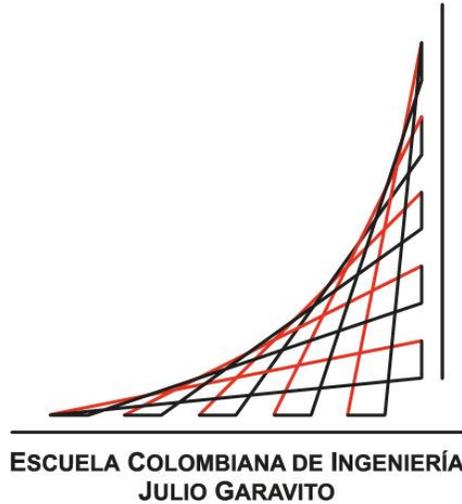


**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA APLICACIÓN DIGITAL
“SUPERVISAPP” PARA EL CONTROL DE OBRAS DE CONSTRUCCION EN
CONCRETO REFORZADO CON ÉNFASIS EN SISTEMA INDUSTRIALIZADO
EN COLOMBIA**



Proponentes:

Moreno Roa Brayan David
Rodríguez Agudelo Julián David

Director:

Arq. Cano Moreno Daniel Mauricio

Trabajo dirigido para certificación del énfasis en construcción.

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Programa de Ingeniería Civil
Énfasis en Construcción

TABLA DE CONTENIDO

ii

INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANTECEDENTES.....	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
ESPECÍFICOS.....	4
4. ASPECTOS BÁSICOS Y NORMATIVIDAD DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA.....	4
5. EVOLUCIÓN DEL CONTROL DE OBRAS EN COLOMBIA: INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN TÉCNICA.....	6
6. EL CONTROL DE OBRAS EN EL MUNDO.....	8
Países anglosajones – <i>Quantity Surveyor</i>	8
Francia – <i>Économiste de la construction/Inspecteur de travaux</i>	9
Italia – <i>Directore dei lavori/Collaudatore</i>	10
Chile - <i>Inspector Técnico de Obra</i>	10
7. IMPORTANCIA DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE EN LA ACTUALIDAD.....	11
8. EL “SISTEMA INDUSTRIALIZADO” EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	11
9. LA TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL SIGLO XXI.....	14
BIM (BUILDING INFORMATION MODELING).....	14
IOT (INTERNET OF THINGS).....	18
REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA.....	19
DRONES.....	19
IMPRESIÓN 3D.....	20
10. ELEMENTOS A CONTROLAR EN EL SISTEMA INDUSTRIALIZADO.....	20
PRELIMINARES.....	20
CIMENTACIÓN SUPERFICIAL (ZAPATAS AISLADAS).....	21
MUROS DE CARGA.....	21
LOSAS.....	21
11. FUNCIONES AUXILIARES DEL APLICATIVO A MEDIANO PLAZO.....	22
12. QR DE LA APLICACIÓN.....	22
13. CONCLUSIONES.....	23
14. ALGUNAS IMÁGENES DE LA APLICACIÓN.....	24
PRELIMINARES.....	24
CIMENTACIONES.....	26
MUROS DE CARGA.....	28
LOSAS.....	30
15. BIBLIOGRAFÍA.....	32

Lista de ilustraciones.

Ilustración 1. Integración Revit-Presto. Fuente: BIMCommunity.....	16
Ilustración 2. Capítulo de descapote en sección de Preliminares.....	24
Ilustración 3. Capítulo de viga perimetral en sección de Preliminares.....	25
Ilustración 4. Capítulo de concreto pobre y formaleta en sección de Cimentaciones.	26
Ilustración 5. Capítulo de refuerzo en acero en sección de Cimentaciones.	27
Ilustración 6. Capítulo de refuerzo en acero en sección de Muros.	28
Ilustración 7. Capítulo de formaleta y vertimiento en sección de Muros.	29
Ilustración 8.. Capítulo de refuerzo en acero en sección de Losas.....	30
Ilustración 9. Capítulo de vertimiento y despuntalamiento en sección de Losas.	31

Figura 1. Curva de aprendizaje para un empleado no especializado..... 12

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en Colombia ha presentado históricamente una manera tradicional de realizar las actividades inherentes a la construcción tales como sus procesos constructivos, pero también, el uso de materiales de carácter artesanal, tales como el ladrillo y sus similares, materiales de pega como el mortero e incluso, materiales poco transformados y tratados para los encofrados.

Sin embargo, ahora más que nunca, la incipiente masificación de la tecnología ha ido ganando terreno en dichos procesos constructivos, incluso, desde el diseño hasta la ejecución del proyecto, además, la inclusión de estas han generado que muchas de las actividades se agilicen y perfeccionen a tal punto que se esté dejando de requerir diferente tipo de personal en obra, también, han logrado conectar equipos de trabajo y así generar mayor control en las actividades realizadas manteniendo informado a todo el personal necesario.

En línea con lo anterior, tanto la interventoría como la supervisión técnica, entes claramente identificados en el medio colombiano para el control de obras, no son ajenas a los avances digitales, sin embargo, no han sido lo suficientemente exploradas. De esta manera, el presente trabajo busca promover la inserción tecnológica puntualmente en el área de la supervisión técnica, al ser esta la responsable del control de la estructura, a través de una herramienta que tenga en cuenta al supervisor de manera independiente, aunque haga parte de un equipo que busque los mismos objetivos: la estabilidad de la edificación en el tiempo. Entonces, un modelo de aplicación digital el cual llamamos *Supervisapp*, busca ser aliada del supervisor para agilizar las inspecciones en obra con base en una plataforma que guíe sus procedimientos a través de detalles constructivos fácilmente comprensibles dirigidos al sistema industrializado por su gran utilización en los últimos años en el sector vivienda con base en la norma Sismoresistente NSR-2010 y los requerimientos y condiciones inherentes al sistema.

De esta manera, a través de una investigación histórica de la supervisión, se allanará el camino para ahondar en ella hasta sus características presentes e introducirla a las bondades tecnológicas para su interpretación y práctica ágil.

1. ANTECEDENTES.

Las grandes catástrofes presentadas en los últimos años en las edificaciones en Colombia tales como el colapso de la torre seis del edificio Space en Medellín, la caída del puente Chirajara en la vía que conecta el departamento de Cundinamarca con el departamento del Meta o la construcción de urbanizaciones Altos del Campo, Puertas del Caribe, Campo Alegre y Ciudad Jardín en zonas de alto riesgo debido a la inestabilidad y la remoción de masa del suelo en Barranquilla, revelan un problema ingente en la industria y es que, luego de investigaciones a cada uno de los proyectos anteriormente nombrados, los resultados obtenidos demuestran una falta de supervisión en varios aspectos que van desde los diseños, control de materiales y especificaciones, presupuestos y cronograma, hasta la ejecución de las mismas actividades malogrando el producto final y por consiguiente la seguridad del consumidor final.

La cantidad de factores y supuestos a los que se ve expuesto cualquier tipo de proyecto estructural hace que afecte de variadas maneras la vida misma de la estructura a desarrollar. Ante esta preocupación y debido a las grandes catástrofes que ha sufrido la industria de la construcción y la falta de seguridad para las personas que adquieren y utilizan estas edificaciones nace la ley 1796 de 2016 también llamada Ley de Vivienda Segura que, tomando como punto de partida la Ley 400 de 1997, obliga a toda construcción mayor a 2000 m² o, a menores áreas que se amplíen y sobrepasen dicha superficie, realizar una supervisión técnica independiente la cual, cuando se entregue a satisfacción por el Supervisor Técnico, emita un Certificado Técnico de Ocupación, CTO, donde avala que la estructura fue construida siguiendo lo estipulado en los planos de diseño y las normativas vigentes que previamente debieron ser revisados y aprobados por las Curadurías u Oficinas de Planeación a cargo de profesionales formados para ello.

En Colombia, se ha dado un papel preponderante a la Interventoría que, otrora, desarrollaba no solo sus funciones base administrativas, sino también la parte técnica. Incluso, en Colombia se ha practicado más la Interventoría de Obra que de Proyecto, acentuando las responsabilidades técnicas a los Interventores. Sin embargo, con los sucesos descritos como catastróficos, el papel de la Supervisión Técnica Independiente se ha posicionado protagónicamente como un ente de control relevante, a pesar de haber estado presente a partir del Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes de 1984.

De esta manera y, progresivamente, la Supervisión ha venido desempeñando el control de las estructuras de las edificaciones en sistemas tradicionales en Colombia. Ahora bien, con la actual demanda de vivienda, han salido a la luz nuevos sistemas constructivos que optimizan el tiempo de construcción y que simplifican operaciones de obra, como es el caso del denominado “sistema industrializado” que trata, a veces con poco éxito, de llevar a cabo el concepto de estandarización industrial o incluso, de fabricación en línea, a los procesos de la industria de la construcción. Sus antecedentes, se remontan a otros sistemas constructivos similares tales como el sistema outinord en Francia o Contech en Estados Unidos en los cuales, el empleo de formaletas especiales y reutilizables se constituyen en la base para la eficiencia.

De esta manera, los antecedentes nos demuestran que el camino está allanado para que, por un periodo prolongado, se sigan empleando los sistemas constructivos “industrializados” y, en conjunción con una supervisión técnica independiente rigurosa más, el empleo de las tecnologías actuales, se determinen estos elementos para llevar a cabo construcciones más seguras.

