

**EMPRESA CONSULTORA EN LA EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE
CONCRETO MEDIANTE EL USO DE LA TECNOLOGÍA**



AUTOR

JUAN JOSÉ GALVIS GARRIDO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Tutor:

JAIME DURÁN GARCÍA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

BOGOTÁ, 03 MAYO 2021

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	3
INTRODUCCIÓN	4
ENFOQUE COMO MODELO DE NEGOCIO.....	6
CONCLUSIONES.....	14
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

RESUMEN EJECUTIVO

El actual escrito que se muestra a continuación, tiene como justificación dar a conocer la transferencia de los conocimientos que se obtuvieron y realizaron en el desarrollo de las actividades impartidas en la Misión Académica en Innovación. De igual forma, ilustrar el enfoque en el cual se decidieron resolver dichas actividades, mediante el proceso de la investigación en el conocimiento existente, con el fin de establecer las necesidades y las demandas que se producen en el mercado, las cuales resultan ser de gran importancia al momento de impulsar los criterios como negocio, y caracterizar así el modelo que proporcionará el valor añadido como empresa y será el factor diferenciador a un grupo de interés de terminado.

Cabe destacar que la disposición para el ejercicio del modelo de negocio se estructuró en el área de la construcción, motivado inicialmente en relacionar este proyecto de innovación con las temáticas que se han venido adquiriendo, y que a su vez se pudiese identificar un diseño que causase el interés por medio de sistemas y modelos de gestión, de modo tal que aportaran para el crecimiento académico global y obtener así competencias en distintas herramientas dentro del ámbito profesional.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el ámbito de la construcción enfrenta desafíos al referirse a temas como innovación, ya que continuamente se evidencian avances en la tecnología por lo que se generan grandes demandas en cuanto a factores como la optimización, el rendimiento, la producción, entre otros, que causan un gran impacto sobre esta área. Es por esto que se deben implantar sistemas que se acoplen a las necesidades de las actividades a las cuales ya se tiene acceso, pero que de cierta forma requieren de nuevos conocimientos o prácticas que proporcionen el concepto al cual se está queriendo llegar y respondan a la pregunta de ¿cómo se puede innovar?

Teniendo en cuenta las evidencias que con el tiempo se han venido observando por parte de los procesos constructivos, se daba a entender que el cambio tecnológico y el trabajo en conjunto con otras áreas novedosas de la ingeniería, no causaba el interés suficiente, por lo cual el camino de desarrollo en sus actividades se consideraba conservador, ya que suponía ser la opción más viable, sin embargo, la transformación general de los consumidores y las necesidades que han cambiado conforme se tiene más información y se es más consciente de los impactos que causan las mismas, obligó a este sector a reinventarse introduciendo la tecnología en la construcción.

Particularmente, el tema de la construcción a nivel mundial, ha mostrado un gran interés en el desarrollo de investigaciones para solventar las problemáticas que surgen en los proyectos, de tal forma que se han propuesto por parte de Universidades, entidades y empresas el uso de los conocimientos cooperativos entre varias ramas de la ingeniería, desde la parte técnica como también la tecnológica, ya que por medio de estas se pueden crear sistemas que funcionen como acompañamiento en algunos procesos.

Con el pasar de los años, estas tecnologías se han ido implementando según el propósito que se requiera, por ejemplo, las obras civiles requieren de un detallado análisis en cada uno de los procesos que ésta tenga, ya sea en fases de planeamiento, como también de ejecución y no menos importantes las fases

de inspección y de mantenimiento, por lo que cada uno de estos pasos exige un adecuado seguimiento y buen manejo al momento de ser desarrollado.

En el caso específico de Colombia, se evidencia a nivel normativo, exigencias en cuanto al cumplimiento de todas las actividades por las que pasa un proyecto de obra civil y las cuales son regidas principalmente por la NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente) entre otras; sin embargo, este reglamento no contempla como requisito indispensable para las empresas o entidades que están a cargo del proyecto, mantenimientos a largo plazo que resultan ser vitales para la vida útil de las estructuras.

