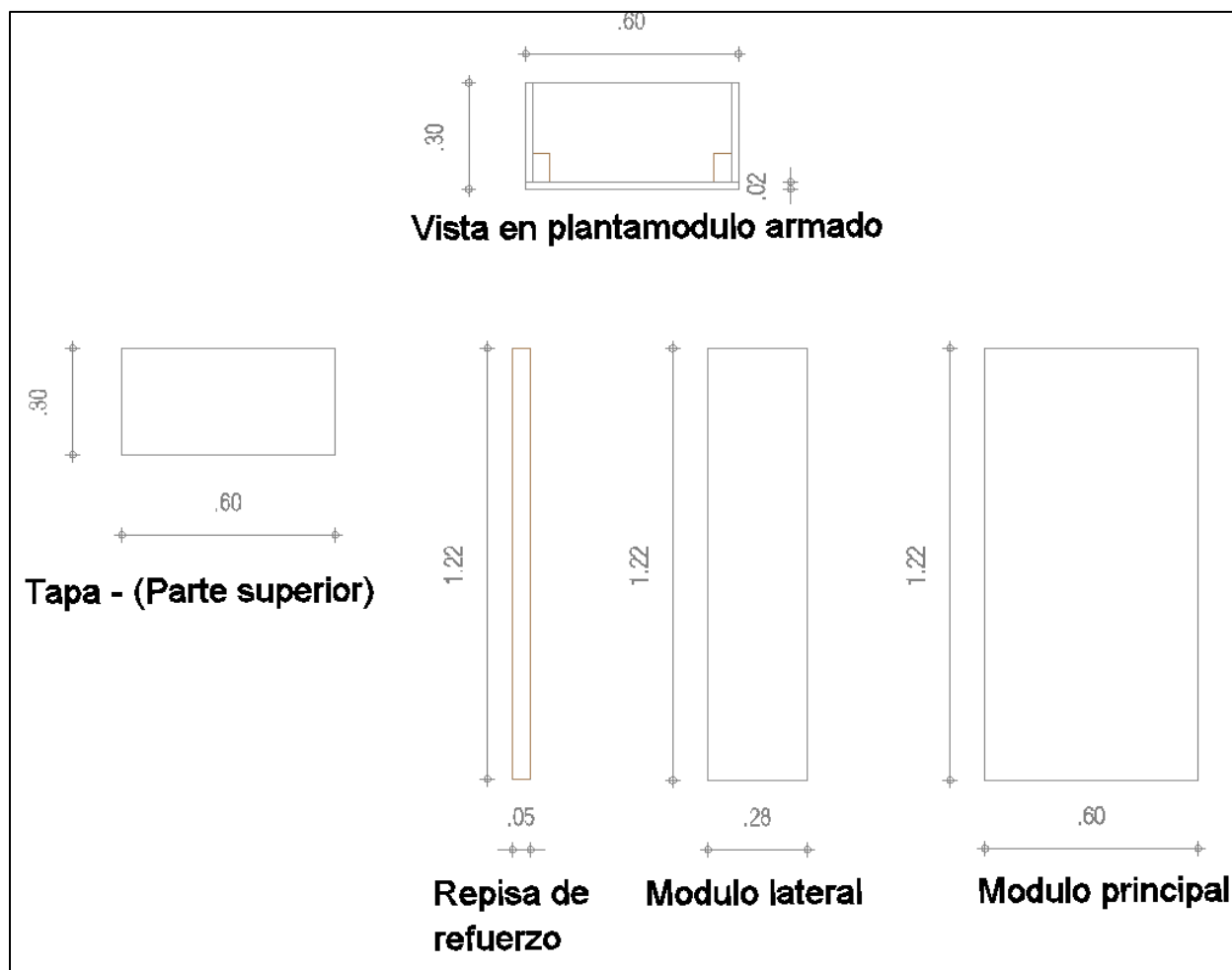


Figura 11: Despiece de panel de lavado

Fuente: propia

En los planos de detalles se grafican los elementos constructivos y acabados más importantes a una escala mayor, conociendo la altura, ancho, instalación de elementos como rejilla, etc.