2. JUSTIFICACIÓN.

Debido a la obligatoriedad de implementar una supervisión técnica independiente, los profesionales encargados de esta tarea tienen la necesidad de poseer un conocimiento avanzado de procesos constructivos y un dominio de la Norma Sismorresistente NSR-10 por lo que se vuelve un campo difícil de acceder por su volumen y contenido y al cual únicamente profesionales con bastante experiencia tiene un dominio más preciso, por esto, aquellos profesionales que quieren acceder a este campo tienen una tarea bastante difícil y tediosa y de la cual hay poca información a la cual acceder, por tanto, se hace necesario, la implementación de un paso a paso que guíe al profesional que esté a cargo de esta actividad y le ayude a resolver posibles cuestiones durante la ejecución de la misma.

Además, se busca que, gracias a esto, los costos por desempeño, que son ocasionados por la falta de mano de obra capacitada y la organización de la misma obra; los costos por reprocesos, que son aquellos que se generan por repetir procesos ya sea para restituir, reparar o corregir, se reduzcan a su mínimo posible puesto que cuando se producen, reducen bastante el margen de ganancia, generan retrasos y pueden llegar a ocasionar pérdidas en el proyecto.

Entonces, la interpretación de la Norma de manera versátil enfocada al sistema constructivo “industrializado” que se viene empleando de forma incipiente más, el empleo de tecnologías actuales, justifican de manera amplia el hecho de centrarse en estos temas que son de la práctica diaria y que, por ser masificados pierden su concepto de calidad.

3. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

Implementar el uso de tecnologías digitales a través de un modelo de aplicación informática para mejorar el control y eficacia de los supervisores técnicos, profesionales de obra o constructores en la construcción de edificaciones en concreto reforzado con énfasis en sistema industrializado en Colombia.

ESPECÍFICOS

- Investigar el uso de herramientas tecnológicas tipo aplicativos en la industria de la construcción en Colombia y determinar sus aciertos y falencias.
- Desarrollar la guía de procedimientos de ejecución con el correcto paso a paso de los requerimientos y las exigencias de los elementos estructurales aplicados al sistema constructivo industrializado.
- Sintetizar y representar gráficamente los conceptos más importantes de la Norma NSR-10 aplicados para la construcción de edificaciones en sistema industrializado en concreto reforzado.
- Implementar el modelo de aplicativo informático donde se presente la guía para el sistema industrializado y sus gráficos explicativos a través de su navegación.

4. ASPECTOS BÁSICOS Y NORMATIVIDAD DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA.

En el Decreto 1400 de 1984, llamado también Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, aparece por primera vez el término de Supervisión Técnica en el Artículo A.1.6. donde aclara las responsabilidades y sus actividades a realizar y obliga su utilización a proyectos con más de veinticinco (25) unidades de vivienda o que supere en área a los 2.000 m². Esta reglamentación se mantuvo hasta 1997, donde el Gobierno Nacional aprueba la Ley 400 donde instaura las normas sobre construcciones sismo resistentes y son contenidas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-98, donde la

Supervisión Técnica toma un papel más notorio con la inclusión de un Título propio, más exactamente el **TÍTULO I – SUPERVISIÓN TÉCNICA**, y donde se resaltan con más detalle el alcance de esta actividad: los profesionales idóneos para el ejercicio de esta rama, así como los controles que se deben hacer durante la construcción del proyecto. En una actualización, la Supervisión Técnica sigue su evolución y se consolida en la Norma Sismo Resistente NRS-2010 dónde se resalta su carácter independiente. La última modificación a este Título se hace con la aprobación de la Ley 1796 de 2016 donde obliga a las construcciones realizar las actividades de supervisión técnica independientes, esto último, significando que todos aquellos profesionales que realicen actividades de supervisión deberán ser ajenos e independientes a la constructora que realiza el proyecto. Esta última modificación, cabe mencionarlo, surgida por los siniestros ocurridos en el país y enfocada a la protección del comprador o adquiriente de la vivienda, principalmente.

El término de Supervisión Técnica Independiente, según la última actualización del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10) dice: *“se entiende por Supervisión Técnica la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido.”* Y, su alcance, se define en el capítulo I.2.3 donde se especifica lo mínimo que deberá cubrir como son la aprobación de muestras de laboratorio (I.2.3.1.b), aprobar los procedimientos constructivos propuestos por el constructor responsable (I.2.3.1.d), aprobación de programas de control de calidad de la cimentación, construcción de la estructura y elementos no estructurales de la edificación (I.2.3.1.a), entre otros elementos.

También define al Supervisor Técnico el cual: *“...debe ser un profesional, ingeniero civil, arquitecto, constructor en arquitectura e ingeniería, ingeniero mecánico (solo en estructuras metálicas o prefabricadas), con la experiencia requerida por la Ley 400 de 1997, con matrícula profesional vigente y facultado para este fin.* Además, este puede delegar tareas a personal técnico auxiliar el cual trabajará bajo su responsabilidad y dirección.

5. EVOLUCIÓN DEL CONTROL DE OBRAS EN COLOMBIA: INTERVENTORÍA Y SUPERVISIÓN TÉCNICA.

El origen del control de obras en Colombia es un tema complejo de saber dada la dificultad para encontrar información escrita, esto debido a que el control de las obras fue un saber transmitido a través de la experiencia sin bases académicas o investigativas y sin ningún registro escrito de ello. Por eso, este cargo durante muchos años no fue tomado en cuenta, dejando a particulares sin experiencia realizar actividades de control y supervisión como se demuestra en los contratos celebrados antes de 1870, donde se notificaba a los ministerios de la época mediante informes generales, realizados sin uso de lenguaje profesional y donde no existían detalles técnicos de las obras supervisadas.

Fue hasta 1871 donde se registra el primer contrato donde estas actividades de supervisión y control fueron designadas a un profesional en ingeniería y eran conocidos bajo el nombre de Inspectores y, durante los años posteriores, estos fueron tomando mayor fuerza como lo indican los informes realizados mayormente en los contratos de puentes, caminos y canales realizados. Fue hasta 1874 donde se celebra un contrato donde se establece por la ley 41 de 1874 las funciones que debía realizar el Inspector del ferrocarril de Bolívar, entre ellas recorrer semanalmente toda la línea del ferrocarril y visitar almacenes, estaciones y demás estructuras importantes, llevar un libro donde registre las visitas realizadas, solicitar a los agentes locales la documentación que crea necesaria, reportar las visitas realizadas a los entes públicos respectivos, entre otras menores. Pero dado que esto todavía no era estandarizado muchos de los contratos seguían sin valer la existencia de la figura del Inspector.

Con la Resolución de Obras Públicas del 29 de Mayo de 1888 se reconoce por primera vez y de forma legal el término Inspector y se definen las actividades a realizar entre las cuales estaba visitar diariamente las obras cuya inspección se les haya señalado, con el objeto de observar cómo cumplen con sus obligaciones los empleados y trabajadores que las tienen a su cargo y dar informe verbal o por escrito al Ministerio de Fomento respecto de los abusos o irregularidades que noten; cerciorarse personalmente de que el número de obreros que se hace figurar en las listas es realmente el que trabaja en las obras y autorizar con su firma las listas que forme los sobrestantes para la respectiva cuenta; visar las cuentas de cobro que presenten los particulares por valor de materiales vendidos; entre otras más. Y con la creación del Decreto 188 de 1889 se define la figura de Inspector General de Obras Públicas el cuál su labor principal era ejercer suprema vigilancia sobre los demás inspectores, empleados y trabajadores de las obras públicas nacionales, así como acatar con inmediatez las ordenes dispuestas por el Ministerio de Fomento.

Este Inspector siguió estando presente en los siguientes años al decreto y fue tomando más fuerza hasta que alrededor de 1911 empiezan a aparecer en los informes entregados la figura de Ingeniero Interventor, los cuales únicamente figuraban en contratos ferroviarios y realizaban las mismas funciones que el Inspector. Esta tendencia se mantuvo constante durante los siguientes años con algunos pequeños hitos como lo son el contrato celebrado para realizar labores exclusivas de interventoría en la obra de Bocas de Ceniza. Cabe aclarar que este contrato fue hecho con una entidad extranjera, Casa Black, Mc. Kenney and Stewart, de Washington D. C.; la creación de la Oficina de Interventoría de Carreteras gracias al Decreto 843 de 1935, la cual fue la encarga de supervisar y controlar todos los contratos referentes a carreteras en el país; la creación de la Interventoría de Obras Públicas Nacionales por el Decreto 3540 de 1945 la cual asentó las actividades de los interventores y eliminó la figura de Inspector.

Durante todos estos años no existía en Colombia una organización o un orden para realizar este tipo de actividades, hasta que en 1951 gracias al ciudadano danés Eric Bondesen firma un acuerdo con el Gobierno Nacional de esa época donde se comprometía mantener informado al Estado Colombiano como se invertía los fondos de la Nación en contratos estatales así como realizar informes de avances y dar cumplimiento de lo acordado en los contratos celebrados, además, se comprometió a estandarizar las actividades realizadas por los interventores mediante un folleto instructivo que contuviera los decretos y resoluciones necesarios para el correcto desarrollo de las actividades. Lastimosamente no fue encontrado.