La importancia que existe en el concepto que existe en la reparación estructural se encuentra inmerso en el mismo funcionamiento y enfoque por la que fue diseñada. Cada una de las estructuras se comportan como un paciente el cual lleva consigo una serie de patologías, las cuales para este caso particular serían principalmente de: concreto, acero, mampostería, madera y muchas más. Por lo cual, dicho análisis requiere de varias fases. Los ingenieros así, tienen una responsabilidad grande, ya que las estructuras que se diseñan o se reparan, deben ser seguras para las personas que las usen, se tiene que asegurar que estas estructuras tengan un desempeño adecuado, que no ocurran fallas que puedan causar lesiones o muertes.

La necesidad para la industria de la reparación del concreto, involucra a contratistas de se especialicen en reparar concreto, ingenieros que trabajen la mayor parte de su tiempo resolviendo cada uno de los inconvenientes, fabricantes que suministren materiales para reparaciones y universidades e investigadores que se dedican al análisis y reparación del concreto. Es por esto que es de gran importancia que cada una de estas ramas trabajen en equipo con el fin de proveer los procedimientos necesarios para la buena toma de decisiones al momento de establecer los procedimientos para la evaluación, diseño, materiales y construcción.

ENFOQUE COMO MODELO DE NEGOCIO

A nivel mundial, la temática de evaluaciones y reparaciones en las estructuras de concreto mediante el uso de tecnologías ha tomado gran interés por términos de factibilidad, sostenibilidad y sustentabilidad teniendo en cuenta que es una herramienta que se utiliza casi en la totalidad de las obras de construcción con el fin de prolongar la vida útil.

Países como Estados Unidos, mediante normativas y procedimientos estructuran estatutos para las fases que se deben de incluir en el sistema de restructuración de una estructura en particular. De igual forma se han evidenciado estudios y desarrollos tecnológicos para dicha temática en Europa, todo con el objetivo de mejorar las características de la evaluación y el desempeño en el análisis para la preparación de sistemas funcionales.

Las tendencias que existen actualmente a nivel mundial provienen principalmente de los países más desarrollados tecnológicamente, ya que la cultura social que se tiene, va de la mano con la implementación de nuevas tecnologías que para las tendencias y desarrollo en la evaluación y reparación de estructuras ganan terreno con el uso asociado de las distintas ciencias que a su vez importan el conocimiento de tecnología ya existente pero modificada en el ámbito civil que a su vez explota las ventajas del mismo para ampliar el horizonte de posibilidades dentro del campo en cuestión.

A nivel nacional la estructuración de técnicas o métodos para el desarrollo de la evaluación en los deterioros por medio de la tecnología es aún una tendencia que no se encuentra vinculado al sistema económico; casos pocos de obras que con sus propios medios contrataban empresas particulares provenientes del exterior con el fin del solventar problemáticas puntuales en aspectos puntuales del proceso de construcción en la obra. Más, sin embargo, herramientas que en los debidos casos pocas empresas le daban uso para el alcance de la reparación.

A diferencia de las tendencias que se perciben social y culturalmente a nivel global, el entorno en el que se encuentra el país busca mejorar y modificar ciertas normativas y características con el fin de que los procesos para las reparaciones de las estructuras contengan muchas más especificaciones con el fin de cubrir grandes brechas o vacíos.

El uso de la mano de obra, operarios en jefe y ayudantes de las distintas ramas en la construcción es una herramienta indispensable que se ha venido usando para el desarrollo de los proyectos de obra civil. Tecnológicamente, las herramientas de ayuda para cada uno de estos procesos que se generan en dichas obras son casi nulos, en el sentido que se les da poca utilidad.

Las tendencias de las empresas consumidoras de los productos tecnológicos a nivel mundial toman cada vez más fuerza. Hoy en día, los ingenieros civiles van a la delantera en materia tecnológica, ya que son los principales usuarios de sofisticados productos de alta tecnología y aplican los conceptos más recientes en diseño asistido por computadoras CAD y modelos BIM en el proceso del diseño propiamente dicho, la construcción, la programación de proyectos y el control de costos.

La ingeniería civil se concentra en ofrecer mejoras, avances y servicios a la comunidad. Implica la concepción, planificación, diseño, construcción y operación de las instalaciones esenciales para la vida moderna, que van desde sistemas de transporte, a estructuras marítimas y satélites espaciales. Los ingenieros civiles resuelven problemas y abordan desafíos tales como la contaminación, congestión de tráfico, necesidades de energía y agua potable, reurbanización y planificación comunitaria.

