

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

CARRERA DE RELACIONES INTERNACIONALES

**LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE TECNOLOGÍAS
AVANZADAS PARA LA INDUSTRIA CONSTRUCTIVA,
EL CASO CHILENO Y SU APLICACIÓN
PARA LA REPÚBLICA DE COSTA RICA (PERIODO 2016-2018).
BACHILLERATO EN RELACIONES INTERNACIONALES.**

SUSTENTANTE:

FARAH PAOLA SANDOVAL CALVO

TUTORA DE LA INVESTIGACIÓN:

LICDA. IBEL DÍAZ

SEDE ARANJUEZ, SAN JOSÉ, AGOSTO, 2020

Resumen ejecutivo

El mercado de la construcción se ha caracterizado por el escepticismo en el tiempo y los costos de las obras, donde tanto contratistas como profesionales en ingeniería y arquitectura no logran consensuar estas variables. No obstante, esta realidad no solo afecta a la República de Costa Rica, es una problemática internacional que, en otros países se ha solventado por medio de la tecnología en el campo de la construcción, la metodología BIM.

La presente investigación que tiene por título “La cooperación internacional de tecnologías avanzadas para la industria constructiva, el caso chileno y su aplicación para la República de Costa Rica (periodo 2016-2018)” tiene como finalidad profundizar en el tema de la tecnología en el sector de la construcción y su implementación por medio de una colaboración bilateral, enfocada en la metodología BIM. Por lo tanto, este trabajo analizó el contexto del ámbito constructivo en primer lugar a nivel internacional y posteriormente en la región latinoamericana, para comprender la realidad y la situación en la República de Chile, así como en la República de Costa Rica.

De igual forma, estas naciones se estudiaron en conjunto con la relación bilateral existente entre ellas, para comprender los posibles escenarios beneficios o comprometedores que se podrían presentar si se desarrollara otro tipo de colaboración. En materia tecnológica, se identificó la metodología implementada y ejecutada por la República de Chile y el proceso experimentado por los actores relevantes.

De la misma manera, se pretendió abarcar algunas oportunidades de mejora en el sector que ayuden a enfrentar las problemáticas en la coyuntura actual, y a su vez, progresar en el sector edilicio, ya que la sociedad se encuentra expuesta a la innovación tecnológica en todos los ámbitos como producto de la nueva era digital, que transforma lo conocido actualmente. Asimismo, se analizó el impacto nacional que el desarrollo de convenios o alianzas pueda tener, tanto para el sector como para las relaciones internacionales.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Objetivos de la investigación.....	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificación.....	14
1.4 Antecedentes.....	17
1.5 Proyecciones.....	24
1.5.1 Alcances.....	24
1.5.2 Limitaciones.....	25
CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA.....	27
2.1 La industria 4.0 y la plataforma colaborativa BIM.....	27
2.2 Cooperación internacional: Concepto y estructura.....	37
2.3 Objetivos para el Desarrollo Sostenible y su relación con el sector constructivo.....	42
2.4 Relaciones bilaterales entre la República de Chile y la República de Costa Rica.....	44
2.5 Marco histórico del sector constructivo en la República de Chile.....	47
2.6 Marco histórico del sector constructivo en la República de Costa Rica.....	51
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	55
3.1 Enfoque de la investigación.....	56
3.2 Diseño de la investigación.....	57
3.3 Fuentes de información.....	58
3.3.1 Primarias.....	58
3.3.2 Secundarias.....	59

3.4	Unidades de análisis	60
3.5	Instrumentos de la investigación	66
3.6	Recolección de datos	69
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS		74
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		91
	Conclusiones	91
	Recomendaciones.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		96

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.	Interoperabilidad BIM. (BibLus, s.f.).....	30
Figura 2.	Visualización de Modelo digital 3D. Fuente: Autoría propia.	35
Figura 3.	Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.	42
Figura 4.	Banco Interamericano de Desarrollo: Propuestas a ser financiadas en el 2019.	50
Figura 5.	Ciclo de vida de un Proyecto BIM. (Factoria5 Training HUB, 2018)	75
Figura 6.	Modelo 3D del Castillo Encantado de Disney, en Disneyland Resort.....	76
Figura 7.	Implementación BIM en el mundo. (Techtur Global, 2019-20).....	77
Figura 8.	BIM en Latinoamérica. (Editeca, 2020)	79

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada en primer lugar a mi persona, por cada etapa superada.

Además, dedico esta tesina a Oscar, mi compañero de vida, quien ha recorrido conmigo todo el proceso que esto ha significado, el cual siempre me ha apoyado y motivado en mis decisiones y planes, valorando mis capacidades, así como el esfuerzo y el empeño en mis proyectos.

De igual manera, el camino ha sido trascendental con la presencia de mi madre Carmen, quien me enseñó el valor de la educación y la ayuda de Dios en cada paso, por lo que también le dedico este logro.

Agradecimientos

Muchas personas y colegas me proporcionaron su ayuda durante el proceso de investigación y redacción de este documento, les agradezco a aquellos que a pesar de tener otros compromisos importantes me prestaron atención y apoyo tanto intelectual como emocional.

En primer lugar, quisiera agradecer el apoyo brindado por Ibel Díaz, mi tutora de tesis, por el tiempo y la orientación facilitada, que me guio en cada paso dado, respondió a mis consultas y dudas e impulsó mi tema elegido desde el momento inicial.

Seguidamente, a los ingenieros Leonardo Chonkan y Adolfo Miranda, quienes me apoyaron con la definición y desarrollo del trabajo de investigación.

A los entrevistados, comenzando con el ingeniero José Adrián Quirós Leandre funcionario del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, quien no se limitó a otorgarme una entrevista, fue más allá y me brindó documentación para ampliar mi aprendizaje tanto académica como laboralmente. A los funcionarios públicos de este Ministerio, el señor Oscar Méndez Chavarría y la señora Florita Acuña Solano, al arquitecto Johnny Mora y a la señora Rita Hernández, directora de Cooperación Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto.

A mis compañeros y compañeras de la universidad, quienes se convirtieron en parte de mi familia, por su invaluable aporte y consideración en esta fase.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El ser humano ha procurado innovar en el sector constructivo a lo largo de su historia, desde los asentamientos primitivos donde predominaban las chozas, seguidas de edificaciones sublimes como los palacios, iglesias, pirámides, así como la infraestructura de las culturas maya o inca. En diferentes territorios se fundaron inmuebles con materiales diversos como bambú, madera o adobe; posteriormente, se aprovecharon otros como el cemento, acero, *gypsum* y se diseñaron sistemas mecánicos y eléctricos que atendieran las necesidades de los habitantes, edificando con maquinarias que facilitarían el proceso de la obra y ayudarían a reducir el trabajo forzado de los constructores de manera conjunta.

El avance tecnológico en el campo ha permitido que se realicen proyectos públicos como autopistas, complejos habitacionales o comerciales, hospitales, centros educativos, edificios, puentes e incluso espacios de ocio sobre el mar, de manera vertiginosa; pero esto ha traído consigo una demanda por parte de la población, la cual espera un cumplimiento más efectivo y con menor costo. Asimismo, el aumento en la tasa de natalidad obliga a las naciones a buscar nuevas maneras de satisfacer las exigencias de las personas y desarrollar más proyectos de infraestructura para otorgarles una vivienda, áreas recreativas y áreas de producción donde los ciudadanos puedan desarrollar sus habilidades e integrarse a la vida laboral para aportar en el progreso integral de los países.

Las naciones han implementado políticas que contribuyen a la labor de la construcción intensiva, sin embargo, el crecimiento acelerado de la población representa un reto global, lo que ocasiona una producción significativa; incluso, en el sitio web Construcción Pan-Americana (2016) se menciona que:

El último análisis mundial del sector de construcción a largo plazo pronostica que la producción mundial aumentará en un 85% hasta 2030, creciendo US\$8.000 millones para alcanzar US\$15.500 millones, impulsado principalmente por el crecimiento en China, India y Estados Unidos, el cual representa el 57%. Esto a su vez está polarizando la demanda de plantas y maquinaria nuevas y usadas en estos tres mercados, que son seguidos de cerca por Indonesia, Reino Unido, México, Canadá y Nigeria. (Construcción Pan-Americana, 2016)

Cabe mencionar que entre los países mencionados, la República Popular de China, debido a su crecimiento en todos los ámbitos, ha buscado e impulsado tecnologías que le ayuden a cumplir con la demanda de su nación. En el caso de la construcción, durante los últimos años ha logrado proyectos inigualables con el uso del Modelado de Información para la Construcción (BIM por sus siglas en inglés, designado *Building Intelligence Modelling* por algunos expertos o *Building Information Modeling*), una metodología colaborativa desarrollada para el sector de construcción; e incluso cuenta con su propio estándar nacional sobre esta técnica, lo que se ha reflejado en proyectos tales como la Torre de *Shanghai*, *Phoenix Media Center* en Beijing y *Shanghai Disneyland Resort*, diseñadas y construidas en conjunto con empresas extranjeras que comercializaron sus servicios durante el proceso constructivo.

De esta manera, el país asiático ha motivado a las empresas nativas y extranjeras a invertir en proyectos nacionales, así como ha crecido su ambición en obras de infraestructura tan grandes como la Nueva Ruta de la Seda, que tiene como objetivos la “coordinación política, facilitar la conectividad, comercio ininterrumpido, integración financiera e intercambios entre las personas”. (Baez González, 2019). En el caso de la República de la India, por ejemplo, se requiere una mayor inserción en la innovación constructora, ya que según datos estadísticos se espera que su crecimiento poblacional supere el de su país vecino, China, lo que se traduciría en la necesidad de un incremento en infraestructura para cumplir con las expectativas y demandas de sus habitantes. Asimismo, los Estados Unidos de América ha sido un pionero en la construcción con esta metodología desde los años 70, sin embargo, su avance se ha visto estancado por la falta de coordinación y estandarización pública entre estados federales, que impide un mayor acercamiento a la tecnología.

Cabe mencionar que “El BIM no es una tecnología específica sino un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual” (Henriquez & Suaznábar, 2018). Esta metodología de trabajo colaborativa, por medio del uso de la tecnología como herramientas digitales, permite gestionar datos para un proyecto constructivo a lo largo de su ciclo de vida; es decir, desde el concepto hasta la entrega y posteriormente, su mantenimiento.

Asimismo, “integra los diferentes elementos de un proyecto (arquitectura, proveeduría, materiales eléctricos, etc.) en una sola plataforma, lo cual permite ahorrar tiempo, mejorar la

gestión de materiales o corregir errores de diseño, entre muchas otras ventajas” (BIM Forum Costa Rica, s.f.). Las áreas profesionales impactadas directamente son arquitectura, ingeniería y construcción (AEC, por sus siglas en inglés) y consecuentemente, los usuarios de los proyectos; debido a esto, las expectativas del sector son impactantes ya que se espera que, entre otros, se eliminen los efectos de la planificación incorrecta y los problemas de comunicación entre especialidades.

Otros países como el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, la República Francesa y Países Bajos han aumentado sus índices de producción en el campo con la implementación de esta técnica de construcción, incluso en estos países se ha avanzado en pocos años proponiendo que los proyectos se desarrollen bajo esta modalidad, tanto para el sector privado como para el público, creando planes país para el desarrollo integral interno. Los cambios sustanciales en los países que implementaron nuevas tecnologías se han manifestado en tiempo y costos reducidos, así como en una coordinación entre todas sus disciplinas, una mayor eficiencia energética y un acompañamiento a lo largo de toda la vida de la edificación, permitiendo un mantenimiento óptimo. Cabe mencionar, que estos países han visto un efecto casi inmediato en el sector constructivo.

En la región latinoamericana, la República de Chile, junto a la República de Colombia y a República de Perú han sido los precursores desde los años 90 en la implementación de esta modalidad, tomando como referencia los países anteriormente mencionados, logrando políticas públicas que promueven su uso y desarrollo, en relación con sus procesos, estándares y tecnologías. Incluso en Chile, en 2016, se incentivó un plan de desarrollo país y la participación de instituciones de educación superior que exigiría que los proyectos de carácter público y privado que lo ameritaban fueran realizados bajo este sistema, esto como un mecanismo de control y apropiación de la metodología (El Dinamo, 2019).

Con respecto a la región centroamericana, según Geofumadas (2019) “se ve una mayor difusión de avances en países como Costa Rica y Panamá, sin embargo, en los demás países de la zona, aunque se tiene conocimiento en niveles privados, el contexto académico y estatal es poco visible a nivel de implementación”, ya que países como El Salvador y Nicaragua utilizan la metodología en su aplicación únicamente, no en la planeación y documentación (Geofumadas, 2019).

Por su parte, en la República de Costa Rica, la Universidad Creativa de Costa Rica en una alianza estratégica con Blue AEC Studio, inauguró en mayo del 2019 la primera academia BIM de la región centroamericana, el Laboratorio de Investigación y Capacitación en Metodología BIM en Centroamérica, BIM+ (Benavides, 2019), para capacitar y certificar a los profesionales y usuarios de la metodología a nivel internacional. Esta coalición ha permitido que los expertos en el campo legitimen sus conocimientos y crezca la competencia en el sector, lo que permite la obtención de proyectos de desarrollo nacional e internacional.

Asimismo, existen agrupaciones enfocadas en este tema con el fin de incorporar el uso de la herramienta en el diseño y supervisión de proyectos de infraestructura, así como su expansión en el territorio, tales como grupos técnicos, comisiones, empresas trabajando en su adopción, e iniciativas impulsadas por el gobierno de don Carlos Alvarado en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Estas iniciativas han permitido desarrollar grupos encargados de implementar la metodología en algunos proyectos, sin embargo, la oferta laboral aún es limitada y los planes de acción se dividen en ambos sectores: público y privado. (Cruz, 2018).

No obstante, se evidencia un impulso por parte del país centroamericano para la implementación de la tecnología en el sector de construcción por medio de un modelo innovador que supla las necesidades de la industria y ayude a su crecimiento. Del mismo modo, permite posicionar a la nación en un estado competente frente al resto de los países desarrollados. En ese sentido, la investigación plantea la búsqueda de una cooperación bilateral entre la República de Costa Rica y el país latinoamericano referente a la materia de la metodología BIM: la República de Chile, ya que estos países poseen similitudes en cuanto a la diligencia en innovación, y el país chileno ha logrado desarrollar un plan de acción para implementar esta tecnología en un mediano plazo.