Pero gracias a él, en 1952 se firma el “Contrato con la firma Ingenieros Nacionales Asociados Limitada, sobre interventoría en los contratos de las carreteras del Quindío” donde la entidad Ingenieros Nacionales Asociados Limitada ejercería la supervisión y el control de varias obras viales el cual fue un gran hito por el cual, primera vez, se celebraran contratos con particulares del país, además de ser el primer contrato donde se recalca la autoridad del Interventor como representante legal autorizado por parte del Gobierno Nacional y donde se evidencian las obligaciones de orden técnico y administrativo. Esta nueva forma de firmar contratos, con bastante nivel de detalle y su perfeccionamiento, se mantuvo durante los años a tal punto que se definió administrativamente un ente llamado Departamento de Interventorías en el Ministerio de Obras Públicas, el cual terminó por construir, detallar, definir y delimitar la labor de los Interventores en las obras públicas de Colombia, pero aún sin el respaldo jurídico por parte de leyes, decretos o resoluciones que validaran la actividad.

Con la firma del Estatuto General de Contratación de 1993, Ley 80 de 1993, se llenaron los vacíos legales que traía la interventoría, terminó de fijar las responsabilidades civiles y penales correspondientes a esta actividad y rectificó el tipo de contrato celebrado cuando se realizan actividades de interventoría pasando de contrato de interventoría a contrato de consultoría. Ya con la Ley 400 de 1997 donde se adoptan normas de construcción sismo resistentes, define al interventor “el profesional, ingeniero civil o arquitecto, que representa al propietario durante la construcción de la edificación, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores” y por primera vez separa al interventor del supervisor técnico donde este último es “el profesional, ingeniero civil o arquitecto, bajo cuya responsabilidad se realiza la supervisión técnica. Parte de las labores de supervisión puede ser delegada por el Supervisor en personal técnico auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y su responsabilidad. La Supervisión Técnica puede ser realizada por el mismo profesional que efectúa la interventoría. Con estas definiciones se puede diferenciar un poco las tareas que hace cada figura, pero sigue siendo ambiguo las actividades que puede o no realizar cada uno.

6. EL CONTROL DE OBRAS EN EL MUNDO.

El control de obras en el mundo es muy variado y la gran mayoría de las veces no hay una relación exacta de entes de control entre país y país. Estos pueden variar desde el nombre hasta la forma de realizar las actividades o hasta en las actividades mismas como se verá a continuación.

Países anglosajones – *Quantity Surveyor*.

En países de habla inglesa está constituido un ente llamado *Quantity Surveyor*, este tiene a su cargo nueve (9) responsabilidades las cuales son: proveer los costos estimados de un proyecto; asesoramiento legal (contratación); planificación de costos; cálculo cuantitativo de materiales en obra; preparar cuentas de estimativos; diseñar horarios de trabajo; preparar estados financieros; controlar los costos a lo largo del proyecto; evaluar y negociar las licitaciones. Vale la pena mencionar que esta labor no ha sido siempre así.

El rol del *Quantity Surveyor* nace a partir del Gran Incendio de Londres en 1666. La gran cantidad de trabajo que se necesitaba para reconstruir la ciudad y la nueva forma de pagar a los empleados que trabajasen en esto (pagos por cantidad de trabajo realizada) creó la necesidad de contar con expertos en temas de cálculo de cantidades y costos. Pero fue en 1828 donde este ente se entendía como una figura

independiente debido a que sus servicios no eran contratados bajo la figura del *General Contractor*. Y ya en 1834 se creó la *Royal Institute of Architects (RIBA)* donde se definió la figura de *Quantity Surveyor* como independiente, y durante el siglo XIX se utilizaba de manera generalizada y se empezaba a especializar y mejorar.

Las labores del *Quantity Surveyor* han evolucionado conforme la industria evoluciona, esto debido a que no en todas las épocas se ha requerido las mismas funciones o actividades. Esto se observa en los inicios de esta figura donde realizaba, además de cálculos de costos y cantidades, revisiones técnicas a las obras donde se encontrarán. Luego se le incorporaron las funciones gerenciales, donde se encargaban de actividades de manejo de personal, tales como, contratación y despido del mismo, diseño de horarios, designación de actividades, entre otros. Y finalmente se le incorporaron funciones surgidas para solventar todas las necesidades del cliente.

Francia – Économiste de la construction/Inspecteur de travaux.

En Francia y la mayoría de los países francófonos no existe una organización muy definida para este tipo de entes. Esto debido a que la normativa, de forma muy general, pide diferentes tipos de figuras según el tamaño de la construcción, para proyectos de menos de 170m² ni siquiera es necesario un arquitecto y por ende algún ente de supervisión, y para proyectos iguales o mayores a 170 m² se pide que bajo la figura de un arquitecto se presente un proyecto debidamente detallado donde se incluyan como mínimo: la construcción a realizar, los materiales que se van a emplear y el cálculo de las estructuras, además de que el arquitecto es quien define las personas a contratar y que roles necesitará la construcción. Ya en proyectos de gran tamaño o envergadura, se requiere de diferentes personas según la fase en la que se encuentre el proyecto, esto es si se encuentra en fase preliminar, de diseño o concepción se requerirán las siguientes figuras: el ingeniero de oficina técnica (*ingénieur de bureau d'études techniques*), el ingeniero de estudios de precios (*ingénieur d'études de prix*) y el ingeniero de métodos (*ingénieur méthodes*) y para la fase de construcción se requerirá el director de obras (*conducteur de travaux*), jefe de obra (*chef de chantier*), el responsable de la seguridad (*responsable sécurité*) y el inspector de obras (*inspecteur de travaux*).

Ahora, comparando con la Interventoría y Supervisión Técnica colombiana prevalecen dos entes que son *Économiste de la construction* y el *Inspecteur de travaux*, el primero es el encargado de realizar los costos, cálculo de materiales, verificación de los trabajos realizados, generar actualizaciones de obra y velar por los intereses del cliente; el segundo solamente aparece en proyectos de gran envergadura donde se limita a verificar avance de obra, calidad y ejecución.

En algunos casos, para el tema de Supervisión Técnica, se contratan para los proyectos a un técnico de obras públicas o adjunto técnico o muchas veces este tema recae sobre el ingeniero a cargo de la actividad a realizar.

Italia – Direttore dei lavori/Collaudatore.

En Italia hacer una distinción para los temas de supervisión es difícil porque la mayoría de las veces estas responsabilidades recaen en el arquitecto o ingeniero a cargo del proyecto. Aunque hay un par de figuras adicionales que no siempre se ven, pero que pueden ser el paralelo al Interventor y Supervisor Técnico colombiano.

En los proyectos italianos el cliente puede designar un director de obra (*Direttore dei lavori*) para que supervise la obra y controle que se haga acorde a lo estipulado y bajo los deseos del cliente. Pero cuando no se utilice esta figura, los encargados de realizar estas actividades serán, como ya se dijo, los arquitectos y/o ingenieros del proyecto. Existe también dos figuras llamadas *geómetra* y *perito industrial*, que dependiendo del tamaño del proyecto harán unas u otras actividades, donde en proyectos pequeños pueden tomar el papel de ingeniero y realizar la obra al mismo tiempo que la van supervisando y en proyectos grandes le ayudan en la parte técnica al responsable del proyecto a realizar el pliego de condiciones económicas, calidad y precio (*capitalato d'appalto*).

Chile - Inspector Técnico de Obra.

El *Inspector Técnico de Obra* nace con el Manual de Inspección Técnica de Obras del 2007 firmado bajo el mandato de la presidenta Michelle Bachelet, con cumplimiento a nivel nacional y donde se establece la o las personas nombradas para el cargo que tienen el derecho y la obligación de fiscalizar el cumplimiento de un contrato de construcción utilizando la fiscalización, la cual es el conjunto de actividades y procedimientos de verificación y control realizadas.

Las actividades del inspector abarcan dos grandes grupos: el primero, en temas administrativos donde se velan por aspectos financieros, plazos, y que el proyecto esté bajo las normas legales; y, un segundo grupo técnico, donde se verifica que la construcción se haga acorde a lo estipulado en los planos y bajo las normas y requerimientos que se establezca por ley.

7. IMPORTANCIA DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE EN LA ACTUALIDAD.

Como se dio a ver en los antecedentes, debido a las catástrofes presentadas en Colombia, la Supervisión Técnica Independiente tomó un valor fundamental para las posteriores construcciones, esto para brindarle la seguridad necesaria a los compradores, así como evitar futuras catástrofes. Además, dada la obligatoriedad de obtener el Certificado Técnico de Ocupación que únicamente se avala si el Supervisor Técnico da la firma y aprueba bajo juramento que la edificación se ejecutó a conformidad de los planos, diseños y especificaciones técnicas, estructurales y geotécnicas exigidas por la normatividad vigente (NSR10).

Cabe recordar que para construcciones menores a 2.000 m² y que no se utilice la figura de Supervisor Técnico Independiente, se debe certificar mediante la Autorización de Ocupación de Inmuebles (AOI) que la construcción fue construida bajo las normas vigentes y con los estándares mínimos de calidad, en este caso, bajo de luz del Reglamento. Y, con la inclusión del seguro decenal que empezó a regir desde el primero de enero del 2022, el cual protege a los compradores de viviendas de eventos de ruina o amenaza de ruina en los siguientes diez (10) años de expedida la póliza, esto únicamente si la edificación tiene el Certificado Técnico de Ocupación y si se expide en los siguientes diez (10) días hábiles luego de expedido el mismo.