Las necesidades más relevantes a un nivel constructivo surgen del proceso que se tiene con respecto a la estructuras que se realizan, las cuales deben ser estrechamente ligadas con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), el cual especifica teniendo en cuenta el título A de los requisitos generales la correcta funcionalidad en el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el país.

Por lo anterior, es necesario el uso de herramientas y métodos por los cuales se le realice un correcto mantenimiento tanto periódico como rutinario a las obras ya construidas con el fin y propósito de salvaguardar la vida de las personas y mantener las estructuras en las condiciones deseables con el pasar de los años.

Se evidencian las necesidades de establecer procesos constructivos para la reparación estructural, realizar diseños óptimos para la reparación estructural, métodos de construcción o ejecución de la rehabilitación y mantenimientos en las estructuras

Según el American Concrete Institute (ACI) Foundation's Strategic Development Council, el costo anual de reparación de las estructuras de concreto en los Estados Unidos es de 18 a 21 billones de dólares, por consiguiente, uno de los principales objetivos en cuanto a las reparaciones es identificar de manera oportuna, cada una de las problemáticas y solucionarlas de la mejor manera y así, elevar el nivel del desempeño de las reparaciones. En cuanto a las relaciones entre los ingenieros y contratistas, se debe establecer una serie de responsabilidades entre los involucrados ya que la falta de requerimientos específicos lleva a causar variaciones en las prácticas y métodos de reparación, diferentes niveles de calidad y una ausencia de profesionalidad técnica que llevará al riesgo de la comunidad.

En cuanto a las condiciones generales de las estructuras, el cuerpo de ingenieros de estados unidos (US Corps of Engineers) encontró mediante estudios que el 50% de las reparaciones no tienen un desempeño satisfactorio, y esto se debe a que existen errores de diseño, construcción y fallos en la selección de los materiales, casos que se asemejan al evidenciado anteriormente se presenta en Europa en la empresa Con Rep Net, que encontró que a medida que el tiempo pasaba las estructuras se veían afectadas por su estado de satisfacción, que en un tiempo significativamente corto la satisfacción se deterioraba hasta decrecer en un 10% con un periodo de tiempo de 25 años.

De esta forma y mediante el estudio y la investigación se determinó cuáles serían los impulsores y las demandas para la innovación. Como organización se tomó en consideración un principio cinco (5) fases de planificación dentro de las cuales la más importante y la que más tiene relevancia es la investigación. De igual manera, se realizan otras cuatro (4) fases las cuales son la relación entre las condiciones actuales de la estructura contrastado con la(s) normativa(s) correspondientes, el diseño, construcción y el mantenimiento del servicio que se le presta a las empresas y clientes.

Se identificaron fortalezas en cuanto al beneficio de realizar trabajos de campos optimizados con resultados tecnológicamente avanzados y soluciones concretas para la satisfacción del cliente que lo requiera y oportunidades de contar con la vanguardia tecnológica y el desarrollo de nuevas metodologías a nivel Nacional, que brindan a la empresa el toque necesario para destacar sobre otras que ya se encuentran establecidas en los temas de reparación de estructuras y edificaciones. Sin embargo, se expresan algunas amenazas en el contexto de la organización que afectan el crecimiento de la empresa por la competitividad que se encuentra en el mercado global, ya que esto brinda a las empresas constructoras opciones en cuanto a la empresa que deseen contratar para la resolución de las problemáticas dentro de una reparación de una obra.

La demanda del mantenimiento, reparación, y rehabilitación de estructuras de concreto en el país, es una temática que se encuentra bien especificada y si bien no está desarrollado a un potencial que se requiere considerar. Dichos procesos se realizan en las estructuras en la mayoría de los casos cuando se requiere a fuerza mayor y esto se debe al incremento de los gastos y la cantidad de operaciones necesarias dentro del inconveniente que se requiera solucionar.

Las empresas constructoras en el modelo de reparación, rehabilitación y mantenimiento, se enfrenta a un tipo de problemática la cual se da en función a las condiciones externas e internas, la primera, en grandes rasgos de carácter técnico, ya que se ve enfrentado a peligros en los equipos, sistemas de seguridad, relaciones de mantenimiento explotación, vibraciones, temperaturas, entre otras. Por otro lado, se enfrentan a tendencias con los obreros en cuanto a averías, defectos de funcionamiento, baja

productividad del equipo, errores que conllevan a generar insatisfacción, dificultad de comunicación, de cooperación, etc. De esta forma, se llega a definir el reto de innovación que se centrará en establecer el análisis de las tecnologías existentes con el fin de mejorar, modificar y crear mejores soluciones para el uso de reparaciones en las obras con profesionales especializados, para así, realizar las tareas de una manera más oportuna y en menos tiempo, así encontrar el valor añadido que se desea como empresa en el modelo de negocio.