Asimismo, se considera enfocar el estudio en la experiencia y el proceso chileno para lograr una mayor visión de la transformación y sus efectos positivos y negativos, y reflexionar sobre la condición actual de la República de Costa Rica y la futura aplicación de esta técnica. Al ser un tema en desarrollo, el material investigado será una recopilación de datos y experiencias de la República de Chile, en conjunto con expectativas cumplidas en otros países, y el material desarrollado sobre el tema en la República de Costa Rica.

1.1 Planteamiento del problema

La presente investigación pretende analizar, mediante información recopilada por medio de fuentes variadas en el tema como expertos en el sector de construcción, expertos en materia de relaciones bilaterales entre la República de Chile y la República de Costa Rica, y un estudio a profundidad, el proceso experimentado por Chile con respecto a la implementación de tecnología avanzada en el ámbito constructivo, específicamente la metodología BIM, evidenciar si el país ha mejorado su desarrollo económico y social, o en su defecto, este conjunto de técnicas no han sido beneficiosas. Una vez concluida la indagación, se procura realizar una proyección de la futura implementación y ejecución de esta metodología innovadora en Costa Rica y el efecto en el desarrollo del país.

Como primer paso, se busca examinar la historia del ámbito constructivo en la República de Chile y posteriormente, en la República de Costa Rica, explorando sus inicios y evolución a lo largo de los años, hasta llegar a la condición actual, con el fin de conocer el contexto nacional y buscar soluciones efectivas y razonables según la realidad nacional. De esta manera, se pretende identificar las deficiencias en la construcción que existen para incentivar un plan público-privado que colabore al mejoramiento de estos temas en el sector, con la colaboración de la experiencia chilena y el apoyo técnico en la materia.

No obstante, para comprender el contexto chileno y costarricense es fundamental conocer el entorno latinoamericano y el impacto de la industria de la construcción en la región. Según Henríquez & Suaznábar (2018) la industria constructora tiene un peso significativo en la economía del área, ya que “En ALC está cerca de los 300.000 millones de dólares, aproximadamente un 6% del PIB, según datos de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción. Además, tiene un peso social importante, no solo por el número de empleos que genera, sino también porque las viviendas suelen constituir una parte significativa del patrimonio de las personas en un contexto de envejecimiento de la población y bajas pensiones” (Henríquez & Suaznábar, 2018), debido a esta relevancia, se impulsa la inversión en el progreso del sector.

Del mismo modo, se presenta una problemática en cuanto a la productividad ya que, según Mckinsey (2017), se estima que en América Latina y el Caribe, “el retraso en la productividad de la construcción le cuesta a la economía aproximadamente 50 000 millones de

dólares al año”. De esta manera, la capacidad de los países a nivel económico se ve afectada directamente, lo que ocasiona pérdidas y endeudamientos severos.

Cabe resaltar que las “inversiones en investigación y desarrollo (I+D) y los gastos en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) del sector de la construcción son casi los más bajos en comparación con otros sectores y la lenta adopción de tecnologías digitales” según el índice de digitalización de McKinsey. Lo que supone un atraso tecnológico en el ámbito a pesar de la era y el contexto actual innovador debido al fenómeno de la industria 4.0.

Es importante destacar, en el sector se presentan oportunidades de mejora en estos puntos, sin embargo, no se ha logrado una estandarización nacional ni regional, incluso, a pesar de los esfuerzos en conjunto, no se ha desarrollado una internacional. Existen iniciativas que pretenden alcanzar este objetivo, en cuanto a Latinoamérica, los países comienzan a implementar opciones nacionales tales como Planbim Chile, Plan BIM Perú y SIBIM en la República de Argentina ligadas a decretos del Gobierno, y otros como las entidades técnicas BIM Forum relacionadas con empresas privadas nacionales y las cámaras de la construcción de los diferentes países; no obstante, pese a estos programas y grupos técnicos, el esquema internacional aún no se ha llevado a cabo en todos los países.

En cuanto a la República de Costa Rica, se ha creado el Comité Técnico BIM Forum Costa Rica, cuyo objetivo es “promover la implementación consultada y paulatina de los procesos BIM en la industria de la construcción”, no obstante, sus propósitos son “netamente técnicos y sesiona bajo la coordinación de la Cámara Costarricense de la Construcción (CCC) como entidad ejecutiva”. Asimismo, las iniciativas nacionales no están delimitadas en conjunto, sino que se trabaja en opciones separadas que, si bien favorecen el desarrollo del país, aun requieren más estudio, compromiso y una mayor inserción en el ámbito. Esta inclusión solo se logrará si todos los colaboradores del sector, tanto público como privado, se unen y crean planes en conjunto (BIM Forum Costa Rica, s.f.).

Por otro lado, se presentan temas importantes como lo es la posición de Costa Rica en comparación con otros países que han innovado en el ámbito, con respecto a las oportunidades de comercio y cooperación, donde se evidencia una ventaja competitiva preocupante, ya que debido a la falta de innovación, las empresas nacionales, consultores y demás involucrados extranjeros tienden a comprar servicios externos para realizar actividades que, si se lograra una

mayor participación y responsabilidad por parte de los sectores nacionales, se podrían desarrollar en el país. Es decir, Costa Rica podría posicionarse como actor en la competencia internacional en temas de infraestructura.

Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2018-2022, presentado por MIDEPLAN, presenta algunos porcentajes no satisfactorios con respecto a la Infraestructura, movilidad y ordenamiento territorial. Según el Informe del I Semestre de 2019 “Si bien es cierto, la cantidad de metas que están de acuerdo con lo programado no alcanza un porcentaje satisfactorio, debe considerarse que la programación resulta ambiciosa y, por ello, los avances que se generan son significativos.” (MIDEPLAN, 2019)

Aunado a esto, el desarrollo del país se ha visto afectado por los retrasos en la aprobación de proyectos de ley en la Asamblea Legislativa, así como en la crítica a los esfuerzos de la casa presidencial y despachos que buscan opciones de mejora en el país, incluso en algunas ocasiones la inversión en concesiones extranjeras para los proyectos de infraestructura representa la última opción ya que las empresas nacionales no tienen las herramientas para competir internamente ni abarcar las necesidades del pueblo en el tiempo requerido. En este sentido, el retraso de estas concesionarias representa un mayor gasto en la economía del país.

Actualmente no se desarrollan evaluaciones de impacto ambiental detalladas durante el proceso constructivo, lo que imposibilita un conocimiento real de las edificaciones y su efecto en el país. Debido a esto, las construcciones generan una huella ambiental que afecta el ecosistema, pero los ministerios e instituciones encargados solo atrasan los procesos por un tiempo establecido y cumplido este plazo continúan las obras.

Con la implementación de nuevas metodologías y de un plan nacional que colabore a esta iniciativa y su aceptación en el sistema, se pueden abarcar temas de interés relacionados a las problemáticas planteadas. Ya que el avance tecnológico permite una mayor integración de los actores involucrados durante todo el proceso, visualizando los impactos en todos los ámbitos, así como las oportunidades de mejora y creando soluciones efectivas y eficientes a cada uno de ellos, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo puede la República de Costa Rica implementar las tecnologías avanzadas en el sector de la construcción por medio de la cooperación bilateral, técnica y tecnológica con la República de Chile, asociado con la experiencia chilena y el auge del tema en el periodo de 2016 a 2018?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Estudiar los efectos de la cooperación internacional en la implementación de tecnologías avanzadas en el ámbito constructivo en la República de Costa Rica, tomando como referencia los aportes visualizados en el caso de la República de Chile, entre el período 2016 y 2018.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Definir el contexto de la República de Chile en el ámbito de la construcción y las plataformas colaborativas aplicadas en el campo durante el período 2016 y 2018.
2. Identificar la evolución y situación actual de la República de Costa Rica en el entorno constructivo.
3. Reconocer la cooperación bilateral en tecnología entre la República de Chile y la República de Costa Rica.
4. Analizar el impacto de la implementación de las tecnologías investigadas, por medio de la cooperación internacional entre la República de Chile y la República de Costa Rica.

1.3 Justificación

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de abarcar las problemáticas que atraviesa el sector de la construcción, ya que representa un peso en la economía de los países. Según datos en el informe semestral de Deloitte “Análisis Económico de las Industrias Latinoamérica: La hora de las reformas estructurales” (2015) en este territorio se ha dado una marcada desaceleración en la tasa de crecimiento en los últimos años, “luego de crecer a un ritmo promedio anual de +4.2% entre 2004 y 2013, las economías de la región se expandieron, en promedio, sólo un +1.3% durante 2014.” Esta desaceleración inquieta el desarrollo de los países y su posición competitiva frente al resto del mundo.

En este sentido, la economía se ve involucrada pues, se estima que los proyectos de construcción a nivel global suelen extenderse un 20% más de lo programado y sobrepasan sus presupuestos iniciales en más de un 80%, así como no se toma en cuenta costos de operación y mantenimiento, que representa un 80% del valor de la obra; esto debido a que existe una ejecución comprometida que afecta directamente la estimación en tiempo y costos, empleando erróneamente el presupuesto, lo que provocan que se desembolse más dinero del calculado. Aunado a esto, cabe citar el artículo del Foro Económico Mundial (2018) donde menciona que:

De acuerdo con el *McKinsey Global Institute*, la construcción es, a nivel mundial, la industria con la menor cantidad de incremento en productividad en los últimos 20 años. Como referencia, mientras la manufactura creció su valor añadido en 3.6% y la economía mundial lo hizo 2.8%, la construcción solo lo hizo en 1%. (Foro Económico Mundial, 2018)

De esta manera, se evidencia que el sector no ha logrado superar ni igualar otras industrias, provocando un estancamiento en la productividad, implicando aumento de costos, de riesgos e incluso de desperdicio a lo largo de los ciclos de vida de los proyectos. (Arreola Rosales, 2018)

Entre los factores que ocasionan que la productividad del sector haya sido la más baja en estas dos décadas, se encuentran “la falta de coordinación entre actores y entre las etapas de los

proyectos, la baja adopción de tecnologías que agilicen el flujo de la información, la informalidad y baja capacitación de los empleados”, así como, la “falta de comprensión acerca de la importancia de los costos de operación de una infraestructura al momento del diseño”. Para avanzar en este sector es imperativo que los gobiernos y empresas tanto nacionales como extranjeras luchen contra estas causas, de manera que se logren acuerdos de cooperación en innovación del ámbito. (Henriquez & Suaznábar, 2018)

De igual manera, este foro comenta que en referencia al sector construcción es “una de las primeras actividades económicas en desactivarse si viene una desaceleración, y una de las primeras en recibir inyección de estímulos cuando se busca salir de una recesión”, esto implica que la construcción está inmersa en la economía de los países y requiere una revisión general para lograr enfrentar los retos que la cuarta revolución industrial trae consigo. Asimismo, se señala que “la actuación de empresas y gobiernos innovadores sobre organizaciones y regiones puede aumentar la productividad en la construcción entre 50 y 60%”, es por esta razón que se incentiva una inclusión gubernamental y un compromiso del sector privado para complementar y trabajar en conjunto soluciones beneficiosas e innovadoras para los países.

En el caso de la República de Costa Rica, al aumentar la productividad del sector, se lograría una mayor competitividad en proyectos de infraestructura, tanto nacional como internacionalmente, y se abrirían los mercados de la inversión extranjera directa. Asimismo, esta investigación pretende posicionar a Costa Rica en estos mercados por medio de la cooperación bilateral con Chile, tomando como referencia sus experiencias y aportes tecnológicos innovadores, por medio de alianzas estratégicas que beneficien a las partes involucradas.

Con respecto al Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2018-2022, presentado por MIDEPLAN, como ente rector del Sistema Nacional de Planificación (SNP), el tema de infraestructura, movilidad y ordenamiento territorial “es una de las áreas con mayor número de metas (44) a ejecutar en el 2019, (...) y sus logros se relacionan con obras de infraestructura para el abastecimiento de combustibles y asfaltos; obras en rutas nacionales; conservación de la red vial nacional asfaltada; obras en pasos a desnivel; avance en la construcción de puentes y el mejoramiento en los aeródromos.” En este punto, la importancia de este trabajo radica en colaborar a estas obras planteadas con tecnología avanzada que ayuden a la gestión de los proyectos y su efectividad (MIDEPLAN, 2019).

Por otro lado, la tecnología tiene la cualidad de generar nuevos empleos, ya que, al expandir las funciones de los trabajadores, aumenta la necesidad de puestos laborales que desarrollen el conocimiento y lo apliquen, tales como diseñadores, *BIM Modeler*, *BIM Coordinator*, *BIM Specialist*, *BIM Leader*, *BIM Head*, *BIM Family Specialist*, *BIM Managers*, entre otros. Estos nombramientos representan un cambio en el tipo de educación que los institutos y universidades otorgan y enseñan a los estudiantes; lo que promueve la capacitación de las personas para desarrollar trabajadores calificados, innovadores, con la actitud de renovación por medio del aprendizaje y un compromiso con el trabajo y la sociedad, para ayudar al desarrollo del país.

Por último, el impacto ambiental que representan los proyectos de infraestructura se puede visualizar y abarcar en conjunto de una manera más eficiente y protectora de los recursos ambientales, así como la huella que representa cada proyecto, por medio de la utilización de esta metodología, debido a que la tecnología permite que las construcciones sean más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, por medio del aprovechamiento de las condiciones climatológicas y recursos naturales, y pueda crear edificios autónomos energéticamente, ya que existen métodos de evaluación y certificación de la sostenibilidad de los edificios.

Para la ciencia de las Relaciones Internacionales, la importancia de la implementación de tecnologías avanzadas en el sector de la construcción por medio de un proyecto de cooperación entre la República de Chile y la República de Costa Rica radica en la colaboración entre los países para el desarrollo tecnológico, económico, social y ambiental. Asimismo, propone políticas públicas para incentivar el avance técnico del sector y, por ende, su aplicación y efecto en los demás ámbitos.