8. EL “SISTEMA INDUSTRIALIZADO” EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

La necesidad de agilizar y perfeccionar procesos ha hecho que en la industria de la construcción se empiecen a desarrollar métodos basados en los procesos ya industrializados de otras industrias como lo es la construcción de vehículos. Y es que gracias a la compilación de todos estos métodos se ha logrado industrializar la construcción a tal punto que existe un sistema constructivo con ese nombre, sistema constructivo industrializado. Incluso, muchas de las prácticas en las actividades de la construcción, han sido heredadas de soluciones de industria tales como la estructura de los costos en los presupuestos, el empleo de equipos y la prefabricación.

Lastimosamente se ha creado la idea, porque el grueso de la industria lo ve, así como las personas externas del proyecto, que el sistema industrializado es la construcción de edificios de muros portantes con formaletas metálicas y esto está muy alejado de

la realidad. El pilar fundamental de la construcción industrializada empieza desde la planeación de todo el proyecto logrando así cumplir con los objetivos de este sistema que son generar altos rendimientos en obra y optimizar al máximo los recursos a utilizar, todo esto sin afectar la generación de empleo.

Estos objetivos se cumplen gracias a la planificación exacta que se implementa desde el momento cero del proyecto, esto quiere decir, que el proyecto debe nacer con la idea de ser desarrollado industrialmente. Así todos los procesos que se requieran para ejecutar a satisfacción el proyecto se planificarán en la etapa de planeación, valga la redundancia, esto con el fin de generar cronogramas precisos y listar la cantidad de materiales exactas evitando así generar desperdicios innecesarios.

Otra forma de generar rendimiento es especializar la mano de obra no especializada, pero esta enseñanza es especial porque no se requiere que la persona se especialice en todo el proceso sino en una parte fundamental. Para entenderlo de forma análoga existe un ejemplo sencillo con una línea de producción de algún automóvil, en estas líneas existen empleados para cada proceso de ensamblaje del automóvil y muchos de estos es mano de obra sin especializar, pero enfocada en un proceso único que lo ayuda a mejorar.



Figura 1. Curva de aprendizaje para un empleado no especializado.

La Figura 1, desarrollada por el Ingeniero Francisco Ochoa muestra el costo por metro cuadrado de construcción del sistema industrializado contra los días que un empleado no especializado se encuentra realizando dicha actividad, como se observa entre más días, y por consiguiente más repetición de la actividad, se

disminuye significativamente el costo. Esto debido a que el empleado va tomando experticia en esa actividad y va disminuyendo el tiempo de realizarla.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que no se debe industrializar únicamente los procesos constructivos sino también todos los procesos post constructivos, esto refiriéndonos a los procesos de venta, servicios, trámites respecto a créditos y subsidios, porque muchas veces se vuelven tediosos y pueden a llegar a retrasar el proceso de una obra debido a que no se inyectan los recursos financieros suficientes a la etapa constructiva. Esto, entendido como un enfoque integral en la industrialización.

Existen dos tipos de sistemas constructivos para sistemas industrializados: el primero, el sistema tipo túnel, es aquel donde se utilizan formaletas metálicas reutilizables de gran tamaño en muros y losas logrando que todos los elementos adicionales, tales como niveles, ajustes, precisión, etc., estén sujetos al sistema mejorando la eficiencia de la mano de obra y reduciendo actividades de encofrado y desencofrado de los elementos, la desventaja de este radica en la necesidad de requerir uso de equipo adicionales como torre grúas o telescópicas para el movimiento de las formaletas y su poca libertad de modificación dejando este sistema a proyectos donde se requiera que la unidad básica estructural sea repetida un número importante de veces.

El sistema independiente, o manoportable, donde se funden por separado los elementos principales de la estructura, muros y losas, mediante formaletas metálicas pequeñas y de poco peso para que cualquier operario este en la capacidad de transportarlas y colocarlas sin necesidad de equipos adicionales, pero aumentando el uso de personal y los tiempos de encofrado y desencofrado. Otra ventaja de este sistema es la posibilidad de fundir losas postensadas logrando mayor libertad arquitectónica en la distribución de las unidades familiares.

Cabe recalcar que existen varias similitudes en estos sistemas como son la colocación del acero, los embebidos primarios y secundarios, el vaciado y vibrado del concreto, así como su curado, la forma de encofrar y desencofrar y sus desmoldantes.

9. LA TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL SIGLO XXI.

La industria de la construcción se ha caracterizado por utilizar pocas herramientas tecnológicas, pero esto ha venido cambiando desde principios del Siglo XXI, conforme el resto de las industrias han ido evolucionando con la necesidad de aumentar rendimientos en los proyectos realizados, así como reducir costos, lo que ha llevado a la industria a incorporar cada vez más herramientas tecnológicas a distintos puntos y fases de los proyectos con el fin de cumplir los objetivos antes mencionados, esto llevó a que en la industria se presenten unas tendencias principales que la desarrollan de manera progresista. Estas tendencias y tecnologías que ya se están implementando, se presentan a continuación:

BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

Nace a mediados de los años 70 gracias al profesor Charles (Chuck) Eastman profesor y pionero denominado el “*padre de BIM*” bajo dos productos llamados *Building Description System (BDS)* y *Building Product Modeling* y que, posteriormente, se unificarían y pasarían a llamarse *Building Information Modeling (BIM)*. Es la primera tecnología en ser adoptada, luego de programas de diseño, dada su gran utilidad logrando sistematizar varios de los procesos y de las actividades que realizan los profesionales en las fases de planificación, proyecto, construcción y explotación o utilización y que, gracias a esto, ha ayudado a infinidad de proyectos a reducir costos, mejorar la utilización del tiempo y de recursos e integrado a todos los entes importantes del proyecto.

La utilización de estos sistemas BIM trae consigo el uso de diversos programas, principalmente de la empresa AutoDesk, que ayudan a conectar todos los frentes de trabajo logrando así mejores eficiencias y menor consolidación de errores en la etapa constructivas. Entre estos programas están los usuales de dibujo tanto en 2D como en 3D como lo es AutoCAD, pasando por programas más especializados para diferentes áreas de la ingeniería civil como lo es Revit especializado en el diseño de edificios con la ventaja que es capaz de calcular cantidades de obra, realizar pequeñas simulaciones de cargas y modelar las etapas de la construcción, o Civil 3D enfocado en trabajos de topografía, modelamiento de terreno, diseño de drenajes así como de tuberías y el diseño y modelado de vías.

Luego de estos programas se utiliza Navisworks el cual llega como ayuda para consolidar el proyecto dada sus ventajas a la hora de visualizar modelos 3D y ayuda en la revisión de los elementos utilizando un conjunto de herramientas que incluye comentarios, redlining, punto de vista, y mediciones, además de la posibilidad de ampliar estas herramientas gracias a la gran cantidad de complementos oficiales y

de terceros creados añadiendo detección de interferencias, simulación de tiempo 4D y renderizado foto realístico.

Un ejemplo en Colombia se representa el empleo de esta tecnología es Bimbau, un marketplace colombiano especializado en el sector de la construcción, que cuenta con la capacidad de conectar los proveedores desde la etapa de planeación, y no en la construcción como usualmente se viene desarrollando, logrando así planificar las compras y las entregas de material desde esta etapa reduciendo tiempos en obra y agilizado muchos de los procesos desarrollados en esta. El sistema que maneja Bimbau es mediante una librería *BIM* con gran variedad de modelos de proveedores colombianos que ayudan en el proceso de diseño lograr simulaciones con materiales disponibles y exactitud en sus medidas (Staff Forbes, 2021).

Por otro lado, es necesario identificar que en la tecnología *BIM* se entremezclan varios aplicativos con el fin de optimizar los proyectos que se trabajan en esta metodología. Una de estas alianzas es la Revit-Presto. El primero, ya mencionado, software de dibujo y modelado; mientras Presto, ha sido diseñado como un programa de control de costos asociado al primero. En este caso, más que una asociación, es una dependencia del segundo con el primero, formando realmente una integración. Presto, interpretado de esta manera, se convierte en un sistema estructurado de información personalizable que integra a *BIM* cuadros de precios, catálogos e información referente a presupuestos orientado a la reutilización y cambio de información. Esta compilación de información también puede ser traducida a lenguaje Excel para entrega de información física.

También, a través del software Presto, se pueden genera EDT, o Estructuras de Desglose del Trabajo presentando capítulos y subcapítulos en cuanto a costos se refiere, por supuesto, capítulos y subcapítulos, así como también las unidades de obra.

El control de presupuesto se puede hacer en cualquier etapa del proyecto, tanto en la planificación (generación del denominado presupuesto 4D: por unidades de obra, por espacios, por certificaciones, por actividades como en su ejecución (control) y, además, se podrá hacer planificación financiera y temporal. Obsérvese en la Ilustración 1 la simultaneidad de manejo de modelo con la integración de costos.