La empresa seleccionada se crea con fines ficticios llamada con el nombre de CONSTRUCRETEC, la cual se encarga y se desarrolla como una empresa consultora en la evaluación y reparación de estructuras de concreto, mediante el uso de la tecnología. Con la finalidad de entender, ayudar y satisfacer las necesidades y requerimientos del cliente, bien sea como empresa o como cuerpo individual, se desea como empresa consultora en la evaluación y reparación de concreto, presentar tecnologías y sistemas que se acomoden al enfoque que se busca, entendiendo de la misma forma las ventajas y limitaciones que se presentan en la evaluación y la preparación, buscando modelos que se enfoquen en mejorar la calidad del servicio y solventar las responsabilidades que como ingeniero se presentan.

Sabiendo que cada día como empresa se presentan retos y competencias tanto económicamente como en el desarrollo de nuevas tecnologías, es necesario priorizar cada uno de los componentes y facetas que componen el núcleo y la formación como una organización que presta el servicio, se exigen cada vez más profesionales con las habilidades y destrezas necesarias para el desarrollo gradual por lo cual, es necesario mantenerse sobre el margen, sintetizando los procesos innecesarios en el personal y así, optimizar los costos en recursos tanto tecnológicos como en especialistas.

La disciplina nos permite trabajar con perseverancia para alcanzar cada meta y objetivo propuesto. Es de carácter esencial nuestros compromisos de acuerdo con las prioridades que definimos, por lo cual, se busca crear la mejor experiencia que el cliente pueda tener. De lo anterior, se desea implementar un sistema de envíos automatizado que se entregue por medios electrónicos que contenga

todo el material seleccionado por la empresa que lo solicitó, teniendo en cuenta el desarrollo vanguardista de la tecnología y que a su vez cuente con la certificación necesaria.

Los costos de reparación de las estructuras de concreto generan una cantidad importante de capital, por lo cual, es necesario establecer parámetros de negocio que favorezcan tanto a la empresa consultora, como al cliente, sabiendo que el producto o resultado de cada una de las operaciones se verá reflejado en el bienestar y la satisfacción colectiva de la sociedad. La ingeniería civil tiene como finalidad establecer criterios que cubran las necesidades de la sociedad, se toma como referencia el desarrollo en infraestructura de una ciudad que en la actualidad es de vital importancia debido a los constantes avances en los que se ve inmersa la humanidad, por lo cual es importante mantener los parámetros investigativos que enfoquen la empresa a mantener las herramientas más sofisticadas con las cuales pueda trabajar.

Se desean operaciones claras y específicas que brinden al cliente la experiencia que desea mediante el desarrollo de actividades de profesionales capaces y especializados en el área que se requiere, así, se minimizan las frustraciones de los clientes mediante el uso continuo de medios tecnológicos que brinden seguridad mediante un sistema de envío sencillo y funcional. Como resultado, se brinda un sistema de resultados ilustrados debidamente en gráficas, esquemas y modelos que funcionen como práctica para la toma de decisiones que quiere el cliente.

Tomando como referencia la propuesta de valor, se muestra a continuación los siguientes servicios como empresa consultora:

Fase Investigativa: Como fase inicial, se realizan sistemas de gestión de recopilación de información por medio de aparatos electrónicos de campo para registrar las evaluaciones estructurales, se realizará mediante el uso de una aplicación en la que se podrán ingresar todo tipo de observaciones, compilar información de campo directamente en la Tablet o teléfonos móviles desarrollo de aplicación de la compañía adjuntar fotografías, hacer anotaciones de la estructura a cual se sincroniza directamente con un modelo BIM desarrollado en REVIT que facilita el proceso de diagnóstico, ya que cada una de las

observaciones e cargan dentro del modelo, por lo que cada proceso se logra optimizar al modelo de ser revisado y que a su vez reúnen la información de campo y realizan de hiperenlace a planos en CAD o PDF.