De igual manera, la asistencia técnica, el acompañamiento y el aprendizaje de las experiencias de un país externo permiten una relación cercana y beneficiosa para la nación. Por otro lado, aporta positivamente tanto a nivel económico, ambiental, tecnológico e incluso marca un precedente para las alianzas estratégicas entre los países, ya que, con la globalización, el impacto de la apertura de fronteras y automatización de las labores diarias con el fenómeno de la tecnología y el “Internet de las cosas” (IoT), es de suma importancia adaptarse y posicionarse en el cambio global que se vive actualmente.

1.4 Antecedentes

Como antecedente del trabajo de investigación, es de suma importancia conocer las investigaciones y trabajos científicos que se han realizado previamente con referencia a la cooperación internacional en términos generales, así como los documentos relacionados al ámbito constructivo y su evolución. Para comprender de manera más amplia estos temas, es sustancial conocer los conceptos estudiados por autores expertos, de esta manera, se establece el enfoque teórico a utilizar para el presente estudio.

Con respecto a las Relaciones Internacionales, las cuales son el punto de partida de este documento, según Ayllón (2007) se puede definir como la disciplina que abarca “el conjunto de relaciones sociales que configuran la sociedad internacional, tanto las de carácter político como las de carácter económico y cultural (...) tanto las que se producen entre los Estados como las que tienen lugar entre otros actores de la sociedad internacional (Empresas Multinacionales, Organizaciones no Gubernamentales, Individuos, etc.), y entre estos y los Estados” (Ayllón, 2007).

El autor menciona que existen dos énfasis en los que las Relaciones Internacionales se pueden estudiar, el primero como el “estudio de las relaciones de poder en el ámbito internacional”, y el segundo profundizando en los “aspectos sociológicos, es decir, en las relaciones de todo tipo, de conflicto y de cooperación, entre grupos sociales determinados por poderes estatales distintos.” (Ayllón, 2007). Por su parte, la cooperación designa a la coordinación de intereses de distintos actores para suplir los intereses a partir de problemas comunes, de manera que se beneficien mutuamente.

Según Calduch (1991), la cooperación internacional es “toda relación entre actores internacionales orientada a la mutua satisfacción de intereses o demandas, mediante la utilización complementaria de sus respectivos poderes en el desarrollo de actuaciones coordinadas y/o solidarias” (Calduch, 1991); de esta manera, Ayllón (2007 citando a Holsti) expresa que los elementos que configurarían una relación de “colaboración internacional”, serían 5, los cuales son:

1. La percepción de que dos o más intereses coinciden y pueden ser alcanzados por ambas partes simultáneamente.
2. La expectativa de una de las partes de que la actuación seguida por la otra parte, o las otras partes si la cooperación fuese multilateral, en orden a lograr sus propios objetivos, le ayuda a realizar sus intereses y valores.
3. La existencia de un acuerdo (expreso o tácito) sobre los aspectos esenciales de las transacciones o de las actividades a realizar.
4. La aplicación de reglas y pautas (protocolos de actuación) que dominarán las futuras transacciones.
5. El desarrollo de las transacciones o actividades para el cumplimiento del acuerdo. (Ayllón, 2007)

Es decir, la necesidad y la expectativa de beneficio entre los actores del Sistema Internacional permiten un desarrollo de la cooperación internacional en distintos ámbitos, así como los acuerdos planteados, tomando en cuenta futuras negociaciones y el mantenimiento de relaciones entre diversos actores internacionales. Debido a esto, se han implementado formas e instrumentos que faciliten estas relaciones y la cooperación se ha dividido en distintas temáticas como la cooperación política, económica, técnica, tecnológica, y para el desarrollo.

Para efectos del presente trabajo, se abordará la cooperación técnica, que según Ayllón (2007) se define como el “fortalecimiento de las habilidades y capacidades técnicas presentes en los países del Sur, intercambio de experiencias y conocimientos entre países.”, de esta manera, se complementa para la investigación desarrollada. Asimismo, se busca una armonización de la cooperación técnica con el fortalecimiento de la capacidad interna de los Estados para incrementar su productividad y desarrollo integral.

Según el artículo científico “El nuevo rostro de la Cooperación Técnica entre países en desarrollo (CTPD) y las nuevas tendencias internacionales” de la *Revista de Ciencias Sociales* (CR), Abarca (2001) menciona que en la década de los noventa:

Se abren posibilidades de cooperación horizontal en áreas tales como la incorporación y transferencia de tecnología; la búsqueda de nuevos mercados; los intercambios de

experiencias innovadoras en los sistemas educacionales; apoyo a la transformación productiva; la negociación comercial con los bloques económicos y la competitividad internacional en general, temas esenciales de la nueva estrategia de la transformación productiva. (Abarca Amador, 2001)

Es decir, que se garantiza una apertura al mercado global en distintas temáticas. Asimismo, el autor menciona que:

En el ámbito de la cooperación, estos revolucionarios cambios han propiciado una gran cantidad de ventajas, entre ellas, el establecimiento de redes de información, que permiten la comunicación casi de manera inmediata entre países y organismos internacionales sobre cualesquiera materia; indagar acerca de ofertas y demandas de cooperación de una gran cantidad de países, contactar un número gigantesco de expertos en el área que se requiera, conocer acerca de las ventajas y desventajas que ofrecen los países o fuentes cooperantes e, incluso, averiguar los detalles financieros y presupuestarios en que se incurriría a la hora de realizar una negociación bilateral.

Debido a esto, el fenómeno de la globalización creció de manera repentina en los últimos años, lo que favoreció el desarrollo de tecnologías avanzadas en diversos ámbitos y estimuló cambios sustantivos en el concepto de cooperación internacional para el desarrollo.

De igual forma, Abarca Amador (2001) concluye su investigación con puntos fundamentales para el estudio internacional:

- La nueva orientación de la CTPD exigirá cambios en los procedimientos y las prácticas vigentes en dos esferas decisivas, a saber, el proceso de gestión de este tipo de cooperación y la armonización que se pueda realizar entre la cooperación técnica y la cooperación económica.
- Los actores responsables de la CTPD deben aprovechar las enormes ventajas que les provee la “era de la informática”. Es posible conectarse, casi de manera instantánea, con cualquier continente del globo terráqueo.
- El papel que tiene la CTPD en la actualidad es vital, al convertirse esta en un instrumento idóneo para transferir conocimiento. Su función principal en este terreno es contribuir a la formación de capital humano. La gran mayoría de experiencias de

CTPD realizadas hasta el día de hoy, han constituido capacitaciones a diversos grupos en una gran cantidad de áreas. El efecto multiplicador que estas actividades generan es enorme y sus resultados son de un gran impacto para el desarrollo sostenido.

- Es necesario que los países en vías de desarrollo tomen mayor conciencia del rol que pueden desempeñar en el campo de la CTPD, promoviéndola tanto a lo interno de sus gobiernos como en la sociedad civil y generando acciones conjuntas de gran impacto. (Abarca Amador, 2001)

Aunado a este tema, en 2010 y 2012, la Fundación Carolina, a través del CeALCI, llevó a cabo el proyecto de investigación titulado “Últimas tendencias de la cooperación: gobiernos y empresas invierten en desarrollo”, cuyo objetivo era analizar las iniciativas más recientes de la cooperación internacional en apoyo de la colaboración entre gobiernos y empresas para la promoción de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+I) como parte de las estrategias de desarrollo. En dicha investigación, se razonaba que “la innovación y el conocimiento son instrumentos fundamentales para erradicar la pobreza, combatir el hambre y mejorar la salud, así como para alcanzar un desarrollo sostenible, integrado, inclusivo y equitativo”. (Botella & Suárez, 2012)

Entre las conclusiones de esta investigación, los autores mencionan que “El incremento de la productividad es una herramienta para que los países en desarrollo puedan reducir la brecha de su nivel de renta per cápita respecto a los países desarrollados”, no obstante, la región aún no está preparada para asumir y conseguir este reto. Asimismo, concluyen que “la innovación con enfoque de desarrollo puede contribuir a la diversificación de las economías latinoamericanas, con el fin de asegurar el carácter estructural del crecimiento y reforzar el carácter social de este proceso. La cooperación internacional, y en concreto la española, tiene un potencial papel de apoyo en el logro de estos objetivos compartidos, pudiendo contar para ello con la participación de actores públicos y privados.” (Botella & Suárez, 2012)

Por su parte, Oregioni y Lopéz (2013) en el artículo “Cooperación Internacional en ciencia y tecnología. La voz de los investigadores” concluyen que, en relación con los investigadores entrevistados la cooperación en ciencia y tecnología:

Tiene un papel fundamental para la producción de conocimiento de los grupos locales de investigación. Esto se refleja al menos en tres sentidos. En primer lugar, en tanto es fuente de acceso a materiales y equipamientos no existentes en el contexto local, los cuales se consideran imprescindibles para desarrollar sus investigaciones. En segundo lugar, en tanto es ámbito de formación de los recursos humanos de los grupos de investigación, con sus implicancias personales y académicas. Finalmente, en tanto es referencia de la producción local desconocimiento. Es decir, los grupos locales de investigación intentan mantenerse al día respecto de las temáticas desarrolladas en el contexto internacional y los ámbitos reconocidos de publicación de los resultados, lo cual implica el acceso a ciertas condiciones de producción de los conocimientos, como son el equipamiento y la formación, las cuales se hallan también en el exterior. (Oregioni & López, 2013)

Dado que, la cooperación internacional integra al investigador y a los actores involucrados en un contexto global que les otorga acceso a recursos de otros investigadores para desarrollar proyectos en conjunto. En este sentido, la cooperación es un mecanismo de ayuda mutua en términos científicos y tecnológicos.

Cabe resaltar que la República de Costa Rica ha establecido distintos convenios y acuerdos internacionales en materia de cooperación técnica y científica con otros países, tales como los Estados Unidos Mexicanos en 1995, el Acuerdo General de Cooperación Técnica entre el MICITT y el IICA en 2013, el Acuerdo de Cooperación Científica, Tecnológica e Innovación con el Gobierno de Uruguay en 1998 y 2008, el Acuerdo de Cooperación entre los Gobiernos de Francia y Costa Rica en 1984, el Acta de ayuda técnica entre el MICITT y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Popular de China en 2008, la Declaración de intención conjunta germano-costarricense para cooperación en ciencia, tecnología e innovación en 2016, el Convenio de Cooperación Económica, Cultural, Técnica y Científica entre el Gobierno de Costa Rica y el Gobierno del Estado de Israel en 1971 y 1991, entre otros. (MICITT, s.f.)

Asimismo, entre los países en estudio se han desarrollado diversos convenios de cooperación, tales como el Acuerdo Complementario de Cooperación Científica y Tecnológica entre los Gobiernos de Chile y Costa Rica (1979, 1985 y 1992) con el fin de ejecutar un acuerdo

y en forma conjunta, programas de cooperación técnica en armonía con sus respectivas políticas de desarrollo económico.

Por su parte, la República de Chile, en la “Política de Cooperación: Visión al 2030”, menciona que parte de su visión está dirigida a “contribuir en la solución de temas tales como el fortalecimiento de la alianza mundial para el desarrollo sostenible”, y entre sus áreas de la cooperación otorgada se encuentra la transparencia técnica y la formación de capital humano, por medio de cursos y becas bilaterales y triangulares. (AGCI, 2019)

Por su parte, el Gobierno de Costa Rica en 2015 presentó la “Política de Cooperación Internacional 2014-2022” (POLCI), y el Ministro de Relaciones Exteriores, Manuel A. González expresó que esta política pública era “un primer instrumento que constituye un avance significativo en el fortalecimiento de la gestión de la cooperación internacional en Costa Rica, respondiendo a un ejercicio de “apropiación país”, al identificar nuestras propias necesidades y aportar nuestras fortalezas a nivel regional e internacional”, de esta manera, abría el mercado de cooperación con otros países tanto regionales como internacionales.

Asimismo, el ministro González afirmó que:

Costa Rica apuesta por herramientas novedosas como la cooperación triangular, consistente en un trinomio de socios solidarios y en una relación de iguales, que facilita la transmisión de conocimiento, ideas, experiencias y destrezas técnicas, aprovechando las fortalezas y ventajas comparativas de los países” y expresó su deseo de crear una Agencia Costarricense de Cooperación Internacional. (Comunicados Presidencia, 2015)

La POLCI explica el procedimiento para la gestión de la cooperación internacional en Costa Rica de conformidad con lo establecido en el marco jurídico costarricense, donde las instituciones nacionales presentan a MIDEPLAN las propuestas de proyectos, y este a su vez lo presenta al MRREE como propuestas de cooperación sur-sur o triangulación, una vez analizado se informa nuevamente a MIDEPLAN y a las instituciones. (MIDEPLAN y MRREE, 2014). De esta manera, se resalta el trabajo en conjunto de varias instituciones para desarrollar los proyectos de cooperación.

Con respecto a la cooperación en términos de infraestructura y el sector constructivo, es fundamental referirse los Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados en 2015 por Naciones

Unidas, ya que el objetivo número 9 menciona la Industria, Innovación e Infraestructura, los cuales “son motores fundamentales del crecimiento y el desarrollo económico”, debido a que más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y requiere del uso diario de transporte eficiente. Asimismo, “los avances tecnológicos también son esenciales para encontrar soluciones permanentes a los desafíos económicos y ambientales, al igual que la oferta de nuevos empleos y la promoción de la eficiencia energética. Otras formas importantes para facilitar el desarrollo sostenible son la promoción de industrias sostenibles y la inversión en investigación e innovación científicas”, lo que propicia el estudio de la implementación de nuevas tecnologías globales que permitan una mayor inserción en este tema. (UNDP, 2015)

Por otro lado, en relación con las investigaciones sobre la metodología BIM y su integración en la industria de la construcción, existen documentos que revelan el origen y los beneficios que contiene este conjunto de técnicas, sin embargo, son indagaciones de expertos y desarrolladores de los métodos que se han creado en el transcurso de los años. Por su parte, Mojica y Rivera (2012) mencionan en su tesis de graduación que “en 1986 apareció el primer documento que presentaba explícitamente el concepto de *Building Information Modeling* - BIM - no obstante, se considera que estas metodologías comenzaron a desarrollarse a partir de un concepto introducido por el Profesor Chuck Eastman en 1975 del Departamento de Arquitectura del Georgia *Institute of Technology*, quien se considera el padre de BIM”, de esta manera comenzó su divulgación en este periodo. (Mojica Arboleda & Valencia Rivera, 2012)

Según estos autores, posteriormente, en 2005 se organizó la primera conferencia sobre BIM dirigido tanto al sector académico como industrial. De esta manera, se ha desarrollado material que procura ayudar a los profesionales en el sector a utilizar las herramientas brindadas y crear flujos de trabajo para la colaboración entre disciplinas, usuarios e instrumentos. Es importante mencionar que según diversos usuarios y autores la utilización de esta metodología trae consigo una serie de ventajas para el ámbito constructivo y favorece otros sectores, tanto económicos como sociales en los países.