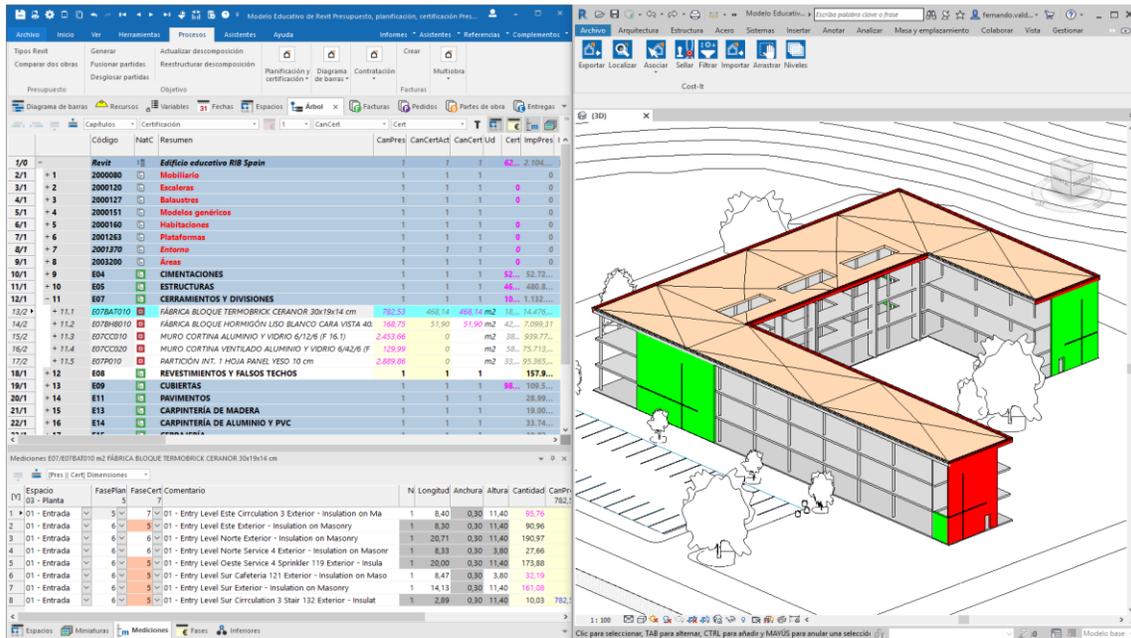


Ilustración 1. Integración Revit-Presto. Fuente: BIMCommunity.

Como se puede analizar en esta integración, la clásica forma de manejar proyectos desde su etapa de concepción, esto es, anteproyecto, proyecto y hasta la construcción con respecto al presupuesto y su control, es revaluado para fundido íntegramente y llevar a la simultaneidad de tareas en las que el modelo y su costeo se modifican al ser intervenidos con base en los datos base.

La innovación en temas BIM ha llegado a gran parte del mundo y está abarcando grandes espacios de trabajo haciendo que muchos de los procesos que se manejan dentro de un grupo de trabajo BIM se requieran estandarizar, por esto la organización internacional de estandarización (ISO en inglés) creó el estándar ISO 19650 en donde se hacen recomendaciones para los procesos de gestión de la información en obras de ingeniería civil que utilicen BIM.

Esta estandarización se divide en dos partes (ISO 19650-1 e ISO 19650-2) donde la primera trata los conceptos básicos y los principios en los que se basaron para desarrollar en el documento y el segundo plasma un flujograma de trabajo de ocho (8) pasos que van desde la evaluación de necesidades del proyecto hasta la entrega del modelo de información.

El uso de esta metodología, y más concretamente de grupos de trabajo integrado crea diferentes modelos de trabajo objetivo de optimizar tiempos, reducir costos y

evitar errores durante la ejecución de la obra, algunos de ellos son: Last Planner®, Virtual Design & Construction (VDC) y Integrated Project Delivery (IPD).

Last Planner, o último planificador en español, se caracteriza por tener personas responsables de hacer las asignaciones finales de trabajo a los entes específicos y asegurar la entrega de los materiales, equipos e información necesaria. Este modelo cuenta con cinco etapas todas orientadas a la planificación temprana de actividades y recursos con el fin de optimizar todos los procesos. Estas etapas se engloban en dos grupos, el primero que es la planeación desarrollada por los directores y/o gerentes de proyectos donde se enfocan en los hitos principales así como el cronograma de finalización de estas actividades hitos para llevar control sobre el proyecto; y un segundo grupo donde sus planificadores son aquellos entes, últimos planificadores, que se responsabilizan por las asignaciones finales y por ende son los encargados de gestionar las tareas que cada actividad requiera tanto en uso de tiempo y/o recursos, además de planificar cronogramas de estas tareas.

Por otra parte, VDC, es un conjunto de herramientas que ayudan a los proyectos a visualizar y gestionar planos constructivos desde el inicio hasta el final sin necesidad de empezar la construcción, esto gracias a la unificación de los diseños, cronogramas, procesos, presupuestos y diferentes ayudas visuales que con la inclusión del constructor ayudará a crear mapas de ruta de su ejecución. Esto se realiza con el fin de minimizar el error humano que se pueda llegar a cometer, así como la reducción de costos gracias a la mejora de procesos y su respectiva optimización y un control de desperdicios de cada actividad.

Por último, IPD busca la eficiencia gracias a la incorporación de todos los entes que participan en un proyecto, generando así una comunicación efectiva y una participación de estos desde el inicio hasta el final del proyecto. Este modelo parte de una matriz de trazabilidad donde se detallan todos los procesos y las actividades que se requieran, así como el costo de realizar estas, luego gracias a la intervención de contratistas y subcontratistas se planifican las tareas que se requieran para cada actividad, así como su el responsable de cada una con el fin de cumplir el plazo objetivo.

En Colombia, las grandes constructoras han ido mejorando y perfeccionando estos sistemas dentro de cada uno de sus proyectos logrando llegar a controlar aspectos como el desperdicio generado, llevar registro de las actividades realizadas, así como el control de quien las ha realizado, entre varias cosas más. Un ejemplo de esto fue la construcción del Buró Milla de Oro por parte de la Constructora Concreto, que tuvo una inversión de 35.000 millones de pesos, ahorrándose aproximadamente 600 millones gracias a la utilización del sistema BIM. (Suarez, 2019).

Además, las políticas del gobierno apuntan a establecer un mandato a nivel nacional del uso de herramientas BIM en los proyectos de orden nacional o cofinanciados por el gobierno. Este se hará mediante varios pasos que empezaron en el año 2020, y durante el año 2021, con la definición de una estrategia organizativa logrando así un mapa de ruta que ayude a establecer los criterios para la implementación de la metodología BIM. Los años posteriores al 2021 se irá implementando la metodología en un porcentaje incremental, con el objetivo de llegar a la meta esperada.

La implementación de esta metodología impulsará y beneficiará diferentes aspectos, el primero siendo el económico donde se observarán gracias a la eficiencia en los procesos de todas las fases de un proyecto, estos ahorros llegan a ser de hasta un 20% en algunos países donde ya se implementó la metodología; en términos ambientales la metodología ayuda a entender y gestionar mejor los impactos ambientales logrando así reducir huellas de carbono o lograr gestionar y monitorear la contaminación acústicas o las eficiencias energéticas; por último el aspecto social se beneficia involucrando y comunicando todos los entes competentes que se requieran en un proyecto, así como generar visualizaciones para reducir riesgos en temas de salud y seguridad de los empleados durante la construcción.

IOT (INTERNET OF THINGS)

El Internet de las Cosas ha tomado fuerza en los últimos años gracias a la automatización de las tareas del hogar y al creciente desarrollo de productos tecnológicos. En las construcciones además de cumplir con el propósito de automatizar tareas, logra ejercer un control específico en aspectos como ubicación de herramientas, materiales o maquinaria; ubicación del personal en obra, monitorización de actividades. Además de generar un valor adicional a la construcción debido a la incorporación de sistemas domóticos que mejoren el confort que el comprador recibirá.

En nuestro país, esto lo hizo posible la Constructora Amarilo en su edificio corporativo, el cual cuenta con una operación centralizada donde integra el funcionamiento de sistemas y equipos logrando mayor eficiencia en estos y evitando su manipulación manual; controla de manera autónoma mediante aplicativos los sistemas de iluminación y de generación fotovoltaica, esto debido a los 78 paneles de generación; controla la temperatura en el edificio mediante el sistema automatizado de las rejillas que componen la fachada; mejora los sistemas basados en redes gracias a la utilización de fibra GPON. (Amarilo, 2020)

REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA

La inclusión de esta tecnología se hace con el único fin de darle al comprador un adelanto visual que le ayude a definir la decisión de compra viendo el producto terminado, esto mediante realidad aumentada por medio de los celulares o pantallas especiales o con la realidad virtual con las gafas especialmente fabricadas para ello. Las constructoras como Amarilo, Marval, Concreto, entre otras, utilizan esta tecnología para este fin. (Lorduy, 2019).

La constructora Amarilo hizo una inversión de tres millones de dólares en los últimos tres años con el fin de mejorar esta incursión en ayudas tecnológicas que mejoren la forma en que sus clientes perciben la experiencia de comprar vivienda logrando la mayor cercanía en cada fase de compra al cliente. (Semana, 2022)

Por otra parte, la empresa australiana Fologram, ha desarrollado un programa que mediante la utilización de HoloLens ayudan a los obreros a mejorar su productividad en actividades complicadas y que requieren mucha precisión, esto gracias a que con los lentes pueden ver guías de como los elementos deben ser colocados sin necesidad de revisar medidas o tener que cambiar de actividad. (Franco, 2018).