Con estos detalles se puede dar inicio a la ejecutar actividades tales como:

- Localización y replanteo del cárcamo en obra.
- Excavación.
- Alistado de parrilla
- Instalación de tubería sanitaria
- Instalación de tubería hidráulica
- Testeros y alineamiento
- Vaciado del concreto

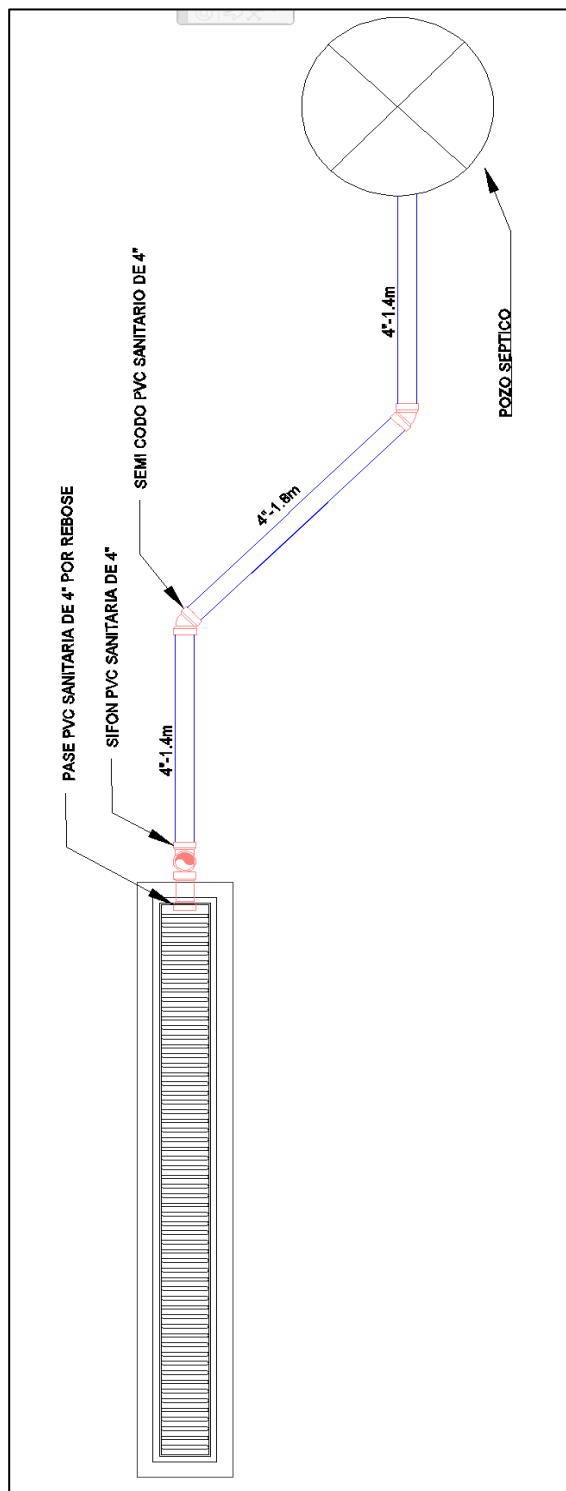


Figura 12: Instalación sanitaria

Fuente: propia

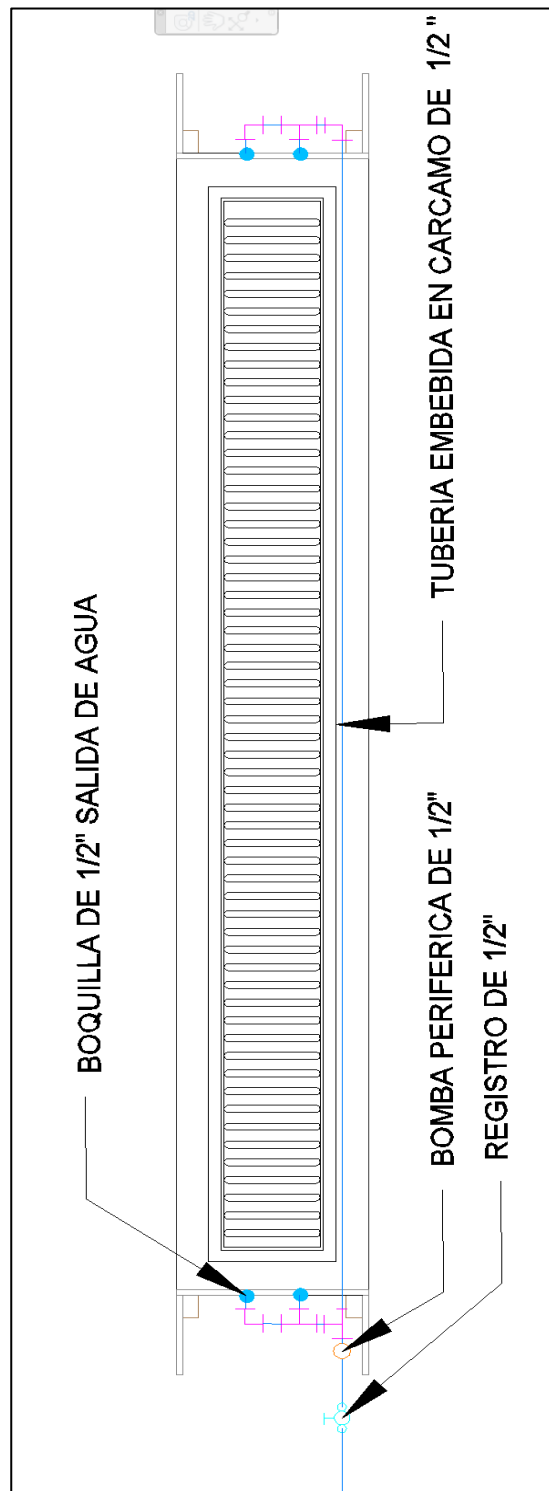


Figura 13: instalación hidráulica con paneles

Fuente: propia

Este sistema de desagüe incluye la construcción de cajas de paso, necesarias para las correspondientes inspecciones, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento. La disposición final de las aguas residuales se realizará en el alcantarillado sanitario domiciliario que se encuentra en el sector.

Se identifica la conexión del sistema hidráulico al sistema de acueducto de la ciudad TPO. Por tanto, se realizará la gestión correspondiente para efectuar la conexión mediante tubería PVC P, la cual conducirá el agua potable desde la domiciliaria de acueducto hasta la cisterna de riego principal.

Elaboración del Cárcamo de Lavado Automático

El cárcamo se debe instalar en la entrada y salida de la obra, es un trabajo netamente operativo donde se ven involucrados directos son los maestros, la mano de obra estructural, el ornamentador y el personal de plomería.

Antes iniciar con la instalación de este, es necesario ubicar los puntos de desagüe, hidráulicos y puntos eléctricos, que son esenciales para su instalación y funcionamiento.

Teniendo en cuenta los diseños del cárcamo, desde su geometría hasta el vaciado de concreto se darán a conocer los pasos a seguir para su elaboración.