1.5 Proyecciones

Las proyecciones del trabajo de investigación permiten al lector reconocer los alcances y limitaciones que presenta dicho documento, de manera que, se contemplen los objetivos planteados. En el presente trabajo se pretende analizar los retos y oportunidades para la República de Costa Rica al implementar nuevas tecnologías en la industria de la construcción, basándose en las experiencias de la República de Chile, así como revisar los efectos en la economía nacional y los índices de producción. Se ofrecen posibles recomendaciones para una implementación adecuada y efectiva en torno a la materia, bajo la modalidad de la cooperación bilateral tecnológica y técnica entre estos países.

1.5.1 Alcances

En relación con los alcances de la investigación, se proyecta ofrecer un análisis que contemple la cooperación tecnológica entre dos países latinoamericanos con aspectos relevantes en común y una relación de colaboración existente, la República de Chile y la República de Costa Rica. De igual forma, se busca estudiar la historia y el contexto actual de ambas naciones en referencia al tema investigado: la industria de construcción.

Para realizar estas experiencias, se pretende desarrollar un estudio del proceso implementado por la República de Chile desde el año 2016 y hasta el año 2018, reconociendo los aspectos positivos y negativos, así como la evolución que evidenció la industria de la construcción y el impacto en el país. Posteriormente, se aspira recopilar esta información e indagar su posible aplicación en la República de Costa Rica, de manera que se cree una expectativa con las lecciones aprendidas por el Gobierno chileno, así como una guía y capacitación por parte de este último.

De la misma manera, se presenta el reconocimiento de las iniciativas y progreso que han tenido algunos países latinoamericanos referente al tema en cuestión, para abarcar un contexto general del impacto actual de la tecnología en el sector de construcción en la región. Cabe

mencionar que, por el hecho de que América Latina no es el eje principal de la investigación, únicamente se toman los datos y aspectos relevantes para el entendimiento del desarrollo chileno y costarricense.

A su vez, el proyecto ahonda la terminología técnica utilizada en el ámbito constructivo y pretende describir las tecnologías aplicadas y desarrolladas relevantes en el área y su aporte a la innovación. Asimismo, se ofrecen oportunidades de mejora en el ámbito estudiado y posibles soluciones a las problemáticas actuales que inquietan al sector, así como afectan su productividad y competitividad, y, por ende, lograr un mejor desempeño en el desarrollo nacional.

1.5.2 Limitaciones

Entre las limitaciones que posee el documento se presenta que, los países estudiados y analizados de manera comparativa y de colaboración son la República de Chile y la República de Costa Rica. No obstante, para abordar el tema de manera general se pueden mencionar otros países como referencia, los cuales pertenecen a la historia de las iniciativas chilenas y la evolución en el ámbito constructivo a nivel internacional.

Asimismo, el contenido de este documento se condiciona entre los años 2016 y 2018, debido al auge del tema en el país chileno durante este lapso, con proyecciones para el año 2020 en adelante, los cuales pueden variar con la realidad. No obstante, a pesar de que la limitación de los años comprenda este periodo, se consideran investigaciones realizadas con anterioridad y movimientos recientes para extraer material de interés para el desarrollo del tema, así como para comprender de manera más amplia la evolución que ha experimentado la República de Chile y su actualidad.

Por otro lado, tampoco se pretende adjudicar un programa de cooperación entre ambas naciones ni una implementación obligatoria de tecnologías a los futuros gobiernos costarricenses ni a las instituciones o empresas públicas y privadas que se relacionen con el tema. Particularmente, se propone un posible escenario de implementación y colaboración, pero no su

obligatoriedad, ya que al ser un trabajo de investigación teórico, exclusivamente pretende exponer el tema de manera contemplativa.

A su vez, no puntualiza la existencia de normativas internacionales aplicables a los países, ni enfatiza en las leyes o reglamentos definidos por otras naciones. De manera que únicamente se especifica la regulación implementada por la República de Chile y el proceso actual referente a la legalidad en la República de Costa Rica.

De igual manera, los datos económicos brindados con relación al sector de la construcción deben ser vistos como una referencia para abordar el tema, sin embargo, no se detallan ya que no pertenecen al enfoque principal de la investigación, la cual representa la cooperación internacional entre los países, así como las alianzas estratégicas en la nación costarricense. En este mismo sentido, sobre las tecnologías avanzadas, se pretende describir la metodología BIM únicamente, se limita a explicar este proceso, su aplicación en el campo y las ventajas que otorga a sus usuarios, sin ampliar su funcionamiento o su relación con otras tecnologías innovadoras como Lean, GIS, entre otros.

CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA

2.1 La industria 4.0 y la plataforma colaborativa BIM

2.1.1 Cuarta revolución industrial o industria 4.0, una necesidad de innovación.

Como parte de un mundo cambiante y globalizado, la cuarta revolución industrial, también conocida como industria 4.0, se ha extendido durante la última década alrededor de los países desarrollados y menos desarrollados. Esta revolución se caracteriza por las fábricas inteligentes, la adaptabilidad a las necesidades de producción y la mejora en la eficiencia de los recursos. Según Deloitte (s.f.): “está marcada por la aparición de nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el *Internet of Things* (IoT)”, así como la Big Data, la computación en la nube, la realidad virtual, la simulación, la impresión 3D, la integración vertical y horizontal, la utilización de los drones, la ciberseguridad, entre otros (Deloitte, s.f.).

Esta nueva etapa se centra en la industrialización de los procesos y la incorporación de tecnologías en estos, así como del ciclo conocido como PDP (*physical-to-digital-to-physical*), donde existe un flujo del mundo físico al digital para crear un registro digital de este, luego del digital a digital donde se comparte la información y se interpreta a partir de analítica avanzada e inteligencia artificial para definir información relevante, y posteriormente, del mundo digital al físico nuevamente para traducir las decisiones tomadas en el mundo digital en cambios en el mundo físico (Deloitte, s.f.). Esta transformación trae consigo incertidumbre, pero también una oportunidad de reinvención en los diferentes sectores para mejorar las operaciones de los negocios y reformar las cadenas de suministro y la manera en que se realizan las tareas y los productos y servicios que obtienen los clientes y usuarios.

Entre las áreas involucradas se encuentra la industria de la construcción. Por su parte, ITAINNOVA (2019) menciona que:

Existen estudios fundamentados (“*Reinventing construction: A route to higher Productivity*”. McKinsey, 2017) sobre la aplicación de la construcción 4.0 que aseguran que la construcción podría incrementar por 5, o incluso por 10, su productividad si

adquiere un estilo de producción similar a la de la industria manufacturera y hace su transición tecnológica hacia la automatización y el uso del dato. Por tanto, la Construcción 4.0 pivota sobre dos pilares, la industrialización de los procesos constructivos y la incorporación de tecnologías emergentes (ITAINNOVA, 2019).

De esta manera, es imprescindible la adaptación y flexibilidad que el sector constructivo y la sociedad en general deben mostrar en el transcurso de la fase actual, pero esto requiere de determinación e ingenio, principalmente en la creatividad y trabajo en equipo planificado para la formación de la comunidad, la preparación para crear nuevos empleos o profesionales con capacidades diferentes e innovadoras, entre otros (Wilner, 2017).

2.1.2 *Building Information Modeling*: La metodología BIM.

Como se comentó anteriormente, la industria 4.0 exige una modificación en la forma en que se ejecutan las tareas, y a nivel constructivo ha nacido un término y metodología que refleja esa innovación para el sector: BIM. Como referencia, se comenta que la empresa pionera en la aplicación del concepto fue la empresa Graphisoft, de Hungría en 1987, quien lo implementó como el *Virtual Building* o Edificio Virtual con el programa ArchiCAD, un *software* capaz de crear dibujos en 2D y 3D. Posteriormente, la historia ilustra que Autodesk, un líder mundial en *software* de diseño, ingeniería y entretenimiento 3D, utilizó el concepto a partir de 2002 en Estados Unidos. No obstante, existen discrepancias en cuanto a su origen, ya que se considera que el profesor Charles M. Eastman fue el primero en difundir el concepto de “modelo de información de edificación” a inicios de los años setenta. A pesar de estas divergencias, en 2002, Jerry Laiserin difundió el término *Building Information Modeling* y su acrónimo BIM como una representación digital de procesos de construcción (BIM Forum Chile, s.f.).

Existe una polémica en cuanto a la definición de BIM, comúnmente usado para el término *Building Information Modeling*, que se traduce como el Modelado de la Información de la Edificación, ya que para algunos autores y usuarios su concepto abarca una serie de características y funciones. Una de las definiciones más acertada es la que se plasma en el Estándar BIM para Proyectos Públicos de Planbim (2019), la cual menciona que:

BIM (*Building Information Modeling*) es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. Es decir, por una parte, las tecnologías permiten generar y gestionar información mediante modelos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Por otra parte, las metodologías, basadas en estándares, permiten compartir esta información de manera estructurada entre todos los actores involucrados, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario, agregando así, valor a los procesos de la industria. BIM viene a replantear la forma tradicional de trabajo individual y fragmentado, proponiendo una metodología de trabajo colaborativo. Esta metodología pone en el centro de interés la generación de información concisa de un proyecto y el intercambio fluido de ésta entre los diferentes actores involucrados a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto” (Planbim, CTD, Corfo, 2019)

Esta definición abarca la esencia de BIM y su funcionalidad en una obra de construcción, y presenta la orientación de su trabajo y lo que su utilización permite para el beneficio de los clientes y usuarios. Del mismo modo, según el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, BIM: “es un sistema de gestión de las obras de construcción que está basado en el uso de un modelo tridimensional virtual relacionado con bases de datos” (ITeC, s.f.). Lo que supone, una muestra digitalizada de una edificación y de sus características físicas y funcionales, donde se almacena toda la información relevante para la construcción de la obra y su operación durante el ciclo de vida útil.

Por su parte, según *Building Smart*, una asociación sin ánimo de lucro, que fomenta la eficacia en el sector de la construcción, define que: “es una metodología de trabajo colaborativa para la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil. Dicha metodología BIM centraliza toda la información de un proyecto -geométrica o 3D, tiempos o 4D, costes o 5D, ambiental o 6D, y mantenimiento o 7D- en un modelo digital desarrollado por todos sus agentes” (Esarte Eserverri, 2016). Pero la comprensión de estas dimensiones debe darse bajo un contexto de conocimiento de los modelos presentados.

Sobre la creación de estos modelos o maquetas virtuales, esta se basa en una serie de procedimientos de planeación y comprensión del flujo de trabajo donde se insertan objetos paramétricos inteligentes con sus propios atributos y que se pueden manipular libremente que

representan los componentes reales constructivos físicos a gestionar, estos se instalan en la ubicación adecuada de manera que se simboliza la obra en los medios digitales. Al poseer una base de datos, se puede almacenar información sobre los espacios construidos, geometría del edificio, información geográfica, los materiales y propiedades de los elementos y demás detalles requeridos para el adecuado desarrollo de la edificación.

Por su parte, el BIM permite la interacción de diferentes programas o *software* y herramientas físicas o *hardware*, lo que provee un mayor alcance en el desarrollo de la obra digital, asimismo, esta interacción también se da entre los diferentes profesionales y especialistas en las disciplinas involucradas, tal como se muestra en la figura 1. Interoperabilidad BIM, donde se puede observar que en proyectos desarrollados fuera de esta metodología la comunicación se da en varias direcciones, pero con el método la información se centra únicamente en un núcleo al que los involucrados tienen acceso común.

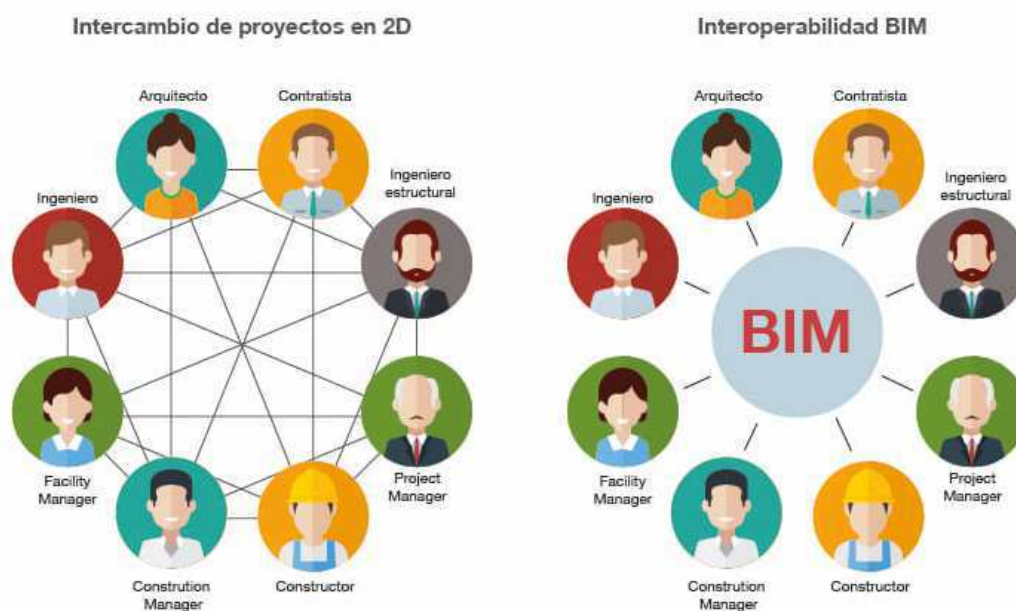


Figura 1. Interoperabilidad BIM. (*BibLus, s.f.*)

Entendiendo el desarrollo de un modelo digital, cabe mencionar que existen dimensiones BIM, las cuales representan las dimensiones en las que se puede entregar un proyecto y su utilización final; siguiendo a Esarte Eserverri (2016) a continuación se presentan las 7 extensiones:

- 1D o Idea.
- 2D o El boceto: Plantea los materiales y las bases para la sostenibilidad del proyecto.
- 3D Coordinación: Es una representación detallada de una edificación, con información integrada que permite detectar interferencias entre las disciplinas, permitiendo solucionar los posibles conflictos en el campo.
- 4D o Planificación de obra: Los modelos se pueden utilizar para la planificación, estimación y control de tiempos en la obra, ajustando los procesos efectivamente.
- 5D o Medición y presupuesto de obra: El modelo permite el control de costes en cada una de las fases del proyecto, construcción, operación y mantenimiento, esta versión ofrece la elaboración de presupuestos y gestión del costo.
- 6D o Certificación energética: Esta dimensión permite realizar cálculos, análisis y estudios energéticos y de sostenibilidad.
- 7D o Gestión de activos (Registro del modelo): Los modelos se contemplan de manera que permiten actividades y procesos de mantenimiento en el ciclo de vida de la edificación.