DRONES

El uso de drones es conocido en el mundo de la fotografía gracias a los potentes lentes que estos aparatos llevan y a la versatilidad que cuentan al poder volar por distintos lugares. Esto ha hecho que la industria de la construcción los haya ido incorporando a diferentes tareas que van desde tomas fotográficas y filmográficas para usos posteriores en temas de marketing como en controlar los avances de obra en proyectos de gran envergadura. (DJI, Redaccion, s.f.)

Otro uso bastante común de esta tecnología es en los temas de topografía para un proyecto, dada la facilidad de estos instrumentos a recorrer grandes distancias y llevar un control del terreno mediante la luz emitida por escáneres laser y así logrando realizar radiografías de los terrenos, tal como lo cuenta la empresa colombiana Volartech, donde estima una reducción del 50% en términos de dinero y un 80% en temas de tiempo. (Serrano, 2021).

IMPRESIÓN 3D

Esta tecnología quiere llevar a la industria un método versátil que ayude a reducir los desperdicios (entre un 30% a 60%), disminuir la mano de obra entre (50% a 80%) y los tiempos de ejecución entre (50% y 70%) de cualquier obra que se realice (Ramírez, 2021). Además de ser un tema interesante en términos económicos y de sostenibilidad, así como de mejoramiento continuo gracias a la creciente investigación que se ha generado en los últimos años.

Una empresa líder en este tipo de construcciones es Winsun de Shanghai, China. Esta ha venido mejorando y perfeccionando los procesos de impresión 3D en construcciones desde 2017 y ha llegado a desarrollar variadas construcciones en ese país que van desde simples casas modulares, muros de contención y edificios. (Winsun3D, s.f.).

10. ELEMENTOS A CONTROLAR EN EL SISTEMA INDUSTRIALIZADO.

Los elementos que a controlar y a los que va dirigida esta primer versión de la aplicación será los muros de carga y las losas fundidas en concreto, los cuales son elementos comunes para cualquier construcción del sistema industrializado y además el tipo de fundación que se controlará será zapatas superficiales aisladas. A estos se les hará un paso a paso donde se indique su proceso constructivo, además de mostrar las restricciones, verificaciones y recomendaciones que la norma NSR vigente especifique. A continuación, se muestra con más detalle cada proceso que la aplicación controlará, además en el ítem 15 se observan diferentes imágenes de la aplicación para cada capítulo aquí expuesto.

PRELIMINARES

En este apartado se analiza la preparación del terreno, el cual abarca el descapote, la nivelación y preparación del terreno, alzado de ejes en campo y la colocación y/o construcción de los elementos sanitarios que se requieran. La y la son ejemplos de los temas abarcados en la aplicación.

CIMENTACIÓN SUPERFICIAL (ZAPATAS AISLADAS)

Aquí se evidencia el proceso constructivo de las zapatas aisladas que se utilizarán en la construcción, este proceso comprende la excavación, aplicación del concreto pobre y colocación de formaleta, armado y colocación del acero de refuerzo, vigas de amarre entre zapatas y su respectivo arranque para muro de carga y finalmente el correcto vertimiento de concreto.

En este ítem, también compila los requerimientos mínimos y máximos, así como sus tolerancias que contempla la norma NSR vigente en los temas de distanciamiento de acero, medidas de ganchos, recubrimientos en los laterales y el uso de distanciadores para recubrimiento con el suelo, vertimiento de concreto, arranques de muro y posibles embebidos en las vigas de amarre. Además, da recomendaciones frente a la excavación, uso de la formaleta y la limpieza de todo elemento a utilizar para posible desfase frente a los ejes del proyecto o problemas futuros por corrosión no deseada.

MUROS DE CARGA

Bajo este conjunto se señala el paso a paso de la construcción de un muro de carga para el sistema industrializado, un proceso de pocos pasos que abarca la colocación de acero y de embebidos requeridos, colocación de formaleta y finalmente el vertimiento de concreto.

Aunque es un proceso de pocos pasos las verificaciones que estos requieren abarcan factores importantes que pueden llegar a afectar el desempeño del muro, estos se evidencian en la verticalidad del acero, el espaciamiento para cumplir los recubrimientos, traslapos de acero con la correcta distancia, correcta ubicación de los embebidos y verificación por posible uso de malla cubriéndolos para evitar fisuras, verticalidad y soporte de las formaletas a utilizar.

LOSAS

Un proceso similar al proceso constructivo de un muro se detalla en este ítem, este comprende desde la colocación de la formaleta, colocación del acero y de los respectivos embebidos, el vertimiento final del concreto y la remoción de las formaletas.

Este proceso tiene unas particularidades que se especifican en la aplicación como lo son la correcta colocación y soporte de la formaleta, el uso de distanciadores en el acero de refuerzo, la ubicación de los embebidos para evitar solapamientos con los traslapos, además de hacer varias recomendaciones al momento de quitar la formaleta y realizar el debido reapuntalamiento.

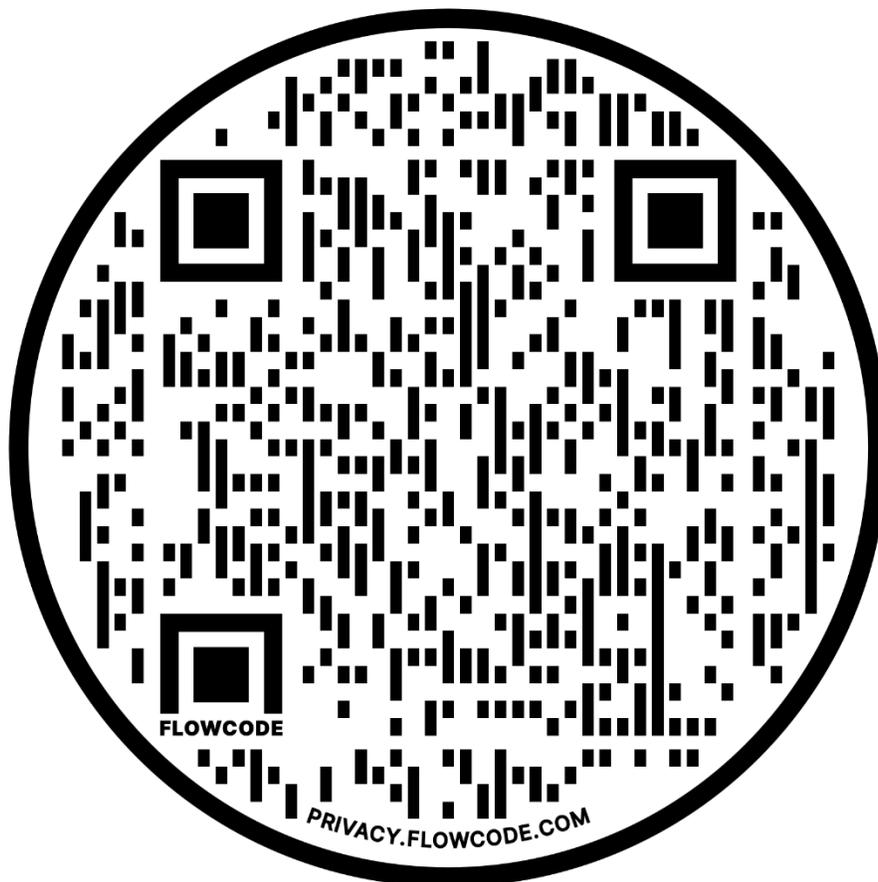
11. FUNCIONES AUXILIARES DEL APLICATIVO A MEDIANO PLAZO.

A futuro se espera transformar las notas que se presentan debajo de las imágenes en la aplicación por listas de chequeo que agilicen el trabajo del supervisor, además que posteriormente a la lista de chequeo se pueda crear, mediante formatos guardados en la aplicación, un documento que sirva como soporte para futuras consultas y como entregable para las directivas.

Otro aspecto que la aplicación quiere abordar es incorporar una lista con los diferentes laboratorios enfocados a la ingeniería civil que existen en la ciudad de Bogotá con el fin de brindar al profesional una forma de contactar fácil de contactar estas entidades y así acceder a sus servicios.

Por último, se planea integrar una base de datos con diferentes profesionales destacados que brinden clases, asesorías y/o ayudas a los profesionales o empresas que lo requieran.

12. QR DE LA APLICACIÓN.



13. CONCLUSIONES.

La incorporación de las nuevas tecnologías en el sector de la construcción ha hecho que muchos de los procesos hayan evolucionado mejorando así su eficiencia y eficacia a la hora de realizar las respectivas actividades, esto se demuestra con el uso de las tecnologías BIM en los nuevos proyectos y la apuesta que realiza el gobierno nacional para el futuro, por lo tanto incursionar con nuevas aplicaciones o sistemas que ayuden a esos ítems dentro de la construcción que no son fuertes ayudará a futuro a que tomen más relevancia y peso dentro de la industria.