Localización y replanteo

Antes de iniciar con la excavación del terreno y el armado del cárcamo, se debe tener claro el sitio en el cual va ubicado realizando el replanteo del mismo, marcando las

dimensiones del mismo y asegurándose que las líneas trazadas estén totalmente rectas y paralelas la una con la otra.

Se localiza la entrada y salida de la obra, se ubica de manera estratégica el espacio donde estará el cárcamo y como se muestra en la figura x se hace el cimbrado del lugar en el cual irá instalado.



Figura 14: cimbrado del cárcamo en terreno

Fuente: propia, foto del proceso constructivo del cárcamo

Para este replanteo, es importante tener la planimetría y las dimensiones del cárcamo, pues estas deben ser exactas para que este se pueda realizar de manera adecuada y sin defectos que puedan ocasionar el mal funcionamiento del mismo.

Excavación

Luego del cimbrado del cárcamo se procede a la demolición del asfalto, se realizó una excavación de 60 cm de ancho por 60 cm de alto por 4 metros de largo; se excavó de

extremo a extremo en entrada, de tal manera que el cárcamo sirva para cualquier vehículo que salga de la obra.

Como herramienta menor se utilizó palas, picas y carretilla, como material usado para la excavación una capa mínima de 2 cm de recebo compactándose de manera manual para darle uniformidad al nivel de batea, la mano de obra empleada para la excavación es de un oficial y un ayudante, con la experiencia mínima para excavar y retirar el material de excavación hasta el lugar de deposición.