2.1.3 El proceso de la implementación BIM

En cuanto a un proceso adecuado de la implementación BIM existen factores significativos que marcan el éxito de sus fases. Primeramente, se debe definir el enfoque y la población a la que se desea dirigir la tecnología, ya que dependiendo de esta las herramientas y procedimientos varían, es decir, se puede enfocar en los profesionales y proyectos del sector público o en el sector privado, así como se puede ofrecer en proyectos de infraestructura civil (urbana, portuaria, transporte, entre otros), a nivel comercial e industrial, o en proyectos habitacionales o mixtos.

Asimismo, según Rodríguez (2019, citando a Valle) se debe considerar la existencia de una guía que contenga toda la información necesaria relevante sobre la implementación y un enfoque de colaboración entre los diferentes actores responsables que desarrollarán los proyectos, del mismo modo, debe contemplarse el apoyo al proceso de implementación en los cargos gerenciales o administrativos y en los operacionales, en conjunto con la claridad de la

transformación y las fases y su posterior intercambio de información una vez implementado el nuevo sistema.

De la misma manera, el autor comenta que debe reflexionarse en la capacidad que tiene la empresa, o desde otra perspectiva el gobierno y los funcionarios de este, para modificar los procesos de trabajo vigentes y la adecuación a la metodología; también, la claridad de las responsabilidades y roles de los actores, y la existencia de un equipo estratégico que pueda guiar el proceso de implementación de la manera más eficiente y adecuada posible. Igualmente, según la indicación del autor, se debe examinar la comunicación de los cambios que se desean realizar para que todos los involucrados estén al tanto y conscientes de dicha transformación. Por último, dentro de los factores relevantes para la implementación BIM se menciona la existencia de objetivos claros y un programa detallado con las actividades y pasos individuales que se seguirán durante la implementación (Rodríguez, 2019).

Aunado a esto, lograr que los equipos de diseño y de construcción generen diferentes “proyectos BIM” desde el inicio de la fase de diseño no es inmediato, requiere de tiempo y de capacitación de cada usuario y el esfuerzo colectivo para el aprendizaje de las herramientas y sus funciones, así como los alcances y limitaciones que estas presentan.

No obstante, estos factores y recomendaciones mencionados anteriormente, requieren una guía y objetivos claros que permitan el proceso. Debido a esto, la Universidad de Pennsylvania elaboró el Plan de Ejecución BIM (BEP por sus siglas en inglés, *BIM Execution Plan*), el cual es:

un documento en el que se definen las bases, reglas y normas internas de un proyecto que se va a desarrollar con BIM, para que todos los implicados hagan un trabajo coordinado y coherente. Es contractual, y normalmente lo desarrolla el técnico con rol de BIM Manager del estudio de arquitectura de acuerdo con los Requerimientos de información del Cliente, y se adhieren a él todos los agentes que intervienen (Espacio BIM, 2018).

Este plan consta de “capítulos guías” para la elaboración de un BEP según cada obra de construcción y la definición de sus usos, procesos, roles, responsabilidades, flujos de trabajo, entregables, entre otros. De igual manera, este documento proporciona una serie de apéndices que incluyen ejemplos, plantillas, hojas de trabajo, y recomendaciones para que los desarrolladores puedan completar la información y los objetivos en los que desean enfocarse.

Según el estudio de referencia mundial redactado por la Universidad de Pennsylvania “*The Use of BIM*”, existen 25 usos que se le pueden dar a un modelo creado bajo esta metodología, estos son:

1. Modelado de condiciones existentes.
2. Estimación de costes.
3. Fase de Planificación 4D: 3D + Tiempo.
4. Análisis de emplazamiento.
5. Programación.
6. Revisión del diseño.
7. Validación de códigos.
8. Sostenibilidad y Evaluación LEED.
9. Análisis de las ingenierías: estructural, iluminación, energético, mecánico y otros.
10. Análisis de las ingenierías: Estructural.
11. Análisis de las ingenierías: Iluminación y Electricidad.
12. Análisis de las ingenierías: Energético.
13. Análisis de las ingenierías: Climatización y Mecánico.
14. Autoría de diseño.
15. Coordinación 3D.
16. Control y planificación 3D.
17. Producción digital.
18. Diseño en la construcción.
19. Planificación de implantación en obra.
20. Registro del modelo.
21. Plan de emergencias.
22. Gestión de espacios.
23. Gestión de activos
24. Análisis de sistema de edificio
25. Programación de mantenimiento

Estos usos en conjunto con la definición de los objetivos permiten la definición de la utilización final del modelo digital desarrollado y los beneficios representados para los usuarios,

profesionales y clientes; en el siguiente tema se abordarán estas ventajas de manera más amplia. Una vez definido el uso, que se complementará entre varios, pero no la totalidad de la lista, se debe considerar el tipo de proyecto al que se le quiere implementar la metodología, ya sean edificaciones, infraestructura, ingenierías, construcción, fabricación de planos de taller, dirección de proyectos, paisajismo o topografía. De esta manera, se puede realizar un modelo adecuado y personalizado según sea el proyecto por desarrollar.

2.1.4 Beneficios del BIM

La tecnología BIM hace referencia a la metodología de trabajo colaborativo donde se pueden administrar cada aspecto referente al diseño y mantenimiento de las edificaciones, con el fin de evitar la pérdida de recursos o el gasto innecesario de tiempo y materiales. Cabe destacar que estos modelos en tres dimensiones también se pueden visualizar en tiempo real según el progreso de los modeladores o profesionales involucrados, así como simulaciones que permiten identificar el avance de la edificación.

Es importante mencionar que BIM permite un análisis previo de la obra, lo que se traduce en un ahorro significativo en costos posteriores y una economía colaborativa para los contratistas, clientes y dueños de las edificaciones.

El BIM permite elaborar un modelo virtual de la obra y analizarlo de forma conjunta por parte de todos los actores que participarán en su construcción para evaluar su viabilidad, detectar los problemas que pueden surgir durante su ejecución y prever las soluciones necesarias. El objetivo es que las dificultades estén resueltas antes incluso de iniciar la construcción para poder trabajar sin sobresaltos y con un flujo continuado, lo que supone un importante ahorro de recursos materiales, económicos y de tiempo. (CCC, 2019)

Entre algunos de los beneficios de BIM se menciona el sistema de información interrelacionada que se entrega al finalizar la obra al propietario o administrador, quien tiene acceso a todas las especificaciones de su edificación. De igual manera, la operación del edificio y su control de vida útil permiten una gestión alentadora para los usuarios finales del proyecto.

Además, el trabajo colaborativo donde los representantes de las diferentes disciplinas pueden aportar experiencias y competencias durante el proceso de diseño y ejecución de la obra manifiestan una ventaja provechosa. Sobre la solución de problemas habituales en campo, el trabajo en tres dimensiones permite evitar los retrasos y costos adicionales, ahorrando dinero y tiempo, ya que permite a los usuarios visualizar con anterioridad y tiempo suficiente para resolver las interferencias presentadas, tal como se muestra en la figura 2. Visualización de Modelo digital 3D.

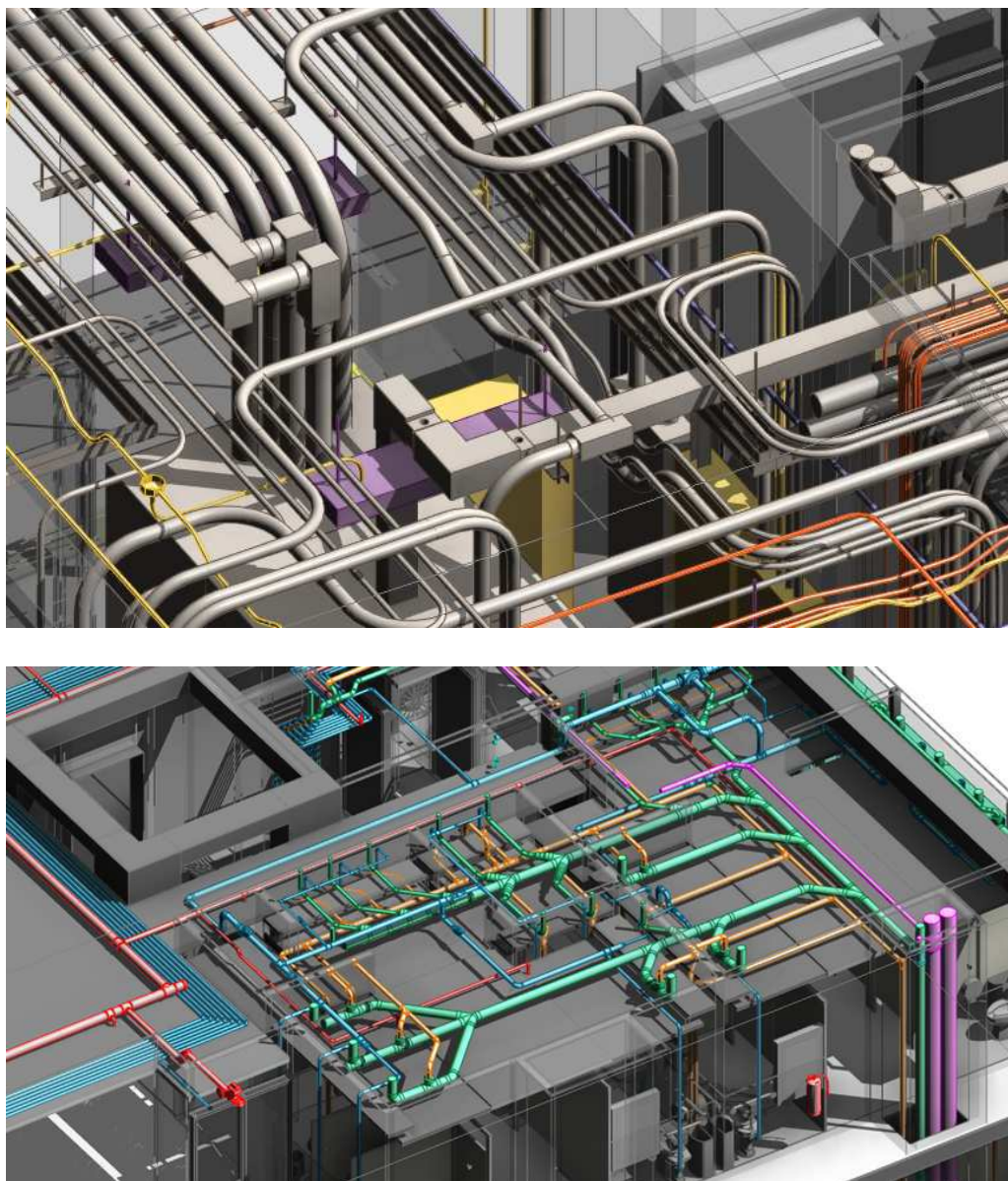


Figura 2. Visualización de Modelo digital 3D. Fuente: Autoría propia.

Con respecto a los beneficios para el medio ambiente, la evaluación energética del edificio es permitida por medio de esta metodología, lo que faculta la búsqueda de soluciones sustentables desde la fase conceptual, basadas en temas de radiación solar, cálculos de ingeniería y distribución arquitectónica adecuada para el funcionamiento eficiente de los edificios o viviendas, así como el impacto ambiental en proyectos de infraestructura pública. Todos estos resultados se pueden complementar con otras herramientas específicas para tomar las decisiones más asertivas.

Asimismo, los actores involucrados pueden previsualizar el proyecto con mayor detenimiento y hacer los comentarios respectivos, tales como en la fase de anteproyecto o durante la tramitación de permisos ambientales o municipales, entre otros. También, mejora el acceso a la información, a la transparencia y a la trazabilidad del proyecto, logrando un mayor control de todos los procesos y, por ende, mayor productividad. Debido a esto, la ejecución de la obra obtiene resultados positivos y brinda oportunidades de involucramiento de otros profesionales para incentivar la instauración de nuevas formas de construcción y producción.

Es relevante mencionar que las ventajas que presenta BIM varían de un usuario a otro, por ejemplo, los beneficios que puede percibir un arquitecto son diferentes a los de un ingeniero o a los de un maestro de obras y constructor, ya que requieren diferentes insumos para cumplir las tareas encomendadas. No obstante, el interés común por la efectividad del trabajo realizado por medio del empleo de las herramientas tecnológicas permitirá una finalidad positiva para los involucrados.

Pero la implementación BIM no solo implica el conocimiento de los distintos *softwares* utilizados y las ventajas que estas herramientas ofrecen, o el conocimiento técnico referente a terminología, etapas de entregables y alcances de las obras, también abarca un cambio cultural en las empresas o profesionales que utilizan la metodología, tales como reformas al tema contractual y administrativo de las empresas.

En este sentido, esta implementación también sugiere un mercado de nuevas posibilidades de creación de empresas o cambios de enfoque de las presentes. Cabe mencionar que existen compañías que han implementado BIM dentro de sus procesos, de manera que según Construcciones Bim21 (s.f.) una empresa constructora española especializada en el diseño, fabricación e instalación de construcciones modulares y convencionales por medio de la

tecnología, crearon un procedimiento de fases para la entrega de su producto final, donde en la primera fase diseñan la estructura de sus edificaciones y en conjunto con la realidad virtual, el cliente puede visualizar el proyecto para conocer su aspecto, costos y tiempo de ejecución, el impacto ambiental y el mantenimiento del mismo, de manera que ahorra tiempo, dinero e interferencias que se podrían presentar en el campo, para generar planos acertados y una planificación adecuada. Posteriormente, en la segunda fase construyen la edificación a partir de planos, todo esto por medio de la tecnología BIM, y en una tercera fase transportan y realizan el montaje de edificio.