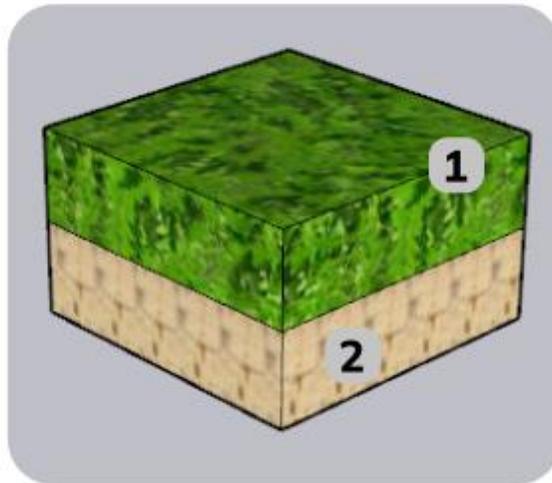
Por otro lado, el sistema industrializado denota una creciente demanda en las construcciones de vivienda siendo este un tema importante y hacia donde se puede apuntar para seguir incursionando con las innovaciones tecnológicas e implementaciones que ayuden a los profesionales que desempeñen labores logrando así que este sistema se pueda ir refinando con los años y llegue a ser un hito en la construcción colombiana.

Para finalizar, la supervisión técnica, uno de esos temas que poca relevancia tiene en Colombia, ha venido tomando fuerza gracias a las nuevas leyes impuestas por el gobierno nacional y que a futuro promete ser un tema de vital importancia para cualquier proyecto constructivo, siendo este liderado por profesionales con variedad de conocimientos y los cuales estén avalados por pruebas gubernamentales abriendo así puertas para incursionar en los temas de aprendizaje sobre supervisión técnica.

14. ALGUNAS IMÁGENES DE LA APLICACIÓN.

PRELIMINARES

DESCAPOTE

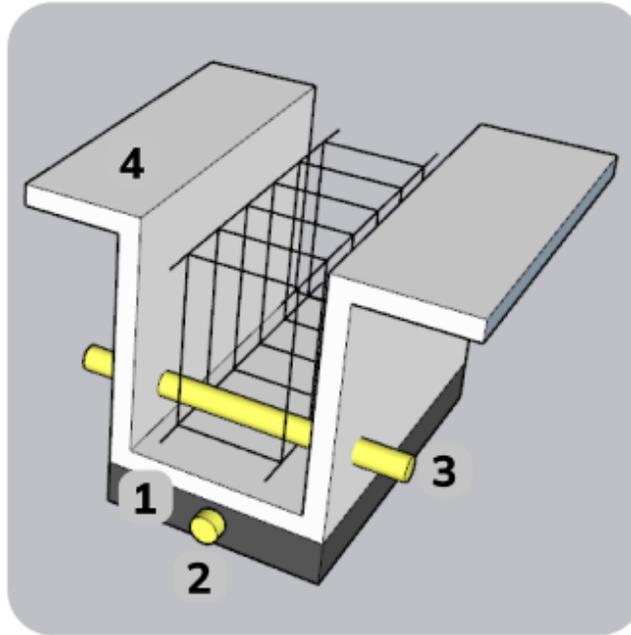


Para el descapote será necesario retirar la capa superficial o vegetal (1) entre 0.1m a 0.3m lo cual dependerá de las impurezas así como de la necesidad del proyecto.

Capa del subsuelo (2) la cual soportará la estructura, la profundidad de excavación dependerá de las instrucciones que conlleve el proyecto.

Ilustración 2. Capítulo de descapote en sección de Preliminares.

CON VIGA PERIMETRAL Y PLACA



La apertura de la zanja (ancho y profundidad) serán variables en todo el proyecto de acuerdo a los cálculos estructurales y geotécnicos.

Fundición de solado en mortero o concreto pobre (1).

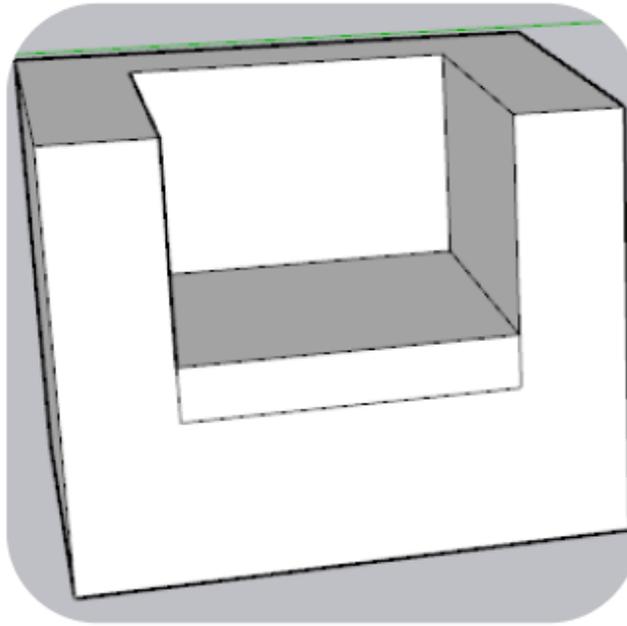
Previamente se hará la revisión de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas previamente construidas, revisadas y aprobadas (2), se harán pases previniendo futuras instalaciones (3).

Se sugiere impermeabilización para evitar la humedad ascendente por capilaridad (4).

Ilustración 3. Capítulo de viga perimetral en sección de Preliminares.

CIMENTACIONES

C. POBRE Y FORMAleta



Los laterales de la excavación deben estar perfilados y completamente verticales cuando se utilicen como formaleta vertical.

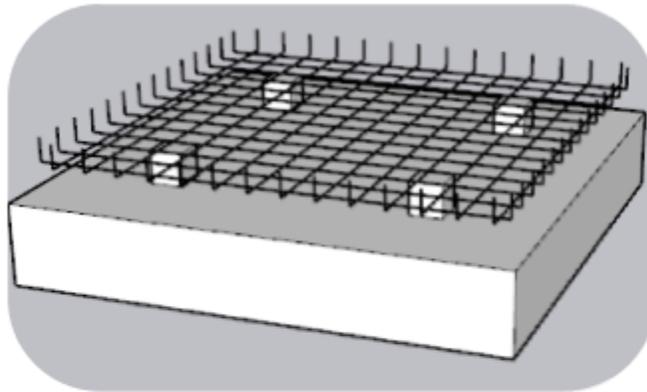
Si se utiliza formaleta vertical se debe verificar la verticalidad de esta y su correcto armado.

Se colocará un concreto pobre de mínimo 5cm y máximo 10cm.

Este solado ayudará en procesos de limpieza y separará la zapata del suelo.

Ilustración 4. Capítulo de concreto pobre y formaleta en sección de Cimentaciones.

CANASTA



Según los planos, se deberá cumplir con lo especificado en ellos. Con lo siguiente:

El distanciamiento deberá ser mínimo del diámetro de la barra utilizada, 25mm o de 1/3 del agregado.

Si existe un gancho en los extremos, este deberá cumplir con 12 veces el diámetro de la barra utilizada.

El recubrimiento de estas barras puede tener una tolerancia de 10mm.

Ilustración 5. Capítulo de refuerzo en acero en sección de Cimentaciones.