Figura 15: Excavación con dimensiones del cárcamo
Fuente: propia, proceso constructivo del cárcamo



[Figura 16:](#) Excavación de la zanja para desagüe.
Fuente: propia.

Además de la excavación para el efectuar el cárcamo, como se muestra en la figura x hay que realizar excavación para el punto de desagüe, el cual conduce directamente al pozo de aguas pluviales, esto con el fin de desaguar de manera directa el agua recogida por el lavado.

Amarre del acero



Figura 17: Amarre del acero
Fuente: propia

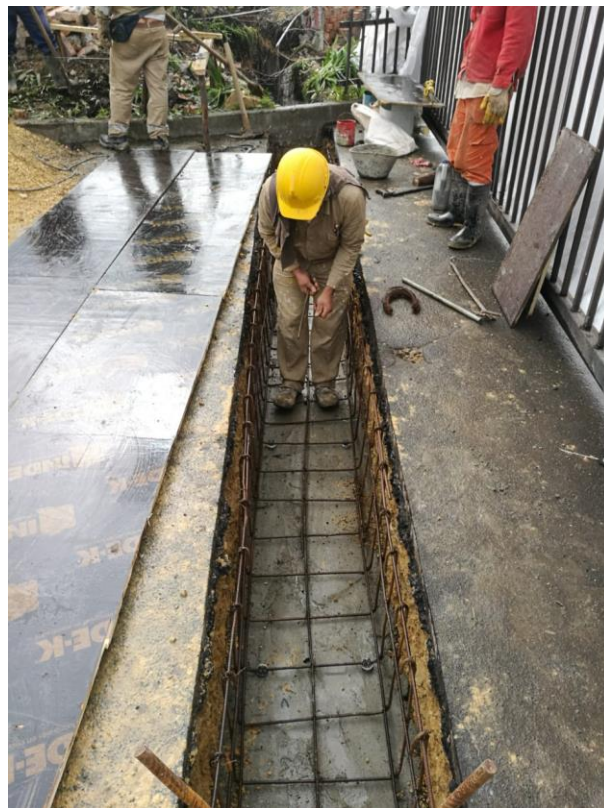


Figura 18: Amarre del acero
Fuente: propia

El acero amarre de la parrilla se usa acero de diámetro 3/8" (#3) y 1/2" (#4) según indica el plano de despiece del cárcamo, en sentido vertical se amarra el acero # 4 (1/2") cada 0.20 metros y en sentido horizontal se coloca el acero recto # 3 (3/8") cada 0.21 metros.

El acero se amarra con el fin de absorber esfuerzos a tracción, compresión, de corte o de torsión en conjunto con el concreto para esto se debe tener en cuenta que:

- Grupo de barras de acero corrugado que cumple las normas NTC 2289 (A5TM A706) o NTC 248 (ASTM A615). O barras lisas que cumplen la norma NTC 161 (ASTM A615), de forma rectas, dobladas, con o sin ganchos, o en forma de estribos.
- Alambres o cables de alta resistencia destinados principalmente al concreto pre esforzado. Para tal fin fue necesario utilizar 48,89 kg de acero figurado.