Este tipo de acciones suponen un avance en la implementación BIM enfocada en los procesos de la industria constructiva, pero se debe considerar que, como se mencionó anteriormente, se debe determinar el uso final de la utilización de la tecnología. La correcta evaluación de la necesidad de la implementación de la tecnología y lo que se espera de ella es el punto clave para un correcto desenvolvimiento de la herramienta y su idónea aplicación.

2.2 Cooperación internacional: Concepto y estructura

Posterior a la Segunda Guerra Mundial se instauraron canales formales de cooperación entre los Estados para abordar las consecuencias desafortunadas a nivel humano, económico y político, de esta manera, se implementaron mecanismos de ayuda internacional. Con el paso de los años, esta intervención evolucionó para atender problemáticas como la seguridad, el desarrollo sostenible, el cambio climático, los derechos humanos, la igualdad de género, la alimentación mundial, la gobernanza y el terrorismo (Roldán, s.f.).

Pero la cooperación no solo engloba la ayuda brindada por los Gobiernos, también abarca el apoyo de diferentes actores internacionales como lo son las agencias ejecutivas, instituciones, empresas, las organizaciones no gubernamentales, así como las alianzas estratégicas entre regiones para promover el desarrollo económico y social por medio de una transferencia o préstamo de recursos como la tecnología, asistencia técnica o alimentaria, conocimiento, dinero o protección en diferentes situaciones.

Savino (2016, citando a Barbé) entiende la cooperación como un elemento del continuum conflicto-cooperación, que define las interacciones latentes en los procesos que tienen lugar en el

sistema internacional, de esta manera, los países colaboran mutuamente para el beneficio de la eficiencia y el bienestar común. La autora, basándose en Barbé, también distingue tres tipos de cooperación internacional: política, económica y técnica, así como la formalización de esta cooperación, ya sea por el mecanismo jurídico formal, tratados, organizaciones internacionales o como acuerdos políticos. A su vez, define el criterio de clasificación en dos actores, entre gubernamentales y no gubernamentales, la primera siendo bilateral, multilateral o descentralizada (Savino, 2016).

Según Castro (2010, citando a la Agencia Peruana de Cooperación Internacional - APCI) la cooperación internacional es “un conjunto de acciones y herramientas de carácter internacional orientadas a movilizar recursos e intercambiar experiencias para alcanzar metas comunes, con criterios de solidaridad, equidad, eficacia, sostenibilidad, corresponsabilidad e interés mutuo”. Estos fines comunes consideran las habilidades que presentan los actores involucrados y el beneficio entre las partes implicadas.

Cabe mencionar que los recursos aportados pueden ser de naturaleza reembolsable o no reembolsable. Asimismo, según este autor, la cooperación fluye a través de la siguiente arquitectura:

- a. El **tipo de fuente** cooperante puede ser: cooperación oficial (bilateral, multilateral, horizontal a través de las agencias de cooperación internacional de los demás países) o cooperación no oficial (organismos no gubernamentales, a través de fundaciones, organismos no gubernamentales, entidades internacionales extranjeras de cooperación internacional, entre otras).
Pueden ser: verticales, cuando la cooperación internacional es de un país desarrollado hacia un país subdesarrollado. Horizontales, cuando la cooperación se da entre países en vías de desarrollo. Triangular, cuando un país es el vehículo de la cooperación de un país desarrollado hacia uno en vías de desarrollo.
- b. Los **instrumentos de cooperación** son: la cooperación técnica, la cooperación financiera/económica, la cooperación científica, la cooperación tecnológica, la cooperación cultural, las preferencias arancelarias, entre otros.

Los **instrumentos jurídicos** a los que hace uso la cooperación internacional son: los convenios o acuerdos, memorándum de entendimiento, nota diplomática, entre otros.

- c. Las **modalidades** de cooperación son: los proyectos, los programas, las donaciones, el asesoramiento, las capacitaciones, las becas, los fondos.
- d. Finalmente, los **procesos** que se desarrollarán a través de esta arquitectura serán los procesos desarrollados a través de: generación de políticas, investigación, intercambio de bienes y servicios, transferencia tecnológica y generación de competencias y capacidades. (Castro, 2010)

Bajo esta estructura, para el entendimiento de la presente investigación se puede analizar en primera instancia, el concepto de cooperación bilateral, la cual usualmente se desenvuelve en el marco de los convenios, acuerdos y programas entre los gobiernos de los países donde definen los alcances de dicha colaboración. Como se comentó anteriormente, esta cooperación puede ser vertical o norte-sur, u horizontal o sur-sur. Esta última, extiende la colaboración política, comercial, tecnológica, ayuda financiera e inversiones, entre otros, entre los países en vías de desarrollo; de esta manera, la investigación se enfoca en este tipo de alianza.

Según la Unidad Especial de Cooperación Sur-Sur del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se define como “un marco amplio de colaboración entre países del sur en el ámbito político, económico, social, cultural, ambiental y tecnológico que involucra a dos o más países en desarrollo y que puede tomar la forma de cooperación bilateral, regional, subregional o interregional”. Es decir, en este aporte mutuo los países comparten conocimiento, habilidades y recursos para lograr las metas de desarrollo propuestas, y a su vez, aumenta el flujo de inversión extranjera directa entre los países, la promoción de la integración regional y la transferencia de tecnología (SELA, s.f.).

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) por medio del fortalecimiento de la cooperación los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el Plan de Acción Mundial para las personas y el planeta se pueden lograr de una manera más asertiva. Asimismo, este tipo de cooperación “crea empleos, fortalece el comercio, mejora la infraestructura, transfiere tecnología, promueve la integración regional y beneficia a todos los países

involucrados” (PNUD, 2020). Cabe destacar, que en 2016 el PNUD apoyó más de 500 proyectos que utilizaron este tipo de colaboración en 127 países.

En este sentido, la CSS se ha visto como una nueva expresión del regionalismo debido a su creciente manifestación en los países, demostrando la capacidad y voluntad para contribuir en materia de experiencia y bienes públicos para mejorar la salud, educación y el bienestar social. (Tassara, 2013); cabe señalar que algunos intereses de los Estados para conformar estas agrupaciones regionales son: incrementar la competitividad para atraer mayores y mejores inversores, acrecentar su peso en el escenario internacional y propiciar las condiciones económicas.

Seguidamente, se define el instrumento de cooperación, que, en este caso, se refiere a la cooperación técnica, que corresponde al traspaso de conocimientos, técnicas y tecnologías que ayudan al agente receptor a desarrollar nuevas capacidades. Esta abarca distintas actividades como la asesoría y formación, programas de becas, apoyo institucional, apoyo al diseño de diferentes políticas, entre otras.

Asimismo, se debe comentar el concepto de la cooperación científica y tecnológica, ya que está inmersa en la relación con la innovación y globalización, la cual según Savino (2016, citando a Kern) se refiere la integración de

un conjunto de actividades que, a través de diversos actores – individuos, grupos de investigación o instituciones de diferentes países- y de múltiples instrumentos, implican una asociación y colaboración para la consecución de objetivos acordados conjuntamente, así como para la obtención de un beneficio mutuo en el ámbito de la investigación, el desarrollo científico y tecnológico y la innovación (Savino, 2016).

Para el acatamiento adecuado de una colaboración en esta materia se debe contemplar las capacidades de los actores involucrados y su respectivo complemento, ya que, si esta relación es beneficiosa para ambos, el interés de las actividades se mantendrá a lo largo de la unión.

Siguiendo a Savino (2016) existen paradigmas teóricos en las Relaciones Internacionales que difieren en su concepción con respecto a la tecnología, así como su difusión y función dentro del sistema internacional, ya que en ocasiones es considerada como un recurso de poder estatal, en este sentido, la autora ejemplifica que en el realismo estructural, la tecnología podría ser

cuantificada a fin de poder establecer “una posición relativa para ser comparada con el resto de los Estados”, y de esta manera su importancia radicaría en la distribución del poder entre las naciones; asimismo, desde esta visión, la innovación tecnológica tendría relevancia en el mantenimiento de la estructura internacional. No obstante, también presenta la visión neoliberal, donde enfoca “los efectos que producen las nuevas tecnologías en el sentido de facilitar la interconexión de los actores y multiplicar los canales de comunicación”, esto muestra los resultados del uso de las técnicas innovadoras y no su concepción y función.

Por último, la autora justifica la teoría crítica de Cox, donde

se plantea una relación dinámica entre proceso y estructura, y centra el análisis en el nivel de las fuerzas sociales, más allá del Estado, condicionado por la estructura. Desde una perspectiva crítica, Cox plantea la vinculación entre tecnología y relaciones internacionales a partir de las fuerzas sociales, que constituyen elementos potenciales de cambio, advirtiendo cómo la estructura histórica actúa como un mecanismo de selección de tecnologías y condiciona la difusión del desarrollo tecnológico (Savino, 2016).

El nexo existente entre estos términos y su efecto permiten una colaboración entre los diferentes actores internacionales y el desarrollo de los procesos en el sistema internacional.

La capacidad de cooperación entre las naciones dentro las relaciones internacionales habilitan el intercambio y progreso de herramientas útiles que permiten que los Gobiernos prosperen y logran metas en conjunto, sin rezagos; bajo este contexto es importante mencionar que la presente investigación propone una implementación de tecnologías avanzadas en el sector constructivo, por medio de la cooperación bilateral técnica y tecnológica, para lograr metas en esta materia y abarcar una serie de problemáticas nacionales e internacionales que se han estudiado, como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, relacionados al tema en cuestión, citados por los miembros de Naciones Unidas; este tema se abarcará con mayor detalle a continuación.

2.3 Objetivos para el Desarrollo Sostenible y su relación con el sector constructivo

En septiembre de 2015, los líderes de los países adoptaron un conjunto de objetivos globales como parte de la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, llamados Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS 17) enfocados en temas de erradicación de la pobreza, protección del planeta, educación, igualdad de la mujer, diseño de las ciudades, prosperidad de las naciones y el bienestar común. Estas metas se propusieron para alcanzarlas en 15 años, por lo que los Gobiernos han buscado maneras de lograrlas y esto ha producido relaciones eficaces entre los Estados.



Figura 3. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente: Naciones Unidas.

Como primer objetivo relevante a la investigación, se encuentra el Objetivo número 9 “Industria, Innovación e Infraestructuras”, relacionado con la inversión en infraestructura como transporte, energía, tecnología de la información y las comunicaciones. Este objetivo conecta la necesidad de empoderamiento de las sociedades para lograr una mayor estabilidad social y desarrollar ciudades sostenibles y resistentes al cambio climático en conjunto con la innovación por medio de los avances tecnológicos.

El progreso tecnológico debe estar en la base de los esfuerzos para alcanzar los objetivos medioambientales, como el aumento de los recursos y la eficiencia energética. Sin

tecnología e innovación, la industrialización no ocurrirá, y sin industrialización, no habrá desarrollo. Es necesario invertir más en productos de alta tecnología que dominen las producciones manufactureras para aumentar la eficiencia y mejorar los servicios celulares móviles para que las personas puedan estar conectadas (Naciones Unidas, s.f.).

Dentro de este contexto, la necesidad de inversión en el sector promueve las metas planteadas por los dirigentes con respecto al aumento de investigación científica y la capacidad tecnología de los países en desarrollo, así como las comunicaciones y el acceso universal.

Por otra parte, se menciona el Objetivo número 11 “Ciudades y Comunidades Sostenibles” que promueve que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, por medio del mejoramiento de la planificación y la gestión urbana. Cabe mencionar que el deterioro de la infraestructura, la rápida urbanización de la población y la presión que esta ejerce sobre los servicios básicos y la salud pública son parte de las problemáticas comunes de las comunidades, así como la contaminación atmosférica, entre otros. Asimismo, entre las metas de este objetivo se menciona un apoyo a los países menos adelantados mediante asistencia financiera y técnica para la construcción de edificios sostenibles y resilientes y el uso de materiales locales para este cometido, por lo que se resalta la cooperación entre los países para lograr un desarrollo urbano para el beneficio y bienestar no solo de los involucrados, sino también del resto de los espectadores.

Por último, se abarca el Objetivo número 17 “Alianzas para Lograr los Objetivos” referente a las alianzas mundiales para el desarrollo sostenible, estos vínculos mencionan actores públicos y privados como los gobiernos, sector privado y la sociedad civil. Entre estas coaliciones se han realizado financiamientos y prestación de servicios fijos masivos, entre otros. A continuación, se presentan dos metas propuestas relacionadas directamente entre las alianzas mundiales y la presente investigación:

17.6 Mejorar la cooperación regional e internacional Norte-Sur, Sur-Sur y triangular en materia de ciencia, tecnología e innovación y el acceso a estas, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas, incluso mejorando la coordinación entre los mecanismos existentes, en particular a nivel de las Naciones Unidas, y mediante un mecanismo mundial de facilitación de la tecnología

17.16 Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo (Naciones Unidas, s.f.)

De esta manera, se entiende la demanda global por el desarrollo de la cooperación de los países a nivel regional e internacional para el cumplimiento de los ODS, en función de proteger el medio ambiente y establecer ambientes para compartir conocimiento y experiencias en distintos ámbitos, logrando que las comunidades puedan avanzar, desarrollarse y ofrecer alternativas a otras comunidades creando una red de colaboración recíproca para el bienestar común.

2.4 Relaciones bilaterales entre la República de Chile y la República de Costa Rica

Las relaciones entre la República de Chile y la República de Costa Rica se han desarrollado durante varios años, debido a que la política exterior y la perspectiva de ambos se basan en principios y valores universales afines, tales como la defensa de la democracia representativa, la promoción de los derechos humanos, la lucha por la paz y el desarme, la protección del medio ambiente y la búsqueda del desarrollo humano, lo cual los ha colocado en posiciones comunes a nivel internacional y ha propiciado acuerdos en estas materias en conjunto con la apertura comercial, seguridad colectiva y estrategias de desarrollo y cooperación. Cabe mencionar que según la Política de Cooperación Internacional 2014-2022 presentada por la República de Costa Rica: “La referencia constitucional que se vincula con la cooperación internacional se refiere a los Tratados Internacionales (artículo 121, incisos 4 y 15, así como el artículo 140 inciso 10). Estos instrumentos tienen rango superior a la ley excepto a la Constitución (artículo 7)”.