Automatización de las evaluaciones de campo (Modelos Tecnológicos) por medio del Robot RABIT para evaluar losas de Puentes, que principalmente permite realizar las evaluaciones de campo de manera automatizada, dentro de las características, este cuenta con cámaras para capturar en alta definición, GPS que asocia cada registro del lugar de la losa, Impact Echo para medir las laminaciones, ondas ultrasónicas para medir las condiciones del módulo de elasticidad, mediciones de la resistividad eléctrica y de corrosión, al igual, arrojan resultados e información sobre la condición de la estructura y ahorra tiempo en cuanto a los registros que se obtienen.

Drones como herramienta en la evaluación estructural, estos aparatos llegan a brindar una gran utilidad en las evaluaciones ya que se usa como herramienta común en la evaluación de las condiciones existentes de estructuras, típicamente, los drones son una herramienta complementaria, esto se debe a que brinda apoyo a los métodos tradicionales de inspección.

Dentro de las características se tiene que logra identificar el daño obvio y visible, dependiendo de la necesidad del cliente, se pueden complementar con termografía para identificar defectos, permite observar áreas de difícil acceso a estructuras de gran altura y en interior de chimeneas y tuberías o espacios confinados; realiza actividades de Reality Modeling, el cual se basa en realizar escaneos de las estructuras por medio de su vuelo autónomo circulante, de tal forma que construye la estructura en 3D con softwares de fotogrametría y tiene la capacidad de convertir esos modelos 3D a modelos BIM mediante el uso de softwares por lo que lo hace útil para documentar las condiciones existentes y desarrollar planos de reparación en BIM.

Fase de diseño: La cual consta en realizar reforzamientos estructurales con fibras adheridas con materiales cementicios (FRCM). También se realiza el uso de equipos de protección catódica que se le aplican a las vigas de las estructuras con el fin de mitigar la corrosión en el concreto.

Fase de construcción: Se realiza la remoción del concreto deteriorado por medio de equipos robotizados los cuales remueven el concreto que se desea reemplazar si comprometer la estabilidad estructural, estos procedimientos se realizan con un personal capacitado y se desarrollan estos procedimientos mediante dos métodos según el cliente lo desee y se acomode más económicamente. Se desarrollan estos procedimientos por métodos hidráulicos que se aplica por medio de chorros de agua a alta presión para remover el concreto deteriorado y mecánicos, por medio de taladros, siendo el primero más costoso, debido a que compromete en menor medida la zona afectada, estos incrementan la productividad y el rendimiento, reducen el tiempo de remoción y tienen menos riesgos de operación.

Fase de mantenimiento: Esta fase se realiza a través de plataformas BIM como herramienta en programas de mantenimiento de estructuras, realiza un trabajo conjunto con los responsables del manejo y mantenimiento de las instalaciones, jefes de mantenimiento, ingenieros de planta física, etc. Dentro del desarrollo de esta evaluación se realiza el manejo de presupuestos presentes y futuros, se estipula la ubicación y condición de elementos reparados y por reparar mediante el uso de dimensiones espaciales y geometría, se identifican los conflictos con otros elementos (arquitectónicos, mecánicos, etc.) Finalmente se construye una matriz de cantidades y costos de la reparación por medio de un registro organizado del mantenimiento a través de las distintas fases.

Las actividades más importantes dentro de las operaciones que desarrolla la empresa se centran principalmente en el análisis y la investigación, ya que esta es la fuente más importante para la toma de decisiones. También, el uso de las plataformas y el modelamiento recopilado a través de la toma de datos de campo es uno de las actividades con gran connotación dentro de la empresa. El mantenimiento periódico o rutinario es factor imprescindible para el desarrollo del diseño y construcción que se realice en los proyectos que los clientes requieran.

CONCLUSIONES

Utilizando cada una de las herramientas y metodologías establecidas en las competencias y los conocimientos adquiridos durante la misión académica, se pudo relacionar y evaluar algunas causas del tema de estudio por lo cual el detalle de la utilidad que se tiene como mecanismo de aprendizaje, produce una satisfacción del 100%, ya que, en cierto modo, se logró identificar los criterios que están en juego dentro del modelo de negocio, identificando las fortalezas y debilidades que se tienen en relación con otras empresas y de igual forma muestra las necesidades de los clientes con referencia a la propuesta de valor que se tiene para el modelo de innovación.