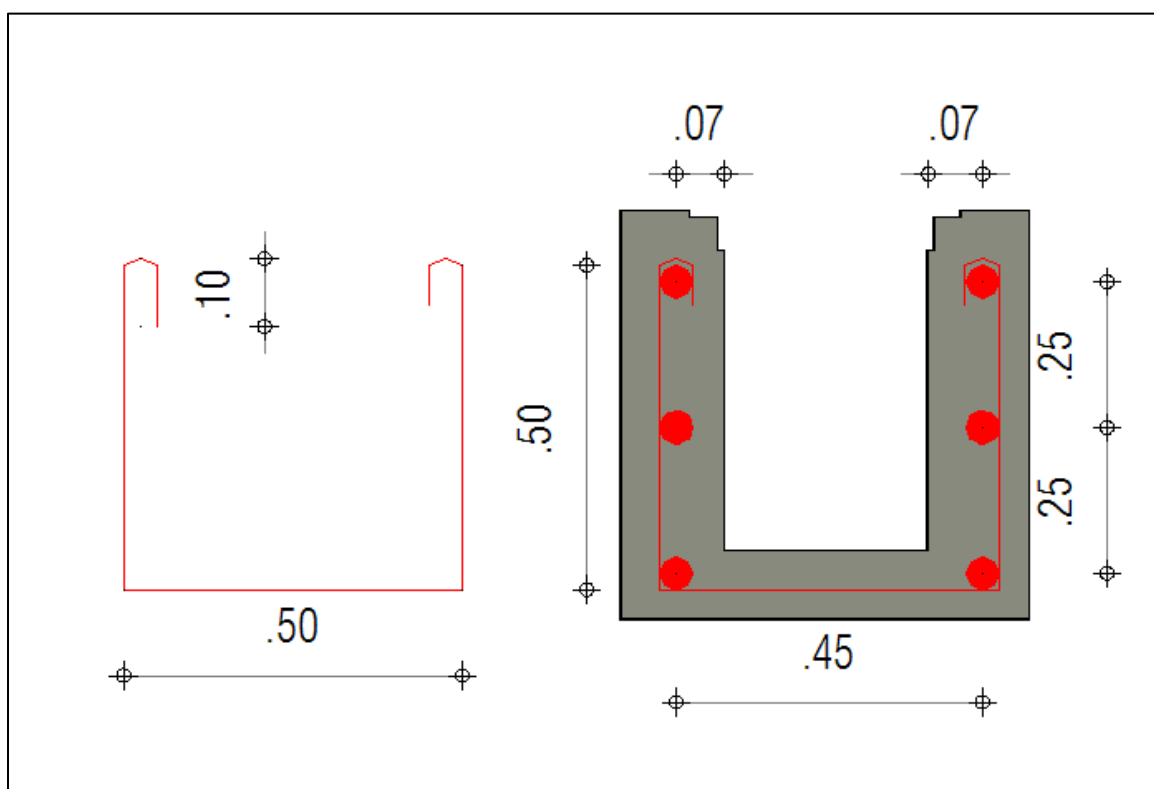


Figura 19: Detalle de acero.

Fuente: propia

Instalación de formaleta

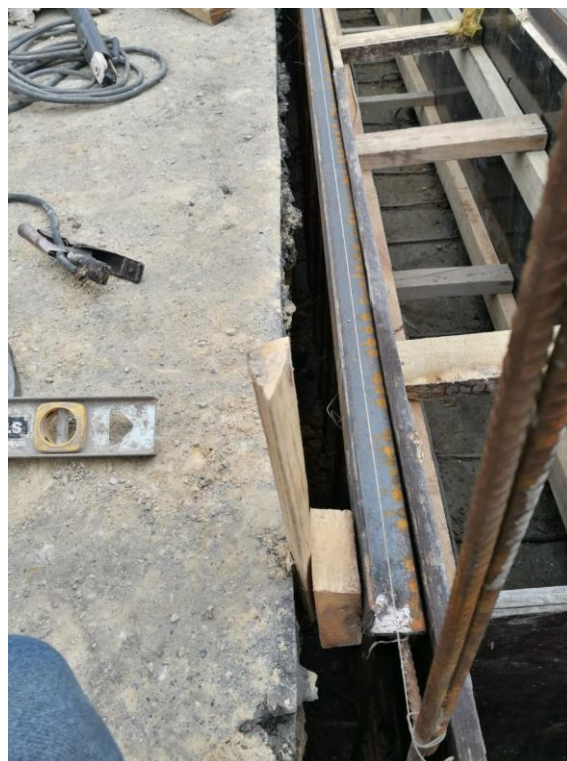
La formaleta se debe instalar de tal manera que permitan que el concreto fluya y permita que llegue hasta el fondo del cárcamo, debe estar firme y seguro para que lo soporte mientras éste fragua.

Se debe aplicar desmoldante para facilitar el proceso de desencofrado, luego de retirar la formaleta se debe limpiar y si es el caso retirar los residuos sólidos, óxidos, etc.

Los materiales con los que se hace el testero deben estar en buen estado, de tal modo que no se llegue a doblar, romper, etc., además debe ser liso, no tener hendiduras ni agujeros que permitan que el CLA quede imperfecto.