Dentro del contexto histórico de las relaciones entre ambos países, este vínculo oficial se inició en 1850 con el nombramiento de John Tompson como cónsul general honorario de Costa Rica en Valparaíso; posteriormente, el nexa se formalizó en 1856-1857 con el envío recíproco de

misiones diplomáticas especiales y la firma de los tratados Montúfar-Astaburuaga sobre los asuntos consulares y la unión continental en 1857 (MRREE Costa Rica, s.f.).

Cabe citar que en 1998, durante la II Cumbre de las Américas, los presidentes de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Chile acordaron en el fortalecimiento de las relaciones comerciales por medio de un acuerdo internacional en esta materia, negociando de esta manera, el Tratado de Libre Comercio, de tal forma que se lograron convenios a nivel regional y bilateral entre los países centroamericanos con el Gobierno chileno. Posterior a una serie de negociaciones sobre temas de condiciones de acceso a productos costarricenses en Chile, seguridad del ingreso de estos productos, promoción de la competitividad y las inversiones costarricenses entre otros, en 1999 se realizó un acuerdo bilateral entre la República de Costa Rica y la República de Chile. Este tratado representó una apertura comercial para ambos países donde se vieron beneficiados mutuamente.

Seguido de este tratado, los vínculos se profundizaron con una serie de memorándum celebrados entre el expresidente costarricense, el señor Oscar Arias y la expresidenta Michelle Bachelet durante el 2006 en materia de cooperación en diferentes áreas como la pesca y la agricultura, el turismo, las pequeñas y medianas empresas. Durante el siguiente año, 2007, la señora Bachelet anunció la creación de un fondo destinado a la innovación en Centroamérica, financiando la cooperación técnica, que incluía becas, pasantías y la difusión de diversos proyectos de innovación tecnológica.

En 2008, bajo este proceso de colaboración, se suscribe el Acuerdo Integral de Asociación (AIA) y la Declaración Conjunta, este acuerdo institucionaliza “todos los ámbitos de las relaciones binacionales, generando instancias de diálogo en materia política, económica-comercial, y de cooperación y cultura” (MINREL Chile, s.f.). De acuerdo con este convenio, se crea un Consejo de Asociación, un Reglamento Operativo a este Consejo y una Subcomisión Medio Ambiental.

Es importante mencionar que, según datos de la Cámara de Comercio Exterior (COMEX) y del Ministerio de Relaciones Exteriores de Costa Rica, debido al TLC Centroamérica-Chile y el Protocolo Bilateral Chile-Costa Rica, durante el periodo 2009-2018 “el flujo comercial bilateral con Chile creció a una tasa anual promedio de 5,6%, alcanzando un monto de US\$ 313 millones en 2018. Las exportaciones registraron un crecimiento promedio anual de 6,4%,

mientras que las importaciones crecieron 5,5%” (MRREE Costa Rica, s.f.), lo que representa un crecimiento positivo para ambas naciones, en setiembre del 2018, posterior a la reunión de la Comisión de Libre Comercio, se comenzaron a trabajar en conjunto los acuerdos alcanzados en temas de reglas de origen, medidas sanitarias, y la promoción de inversiones y proyectos de cooperación comercial.

Durante el 2017, el ministro de Obras Públicas de ese año, el señor Alberto Undurraga, visitó Costa Rica y sostuvo reuniones con su homólogo costarricense, el señor Carlos Villalta, y representantes de la Cámara Costarricense de la Construcción para tratar diversos temas. Por otro lado, en materia de cooperación técnica, en 2017 los ministros de Relaciones Exteriores, el señor Manuel González y el señor Heraldo Muñoz, suscribieron el Convenio de Reconocimiento de Diplomas y Certificados de Estudios de Educación General Básica y Educación Diversificada o Educación Media, para el beneficio de los estudiantes que cursan estudios o trabajan en ambos países.

Los Cancilleres reconocieron que los Programas de Cooperación Técnica Chile-Costa Rica constituyen un ejemplo gratificante de las posibilidades que genera el intercambio de Cooperación Sur-Sur, en términos de aprendizaje y del trabajo conjunto para el fortalecimiento de las capacidades institucionales que promueven y desarrollan políticas públicas para la gestión de la cooperación internacional al desarrollo (Mora A. , 2017).

Asimismo, en 2018, durante la V Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica entre ambas naciones se presentó el Balance de situación del Programa de Cooperación Bilateral 2015-2017, en el que se resaltó la ejecución del 83% de los proyectos aprobados y se estimaba cumplir con el 100% al finalizar el año. Posteriormente, presentaron el Programa de Cooperación Técnica Bilateral para el periodo 2018-2020 el cual incentivaba las áreas de desarrollo social, medio ambiente, fortalecimiento institucional, desarrollo agropecuario, rural y seguridad alimentaria, vinculados al cumplimiento de los ODS (MIDEPLAN, 2018).

De esta manera, se puede comentar que gracias al fortalecimiento de la Cooperación Sur-Sur y la Cooperación Triangular se ha impulsado el intercambio de conocimiento y experiencia entre las instituciones involucradas, propiciando el desarrollo y la contribución al cumplimiento de los objetivos comunes de desarrollo para los países involucrados.

2.5 Marco histórico del sector constructivo en la República de Chile

Dentro del contexto histórico de la República de Chile con respecto al sector edilicio o de la construcción, es importante mencionar que este sector es uno de los más importantes de la economía chilena, debido al aporte del 7% que representa en el PIB, así como a la formación bruta de capital fijo-agregada con un 64%, además, la construcción en Chile aporta el 10.6% de empleos. Sin embargo, la volatilidad del sector provoca que las inversiones en construcción se vean afectadas y algunos empresarios tengan indecisión en sus disposiciones con respecto al sector.

En términos de datos informativos sobre el mercado de la construcción y las expectativas de los inversionistas, según el Informe Macroeconomía y Construcción de noviembre 2018, de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) “es probable que la mayor incertidumbre en torno a la reforma tributaria durante los años 2014-2017, acentuara el efecto del término del ciclo de las inversiones mineras en la actividad de la construcción”, lo que subraya un efecto directo en el desarrollo del sector (CChC, 2018). No obstante, a pesar de esto, en el informe presentado el año siguiente, 2019, se mencionó que el Índice Mensual de Confianza Empresarial (IMCE) tuvo una recuperación y registró 50.7 puntos en el primer trimestre de ese año, superando la puntuación de 47.6 puntos del año 2018 y los 25.2 puntos percibidos en 2017 (CChC, 2019).

Cabe mencionar que el mercado chileno produce la infraestructura física de casi todos los sectores económicos definiéndose en dos bloques: el de vivienda que alberga la vivienda pública y la vivienda privada, y en el sector de infraestructura albergando la pública y privada. Según datos de ICEX España Exportación e Inversiones (2018) la Cámara Chilena de la Construcción estimaba que el tamaño de la industria ascendía a 23 417 millones de euros (aproximadamente 25 705 millones de dólares), con una inversión promedio del 41% en la infraestructura productiva (Vidal Erecacho, 2018). Es por esta razón que la necesidad de construir de manera rápida y eficiente, con planificación adecuada de presupuestos, contratos y recursos tanto humanos como materiales, es prioritaria para el sector AEC.

De esta demanda, nació BIM Fórum Chile, una instancia técnica y permanente que trabaja en coordinación con la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, que convoca a las instituciones y profesionales a compartir sus

experiencias con la metodología BIM, y busca posicionarse como principal referente técnico en BIM. Cabe mencionar que BIM Fórum Chile asumió la coordinación de BIM Fórum LATAM en 2017, con el propósito de promover la colaboración entre las entidades de distintos países latinoamericanos para facilitar la internacionalización a diferentes mercados y la colaboración y coordinación de proyectos multinacionales. BIM Fórum LATAM está compuesto por Chile, Argentina, México, Colombia, Costa Rica, Uruguay, El Salvador, Honduras, Panamá y España, por medio de las cámaras de la construcción de cada país, así como la participación en la Federación Interamericana de la Construcción (FIIC) y la Red Interamericana de Centros de Innovación Tecnológica (INCONET) (BIM Forum Chile, s.f.).

Por su parte, en 2016 nace el proyecto Planbim, como una iniciativa gubernamental del Comité de Transformación Digital (CTD) de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) e impulsada por el Programa Construye2025, que contiene como meta la utilización de la metodología BIM para el desarrollo y operación de los proyectos de edificación e infraestructura pública al año 2020, por medio de la generación de un estándar y los requerimientos para las licitaciones públicas. Previo a la instauración del proyecto se suscribió un convenio de colaboración entre el Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el Ministerio de Economía y Fomento y Turismo, el Ministerio de Hacienda, CORFO, la Cámara Chilena de la Construcción y el Instituto de la Construcción, para fortalecer el crecimiento y el dinamismo requerido en la industria, por medio de procesos más eficientes y capacitaciones en el ámbito en conjunto con nuevas tecnologías (Planbim Chile, s.f.)

Planbim incentiva la adopción adecuada de BIM en aras de aumentar la productividad de la industria de la construcción en el país. Entre sus objetivos se encuentran la reducción de costos y plazos de los proyectos públicos y la eficiencia de la operación de la infraestructura; este proceso contiene dos metas, la primera se refiere a la utilización de la metodología BIM y la operación de proyectos bajo esta modalidad, y la segunda es sobre la integración de BIM y la plataforma DOM en línea para solicitar permisos de edificación por medio de una plataforma *online* (Edifica Chile, 2019).

En 2017, Planbim de CORFO desarrolló un convenio de transferencia tecnológica con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) para cumplir el plan de trabajo que contempla como líneas de trabajo el capital humano, las tecnologías de la información, estándares y

procesos. Seguidamente, durante el 2018, el equipo de Planbim y un grupo multisectorial trabajaron en el desarrollo del Estándar BIM para Proyectos Públicos: Intercambio de Información entre Solicitante y Mandante, como base para el estudio de normativas, estándares, protocolos, guías y documentación BIM relevante.

El Estándar BIM forma parte esencial de la modernización y transformación digital que el Estado está impulsando. En el Minvu será clave para mejorar la eficiencia de nuestro trabajo y nos permitirá mejorar la calidad, trazabilidad y disponibilidad de la información de los proyectos que aquí se trabajan Cristián Monckeberg, Ministro de Vivienda y Urbanismo. (Edifica Chile, 2019)

Con respecto al Estándar BIM, cabe mencionar que este se realizó en alineación con otros estándares internacionales sobre el intercambio de información BIM, incluso se describen la base conceptual y tecnológica para su desarrollo. Esto permite una interacción a nivel internacional y abre un camino de colaboración y entendimiento en el sector construcción y la tecnología de la nueva era.

Por su parte, según datos del sitio web oficial de Planbim aproximadamente se han capacitado 1517 personas por medio de becas de capital humano de CORFO, 1374 estudiantes de liceos técnicos de Chile han sido capacitados con la metodología y el 90% de las universidades declara que enseñan BIM (Planbim Chile, s.f.).

Como parte de los objetivos del equipo chileno también figura la estandarización a nivel latinoamericano, por lo que en 2018 impulsó la creación de una red de Gobiernos de la región llamado Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos (Red BIM GOB LATAM), para promover la utilización de la metodología BIM en los proyectos de construcción, para ampliar las oportunidades de exportación de servicios entre las empresas de los diferentes países y crear espacios de entendimiento del trabajo BIM en las naciones de la región.

Cabe referirse a la votación para la elección del primer presidente de la Red, este puesto lo obtuvo la señora Carolina Soto, directora ejecutiva de Planbim, quien en conjunto con su equipo de Planbim promovieron la formación del grupo basándose en la Comunidad Europea y la Declaración BIM de la Directiva 2014/24/UE aprobada por el Parlamento Europeo y la Comisión de la Unión Europea.

Por su parte, entre los objetivos de la Red figura aumentar la productividad de la industria de la construcción a través de la transformación digital, por medio de programas nacionales de implementación de BIM de manera colaborativa, promoviendo a su vez, lineamientos comunes en referencia a estándares y procesos BIM que ayuden a fortalecer el intercambio comercial y de conocimiento en los países de la región latinoamericana.

Asimismo, es relevante mencionar que el fomento a la formación de capital humano y el incentivo a obtener el conocimiento en el campo de las tecnologías permitirán una mayor interacción entre los actores públicos y privados, y, por ende, un aumento en la productividad y efectividad de estos. En la actualidad, la Red BIM GOB LATAM cuenta con ocho países integrantes: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay, y con financiamiento basal por parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) debido a la aprobación del financiamiento en 2019, como se puede observar en la siguiente figura:

Las 13 propuestas a ser financiadas en el 2019 son:

Propuesta	Países Participantes*
Plataforma de Información Territorial para la Integración y Convivencia Social de Inmigrantes	BR, CH, CR, EC, UR
Estructuración financiera y homogeneización regulatoria para la reducción de la brecha digital en Centroamérica	BE, ES, HO, ME, NI, PN, RD
Creación de la Red Building Information Modelling (BIM) de Gobiernos Latinoamericanos	AR, BR, CH, CO, CR, PE, UR
Programa Regional de Contratación Pública para la Innovación y el Desarrollo del Sector Privado en el Caribe	BH, GY, TT
Creación del Observatorio Latinoamericano del Agua (OLAS)	BO, CO, CR, EC, PE, PN
Programa de Incentivo y Apoyo a la Transición a la Electromovilidad en América Latina y el Caribe	EC, PN, PY
Mejora de la Eficiencia a través de Sistemas Comunitarios Portuarios y Ventanillas Únicas para el Comercio	GY, JA, TT
Plataforma de Información sobre Infraestructura Social Accesible para Avanzar en la Inclusión de los Discapacitados	AR, BO, HO, ME
Fortalecimiento de la Red de Servicios Públicos de Empleo (Red SEALC) para afrontar los retos de las nuevas tecnologías en el mercado laboral e incluir a la población migrante	CO, EC, HA, ME, PE, PN
Fortalecimiento de la capacidad regional para la integración e inclusión social de poblaciones migrantes	CO, CR, EC, PE
Sistemas de salud eficientes: hoja de ruta para la reducción de enfermedades y muertes en pro de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 de la Región SICA	ES, PN, DR
Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas	AR, BR, CO, ME, PE, PY, DR, UR
Mejorando los sistemas de información de migraciones en la región	CH, CO, PE

Figura 4. Banco Interamericano de Desarrollo: Propuestas a ser financiadas en el 2019.