Se entiende que el concepto de investigación es el más importante, ya que con este se puede determinar que tan factible o ya sea el caso, no viable puede llegar a ser una determinada decisión en cuanto al desarrollo de un proyecto, involucrando todo el entorno por el cual este logra identificarnos, además, se identifican cuáles son los obstáculos que este cliente puede tener y la sensación de satisfacción que busca.

La relación tan estrecha que se evidencia en dicho curso con las destrezas que se deben adquirir como responsable gerencialmente en proyectos de obras civiles, logra relacionar que en un sistema de negocio la calidad se relaciona en gran medida con la satisfacción del cliente y las experiencias que tiene el cliente con nuestra empresa, y cuál es el grado de satisfacción en cada uno de los contactos que este tiene con nosotros como empresa, obteniendo información tanto de lo que hace el cliente hasta los resultados que este tiene.

Mediante la sesión de liderazgo fue posible identificar cuáles eran las características y factores marcados en la personalidad, para lograr establecer a qué grupo pertenecía, teniendo lo anterior, se logró llevar a cabo el criterio para encontrar de igual forma el tipo de líder que encontraba en situaciones diferentes. Es fácil comprender y sintetizar cómo se debe enfrentar a una persona de la mejor manera posible, tendiendo las características como el análisis, la creatividad, la exigencia o la capacidad de utilizar la imaginación, de igual forma, como líder se pudo identificar las fortalezas y debilidades, anterior

a esta con el propósito de mejorar y de ser como líder un personaje mucho más desarrollado con capacidades que lleven al éxito alguna planeación que quiera emprender.

El enfoque que se influye, se especializa por el crecimiento y desarrollo analítico con la finalidad de poder resolver problemas en obras y en ocasiones, espacios relacionados con la construcción o el diseño. Sin embargo, la visión que se obtuvo al mirar las problemáticas desde otra perspectiva, fueron necesarios para ampliar los conceptos establecidos y clarificar muchas ideas en cuanto a la terminología de negocio, que es algo que está muy vivo en nuestra sociedad.

Nos encontramos en un mundo el cual tiene continua relación global, que brinda accesibilidad por medio de la tecnología así que, el implementar procesos que faciliten el desarrollo cotidiano de las actividades como ingeniero civil, no tendrá más que resultados positivos, siempre y cuando se siga manteniendo la seguridad adecuado y realizando los estudios necesarios para cada una de las actividades. El implementar sistemas automatizados o herramientas que vayan en pro al buen desarrollo aún causan ciertos grados de incertidumbre, sin embargo, el hecho de aceptar con poco agrado la invención de la tecnología en la ingeniería civil, saca de vanguardia muchos procesos que producirían una serie de consecuencias como costos, poca rentabilidad, más gastos en los procedimientos y demoras en las entregas de los proyectos.

Cada una de las herramientas de los modelos fue muy importante para entender el dinamismo existente entre los países y fue necesario para saber cuáles parámetros se debían tomar al querer entrar en un modelo de negocio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Building Code, ACI 318-11 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary.
2. RUTGERS. (2012). RABIT autonomous bridge deck inspection tool. cait Rutgers.
<https://cait.rutgers.edu/facilities-equipment/rabit-autonomous-bridge-deck-inspection-tool/>
3. Guadalupe Crespo Quirós, Sistema de enlace robusto para la teleoperación de un UAV (vehículo aéreo no tripulado) en la plataforma robótica ARGOS, UAM, 2015.
4. DJI, Testing, Profiling & Debugging, Aircraft Simulator, <https://developer.dji.com/mobile-sdk/documentation/application-developmentworkflow/workflow-testing.html>
5. ACI RAP Bulletin 14, Field Guide to Concrete Repair Application Procedures “Concrete Removal Using Hydrodemolition”.
6. BARTECNICA.SA, Hidrodemolición, Boletín Técnico No. 004 – 09, Argentina, 2009, pp 1-3
7. Kyong-Ku Y., Sung-Yong C., Yong-Gon K., “Hydrodemolition and Shotcrete for Rehabilitating a Reservoir Spillway”, Shotcrete, Winter 2013.
8. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas Colombianas de Diseño u Construcción Sismo-Resistente, NSR-10. Bogotá, AIS, 2010.