[Figura 20](#): Inicio instalación de testeros
Fuente: propia



[Figura 21](#): Instalación de testeros
Fuente: propia

Instalación de marco para rejilla

El marco para la rejilla se realizó en acero, tiene la funcionalidad de soportar las varillas que harán parte del cárcamo y permitirán el paso tanto del agua como los residuos contaminantes.

Para la instalación del marco, se soldaron unas varillas de pulgada (1”) cada 4cm de espacio libre para aguantar los diferentes pesos de los vehículos que pasan por el cárcamo.



Figura 22: Inicio de instalación marco para rejilla
Fuente: propia

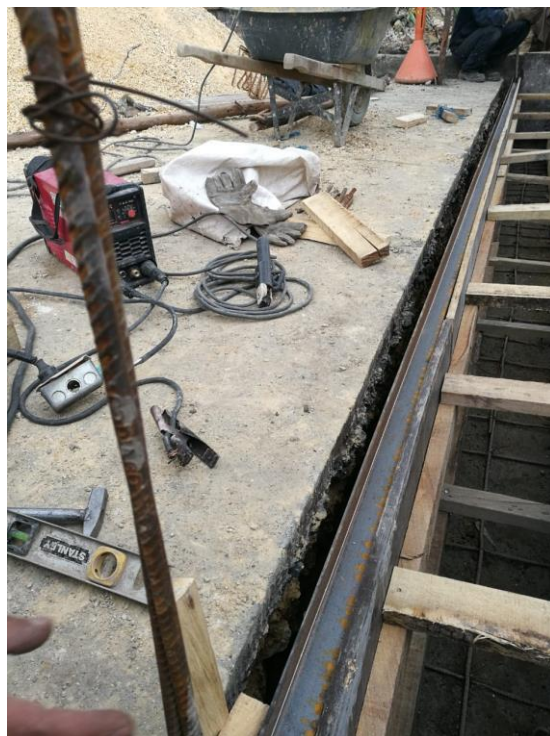


Figura 23: Instalación marco para rejilla
Fuente: propia

“El método de diseño propuesto dé como resultado diseños económicos, por lo cual se recomienda su utilización. Queda entonces, a criterio del diseñador, la utilización de factores de seguridad, con el fin de prever problemas específicos tales como la obstrucción de la rejilla” ([J.A. Pérez, Septiembre de 1998, Estudio experimental de rejillas en bocatoma de fondo](#))

<i>Diámetro Ø</i>	Separación libre entre barras, (cm)
<i>3/8"</i>	1.5 – 2.0
<i>5/8"</i>	2.5 – 3.0
<i>3/4"</i>	3.5 – 4.0
<i>1"</i>	4.5 – 5.0

[Figura 24:](#) Tabla de dimensiones de rejillas

Fuente: J.A. Pérez, Septiembre de 1998, Estudio experimental de rejillas en bocatoma de fondo

Instalación de tubería sanitaria

La tubería sanitaria cumple con la función de evacuar el agua utilizada para el lavado de los vehículos y conducirla al punto de alcantarilla más cercano al cárcamo, debe instalarse antes de fundir el cárcamo, el diámetro de la tubería saliente es de 4" hasta llegar al colector principal con un diámetro de 12", este funciona a gravedad con una pendiente mínima de 1%.



[Figura 25:](#) Tubería de desagüe 12"

Fuente: propia



[Figura 26:](#) Pase de cárcamo a regata de pozo

Fuente: propia

Vaciado del concreto

La última fase es la colocación del hormigón, el asentamiento de éste se hace por medio del cono Slump con una barra de 3/8" donde el asentamiento tiene que estar entre 4" a 6" el diseño de resistencia del concreto es de 3000 PSI, este en resistencia es de 210 kg/cm².

También pueden emplearse vibradores neumáticos, que acomodan la mezcla en forma eficiente. El objetivo de la vibración del concreto es reducir la cantidad de espacios vacíos que quedan dentro de la mezcla logrando un acomodamiento efectivo.