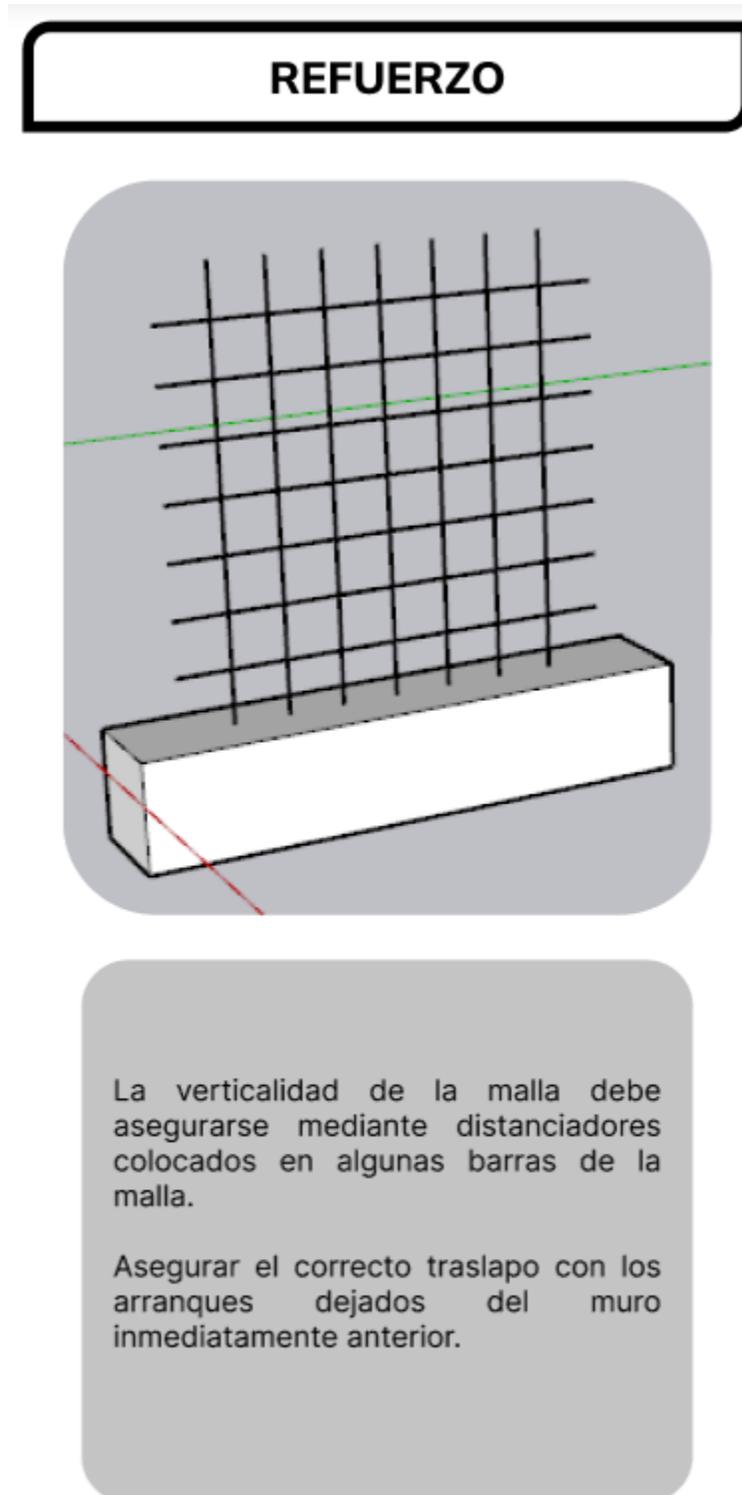
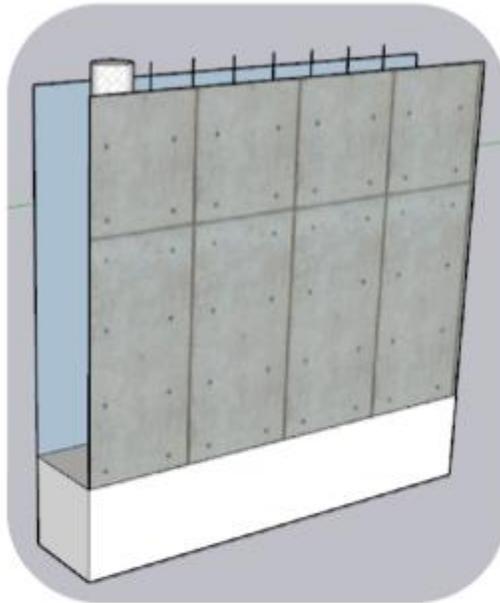
MUROS DE CARGA

Ilustración 6. Capítulo de refuerzo en acero en sección de Muros.

FORMALETA Y VERTIMIENTO



Se deberá de garantizar los niveles tanto vertical y horizontal de la formaleta manoportante.

El recubrimiento de los embebidos lo debe de ser menor de 40 mm en superficies expuesta a la interperie, ni de 20 mm en superficies internas.

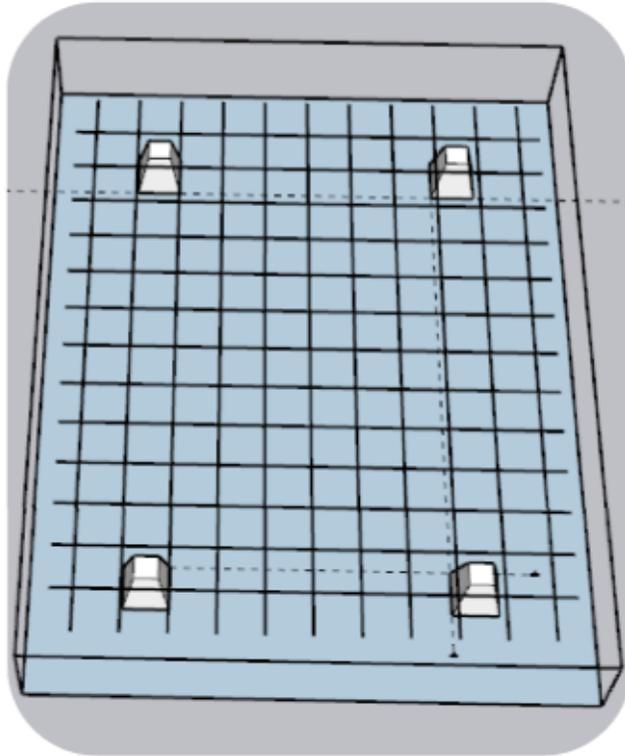
El acero deberá ser recubierto mínimo 50 mm si esta a la interperie, y de 30 mm en interiores.

El acero deberá de estar libre de barro, aceites u otros recubrimientos que dificulten o reduzcan la adherencia.

Ilustración 7. Capítulo de formaleta y vertimiento en sección de Muros.

LOSAS

CANASTA



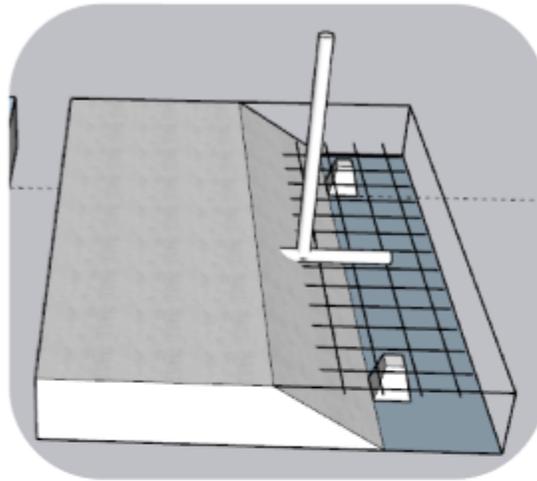
Según los planos, se deberá cumplir con lo especificado en ellos. Con lo siguiente:

El distanciamiento no deberá ser mayor a 3 veces el espesor de la losa.

El recubrimiento de estas barras puede tener una tolerancia de 10mm.

Ilustración 8.. Capítulo de refuerzo en acero en sección de Losas.

VERTIMIENTO Y DESPUNTALAMIENTO



Se debe de garantizar el nivel dado por las formaletas colocadas esto mediante una boquilla con la que se va extendiendo el concreto.

En caso de haber una junta con concreto de diferentes edades deberá de mojarse y estar libre de lechada esto para antes de las 36 horas de diferencia, de lo contrario se deberá de utilizar un epóxico

El acero deberá de estar libre de barro, aceites u otros recubrimientos que dificulten o reduzcan la adherencia.

Ilustración 9. Capítulo de vertimiento y despuntalamiento en sección de Losas.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, I. (26 de Mayo de 2021). *Foro Emprendimiento*. Recuperado el 11 de Marzo de 2022, de Huawei: <https://forum.huawei.com/enterprise/es/iot-aplicado-al-sector-de-la-construccion/thread/742445-100761>
- Amarilo. (18 de Septiembre de 2020). Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de Semana: <https://www.semana.com/hablan-las-marcas/articulo/construccion-40/202043/>
- DJI, Redaccion. (s.f.). *Noticias del sector*. Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de ACIS: <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/el-uso-de-drones-reduce-en-un-75-algunos-costos-de-las-obras-de-construccion>
- Franco, J. (28 de Diciembre de 2018). Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de Archdaily: <https://www.archdaily.co/co/908593/asi-se-construye-un-muro-complejo-de-ladrillos-utilizando-realidad-virtual>
- Gobierno Nacional de Colombia. (Noviembre de 2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*. Colombia. Recuperado el 17 de Mayo de 2022, de <https://bim.presidencia.gov.co/static/files/BIM-Colombia.pdf>
- Lorduy, J. (19 de Julio de 2019). *Sección Infraestructura*. Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de La República: <https://www.larepublica.co/infraestructura/la-realidad-virtual-el-nuevo-gancho-de-las-constructoras-para-vender-apartamentos-2886427>
- Ramirez, J. (15 de Abril de 2021). *Blog Bimbau*. Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de Bimbau: <https://blog.bimbau.co/bim-y-cmo-funciona-en-la-construccion>
- Ramírez, S. (26 de Enero de 2021). Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de 3DNatives: <https://www.3dnatives.com/es/futuro-impresion-3d-sector-construccion-260120212/#!>
- Semana, R. (2022). *Semana*. Recuperado el 06 de 05 de 2022, de https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/asi-se-viene-transformando-el-sector-de-la-construccion-de-la-mano-de-la-tecnologia/202240/?utm_medium=Social&utm_campaign=echobox&utm_source=Facebook&fbclid=IwAR2ltb3MD6omzggqFzsUcZvTbWTkM4MrYM7HdCUrK-aLqf50z
- Serrano, C. (25 de Junio de 2021). *Sección Tecnología*. Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de LaFM: <https://www.lafm.com.co/tecnologia/por-que-los-drones-acelerarian-el-tiempo-en-las-construcciones>
- Staff Forbes. (11 de Mayo de 2021). *Forbes*. Recuperado el 07 de Mayo de 2022, de <https://forbes.co/2021/05/11/emprendedores/como-bimbau-esta-formando-el-mayor-marketplace-de-construccion-en-colombia/>
- Suarez, V. (8 de Mayo de 2019). *Sección Negocios y Economía*. Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de El Colombiano:

<https://www.elcolombiano.com/negocios/economia/el-poder-de-la-tecnologia-en-el-sector-construccion-MC10659665>
Winsun3D. (s.f.). Recuperado el 12 de Marzo de 2022, de Winsun3D:
<http://www.winsun3d.com/En/>