Figura 27: Vaciado de concreto
Fuente: propia



Figura 28: Arreglo de concreto
Fuente: propia

Puesta de rejilla y panel de lavado

Por último, se coloca la rejilla, se verifica que la rejilla quede encajada y no presente desniveles para evitar que se doble. La rejilla se pinta con pintura anticorrosiva para evitar el deterioro con el contacto con el agua.



[Figura 29:](#) Rejilla
Fuente: propia

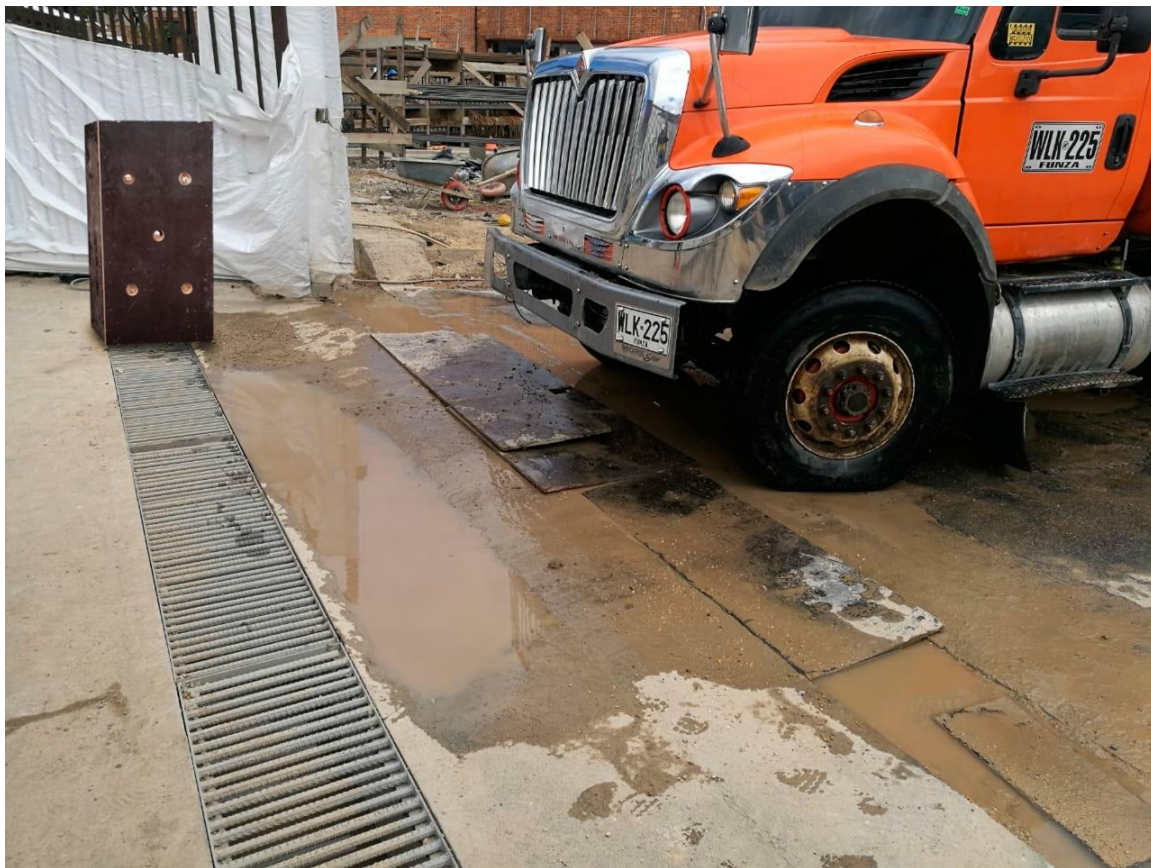


[Figura 30:](#) panel
Fuente: propia

Lavado con el Cárcamo de Lavado Automático

Por último, podemos ver el cárcamo totalmente instalado en obra y como se puede apreciar, el espacio que ocupa es mínimo, permite el paso de vehículos grandes y pequeños, así como de maquinaria pesada. Su mantenimiento se realiza con facilidad y permite que el agua llegue al alcantarillado sin residuos ya que estos caen en el fondo del cárcamo, mientras que el agua sube y sale a través del desagüe, permitiendo que las

partículas contaminantes queden en el fondo y se puedan retirar por medio de la rejilla, la cual se puede quitar.



[Figura 31](#): CLA en funcionamiento
Fuente: propia

Conclusiones

Desarrollar el proyecto, la metodología para su investigación, realizar investigaciones y pruebas en campo nos permitió llegar a las siguientes conclusiones

Se confirma que los problemas que generan los vehículos salientes de obra con residuos de material de demolición y excavación, son:

Problemas paisajísticos y ambientales

Taponamiento de alcantarillados y sumideros

Contaminación de vehículos particulares cercanos a la obra.

Trancón por generar lavado vial para evitar posibles sanciones por parte de la secretaria del medio ambiente y evitar el taponamiento de sumideros.

Los cárcamos convencionales generan un sobre costo en la mano de obra para el lavado de los vehículos salientes, se pudo determinar que los paneles de Cárcamo de Lavado Automático lavan las llantas con un tiempo menor y no requieren de personal para la supervisión de esta actividad.

El lavado de los vehículos antes de salir de las obras ayuda a prevenir problemas secundarios al esparcimiento de residuos en las vías.

Evidenciamos que con cualquier sistema de lavado que se ejecute en obra los vehículos salientes quedan con partículas de material de demolición y excavación (MDE), generando a menor escala contaminación en las vías. Por ende, se requiere el lavado vial, esto con un menor tiempo de ejecución ya que mitiga los residuos de MDE.

Aunque en cuanto a costos, el CLA es más costo, puede ayudar a disminuir la mano de obra pues no requiere de una persona para que este funcione.

El Cárcamo de Lavado Automático, además de no requerir de personal para su uso permite que los paneles que rocían el agua sean reutilizables.

Bibliografía

Actuación Administrativa 20 12120890190002E, Acto Administrativo 0298 de 10 de junio de 2016

Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994, Capítulo II, 3, b

Gestiopolis, 2013, eficiencia, *eficacia y efectividad en la calidad empresarial*

Untitled. (s.f.). tesis

Ley 1801, 29 de Julio de 2016, *Código Nacional de Policía y Convivencia, Título XIV*

Ministerio del Medio Ambiente, Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994, capítulo II,3,b.

Secretaría Distrital de Ambiente, 2012, *Manual ambiental para residuos constructivos*

Sentencia T- 197/14, 2014, *Acción de Tutela para la Protección de Derechos Colectivos*

Ferrer, Jesús, (2010), Tipos de investigación y diseño de investigación

Real Academia Española, s.f., *encuestar*

Diana pardo, 2015, *6 tipos de entrevista*

M.S.c. Cabanilla Enrique,2011, *Metodología para elaborar un estudio por encuestas de la satisfacción del turista: Aplicación Quito, Ecuador*

Metodología para Elaborar un Estudio por Encuestas de la Satisfacción del Turista: Aplicación Quito, Ecuador

Departamento de fotografías, Museo Metropolitano de Arte, octubre de 2004, *Fotografía Documental Temprana*

J.A. Pérez, Septiembre de 1998, Estudio experimental de rejillas en bocatomas de fondo

Referencias

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10497/Capitulo1.pdf>

<http://metodologia02.blogspot.com.co/p/operacionalizacion-de-variables.html>

<http://blog.talentclue.com/los-6-tipos-de-entrevista-cual-es-la-mas-efectiva>

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3769604.pdf>

<http://www.mobydick.com/es/sistemas-lava-ruedas/>

<http://www.drdust.com/lavadollantas.htm>

<http://www.indural.com/sitioweb/productoscategoria/productosespeciales/>

<http://blog.talentclue.com/los-6-tipos-de-entrevista-cual-es-la-mas-efectiva>

<http://dle.rae.es/?id=FBiYQMP>

<https://es.scribd.com/document/328976464/COPIA-SENTENCIA-T-197-14>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_\(m%C3%A9todo_cient%C3%ADfico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_(m%C3%A9todo_cient%C3%ADfico))

<http://www.mobydick.com/es/sistemas-lava-ruedas>

www.fungiblescondal.co

<http://ambientebogota.gov.co/documents/664482/0/Carlos-Parrado.pdf>

<http://metodologia02.blogspot.com.co/p/operacionalizacion-de-variables.html>