2.6 Marco histórico del sector constructivo en la República de Costa Rica

Para comprender la situación actual del sector constructivo en la República de Costa Rica es necesario conocer el contexto histórico y la evolución que ha tenido en los últimos años. Cabe mencionar que con respecto al PIB Total y el PIB Construcción en términos nominales, este representa cerca del 4.0% de la producción total del país (2019). Sobre el PIB real del sector construcción en 2016 mostró un decrecimiento de -3.4% con respecto al año anterior, en 2017 presentó -2.1%, en 2018 mostró un crecimiento del 8.0%, impulsado por la construcción privada en edificaciones comerciales e industriales, y en 2019 hubo un decrecimiento del -10.7%, debido al menor dinamismo en las actividades por la falta de confianza de los inversionistas y consumidores, así como una menor ejecución de obras públicas según lo programado. Para el año 2020 se proyecta un decrecimiento del -8.7% como parte de la desaceleración causada por el COVID-19 y la economía nacional (CCC - Informe Económico, 2020).

Con respecto al Índice de Competitividad Global emitido en el reporte de *World Economic Forum* (2018) Costa Rica se posiciona en la cuarta posición de los países latinoamericanos más competitivos, precedida por Chile, México y Uruguay. Cabe mencionar que Chile se posiciona en primer lugar y en el puesto 33 a nivel mundial. Asimismo, se señala que la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D) entre 2012 y 2016 fue de \$280 millones, representando el 0.53% del PIB (MIDEPLAN, 2019).

En cuanto a la tendencia según el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) el sector mostró decrecimientos desde enero de 2013 hasta julio de 2014, y los posteriores cinco meses del 2014 el sector creció hasta octubre de 2015. No obstante, se dio una desaceleración desde diciembre del 2015 hasta septiembre de 2016, y a finales de ese mismo año se dio un repunte; sin embargo, este no se prolongó y en enero de 2017 se inició un proceso de desaceleración que llevo a decrecimientos hasta marzo de 2018. Durante los siguientes meses se dio una recuperación, pero en agosto de 2018 la desaceleración provocó que en los siguientes meses la cifra de crecimiento se mantuviera menor al 3% (CCC - Informe Económico, 2020)

Por su parte, según la Encuesta Continua de Empleo, del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), para el I Trimestre 2020 se contabilizaron 145 321 trabajadores ocupados en la rama de la construcción, aproximadamente 6800 empleos, además se reportaron 80 151 empleos

formales en el sector. En cuanto a las cifras de tramitación de área de construcción, la construcción costarricense ha presentado fluctuaciones en el periodo 2016-2019, según la base de datos del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) con respecto a los sectores de la construcción: vivienda (unifamiliar y condominios), industria (edificios industriales y bodegas), comercio (edificios comerciales y hoteles), oficinas (comerciales e institucionales) y otros (sitios de reunión pública, salud y edificios educacionales), en el periodo de enero y marzo de 2019 y 2020, se tramitaron cerca de 1441250 metros cuadrados para la construcción de edificaciones, mostrando un decrecimiento de -9.48% con respecto al año anterior. El sector vivienda representó el 45.34% del total tramitado seguido del sector comercial con 25.87%.

Por otro lado, es importante mencionar el Plan Nacional de Desarrollo (PND) “Alberto Cañas Escalante” de Costa Rica con vigencia del 2015 al 2018, que contenía temáticas delicadas en la agenda nacional como lo es la innovación tecnológica, el impulso del crecimiento económico y generación de empleo de calidad. Bajo este contexto, el plan buscaba promover las exportaciones de bienes y servicios e incentivar la atracción de inversión extranjera directa en el país centroamericano, e impulsaba una serie de metas en el sector de ciencia, tecnología y telecomunicaciones, tales como la promoción de implementación de actividades de innovación en las empresas establecidas en Costa Rica, el establecimiento de una Política Pública de Ciencia, Tecnología, Innovación y Telecomunicaciones, entre otros, en referencia al mejoramiento de los diferentes sectores económicos. Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2019 – 2022 de Costa Rica busca generar las condiciones de planificación urbana, así como la construcción de obras como puentes y vías para proporcionar un mejor servicio a los usuarios, acompañado de políticas y actividades que contribuyan a la descarbonización y la protección del ambiente (MIDEPLAN, 2019).

Entendiendo los datos anteriormente citados, se puede observar la importancia del sector en el progreso de país, así como el impacto de la inversión en la tecnología para el crecimiento económico, lo que trae consigo una serie de retos y oportunidades que presenta el ámbito. Entre algunos de estos que se pueden mencionar, se cita el faltante de personal calificado y no calificado para los proyectos presentados, así como la desigualdad en la oferta laboral para estos trabajadores. Asimismo, el exceso de la tramitología que retrasan los proyectos y provocan un aumento en los costos, y la falta de implementación de tecnologías y herramientas digitales que

adviertan los problemas en campo previo a la construcción, lo que afecta directamente el nivel de competitividad costarricense.

2.6.1 Construcción, Innovación 4.0 Costa Rica S.A. y BIM Fórum Costa Rica

En Costa Rica, la aplicación de los sistemas asistidos por computadora 2D se ha popularizado desde la década de los 90. En 2006 se comenzó a implementar programas informáticos que permitían un modelado en 3D, lo que se tradujo en 2012 y los años siguientes en un empleo frecuente en los proyectos nacionales. Desde 2016 distintas empresas han capacitado al personal en este tema y desarrollado distintos proyectos, sin embargo, no se ha esclarecido una ruta ni estándar que seguir para una colaboración homogénea.

Por su parte, la Sociedad Anónima “Construcción, Innovación 4.0 Costa Rica S.A.” perteneciente a la Cámara Costarricense de Construcción se creó en 2019 con la misión de mejorar la competitividad de la industria de la construcción nacional, siendo la institución articuladora técnica del sector e impulsando la productividad, innovación, sustentabilidad y transferencia tecnológica para estimular la preparación intelectual y promover iniciativas y la implementación de diferentes métodos en beneficio del sector, así como la documentación técnica necesaria para el desarrollo de estas metodologías y su adecuada aplicación.

Previamente, en 2017 la CCC había comenzado el trabajo de la implementación BIM donde conformó el Comité Técnico de carácter permanente: BIM Fórum Costa Rica, instancia que busca canalizar inquietudes técnicas y la información y conocimiento relacionado a BIM, a su vez, pretende capacitar por medio de la investigación y difundir buenas prácticas para el desarrollo tecnológico del sector y el mejoramiento de las técnicas referentes a BIM entre los profesionales e instituciones privadas y públicas costarricenses de la comunidad AEC, así como dirección de proyectos (BIM Forum Costa Rica, s.f.). Cabe resaltar que la orientación otorgada por el comité abarca desde el inicio de los proyectos en manera digital y el ciclo de vida de las construcciones e incluso el mantenimiento de ellas.

2.6.2 BIM para obras públicas en Costa Rica, un reto del Gobierno del Bicentenario

Como parte de las perspectivas posibles de la implementación BIM se encuentra el uso de la metodología en la ejecución de obras públicas y el proceso de contratación de estas. Las experiencias de países europeos y suramericanos han demostrado que la elaboración de un plan que contemple BIM en el proceso constructivo es viable, sin embargo, el proceso requiere de compromiso por parte de los Gobiernos y los profesionales involucrados. De esta manera, en Costa Rica, durante el Congreso BIM Costa Rica 2019, el despacho de la Primera Dama de la República, la asesora Andrea Fernández, en representación de la arquitecta Claudia Dobles Camargo presentó la iniciativa gubernamental para realizar un estándar de la metodología BIM para el diseño, mantenimiento de las obras y como parte de los requisitos en las licitaciones públicas de construcción. De tal manera que se impulsó el Plan Nacional BIM para satisfacer las carencias que existen en relación con la capacidad profesional y de herramientas tecnológicas para la eficiencia de los proyectos, lo cual se ha desarrollado mayormente en el sector privado.

Esta iniciativa nació en noviembre de 2018 por medio de la presentación del arquitecto Nayib Tala, exfuncionario del Ministerio de Obras Públicas de la República de Chile y actual colaborador del Banco Interamericano de Desarrollo, quien desarrolló el Plan BIM Chile. Asimismo, el Gobierno conformó la Comisión Nacional de Implementación del Plan BIM integrada por representantes del Ministerio de Educación, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Acueductos y Alcantarillados, Caja Costarricense del Seguro Social, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones y Presidencia, coordinados por el Ministerio de Planificación y Política Económica (MIDEPLAN) (CCC, 2019).

No obstante, esta iniciativa requiere de un esfuerzo mayor por parte del sector privado en comunión con el sector público, para lo cual se plantea la necesidad de una colaboración externa que guíe y capacite a los funcionarios públicos y usuarios privados a una implementación colaborativa, que favorezca a los involucrados y marque un precedente para los futuros profesionales. Este tema se abarcará con mayor detenimiento en el capítulo 4, donde se realizará el análisis referente a la información recopilada en el capítulo presente, así como la experiencia de los expertos a entrevistar y una exploración exhaustiva del tema en cuestión, para el crecimiento y desarrollo de las áreas preocupantes en la nación costarricense.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Este apartado tiene como objetivo identificar la estructura y metodología implementada para la realización del proyecto, contiene una explicación del enfoque y el diseño empleado en el trabajo, así como una descripción de las fuentes de información utilizadas y las unidades de análisis que requiere el documento.

En este sentido, el proyecto expuesto presenta un enfoque de carácter cualitativo, ya que se busca observar el entorno de la sociedad chilena, el proceso por el cual el país se ha desarrollado y las habilidades descubiertas a lo largo de esa transformación en la era digital, y posteriormente, realizar proyecciones en el territorio costarricense, que tomen como base la experiencia de la República de Chile y puedan aprender de las lecciones experimentadas por el país suramericano. Asimismo, se busca percibir si existe una necesidad de una cooperación abierta en el tema de tecnología avanzada en el sector de construcción entre ambas naciones.

El diseño aplicado es de carácter descriptivo, ya que se analiza el porqué de los hechos y se establecen las causas y efectos de la gestión en la industria de la construcción. De igual manera, la descripción del documento es fundamental para conocer e interpretar el tema tecnológico en el sector de construcción, sin interferir en la realidad de la situación de la industria en el país.

Del mismo modo, se pretende disponer de fuentes de información confiables y veraces, que permitan un mayor entendimiento del tema abordado, estas serán tanto primarias como secundarias. Por último, se aprovecha el uso de los instrumentos otorgados, tales como la revisión bibliográfica y entrevistas a especialistas en la materia, para complementar la investigación tanto en el tema de la implementación de tecnologías avanzadas en el sector de la construcción como en las relaciones bilaterales entre la República de Chile y la República de Costa Rica; de esta forma, se abarcará de manera amplia ambos temas para la integración de estos y la comprensión del análisis presentado.

3.1 Enfoque de la investigación

El proyecto de investigación puede desarrollarse en referencia a tres tipos de enfoque: el cualitativo, el cuantitativo y el mixto, que parte de la formación de los dos primeros. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), en su libro *Metodología de la Investigación*, el enfoque cualitativo “se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados. No se efectúa una medición numérica, por lo cual el análisis no es estadístico. La recolección de datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes” (p.17). Por su parte, en el enfoque cuantitativo se le da una mayor relevancia a la cuantificación y medición de procesos de manera estadística; y el enfoque mixto posee ambas orientaciones.

De igual manera, el enfoque de tipo cualitativo da importancia al contexto y a la realidad estudiada, involucrando un análisis histórico, su evolución y actualidad. Debido a esto los argumentos expuestos consisten en una recopilación de datos de diferentes fuentes de información y expertos.

La investigación realizada presenta un enfoque cualitativo, ya que cumple con las características mencionadas. Es decir, se busca estudiar el entorno de los países delimitados y tomar en consideración los datos y estadísticas recopilados por organismos externos, sin generar informes propios, y de esta manera desarrollar un análisis de la información proponiendo recomendaciones de mejora.

Asimismo, el documento relata la importancia que posee la implementación de tecnologías por medio de cooperación internacional, por esta casusa es imprescindible el uso de un enfoque que permita visualizar datos y perspectivas de fuentes variadas para desarrollar un análisis comprensible y, a su vez, crítico.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación explica el nivel de profundidad del estudio a realizar, existen tres tipos, el diseño explicativo, el diseño correlacional y el diseño descriptivo. Estas categorías representan la forma de exposición del tema desarrollado.

En el caso de la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto; por su parte, en la investigación correlacional se mide la relación entre dos o más variables.

En el presente trabajo, se utiliza un diseño descriptivo, ya que, describe situaciones y fenómenos a partir de la recolección de datos e información de las diferentes fuentes estudiadas y unidades de análisis, con el objetivo de concluir el tema basándose en los resultados obtenidos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño descriptivo tiene como propósito “medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.” (p. 82).

De esta manera, se evalúa el uso de este diseño para desarrollar el documento investigativo, ya que se acopla adecuadamente a los objetivos del trabajo y presenta una alineación de los temas expuestos de manera representativa.

Cabe mencionar, que los datos obtenidos permiten realizar predicciones aplicables a la República de Costa Rica, en relación con el sector constructivo y su impacto nacional. De esta manera, se canaliza la importancia de recolectar información relevante para el estudio, tales como el crecimiento de la República de Chile, los índices de producción, las implicaciones de la implementación de tecnologías avanzadas y la situación actual del país en esta materia, para crear un análisis integral.

3.3 Fuentes de información

Para la comprensión del tema expuesto es indispensable el uso de recursos y fuentes de información que permitan desarrollar un documento basado en investigaciones y perspectivas reales relacionadas a los objetivos planteados. En ese sentido, es preciso entender los conceptos presentados por medio de la recopilación de definiciones, así como estudios e indagaciones realizadas por expertos por medio de la compilación de datos de estos escritos.

Asimismo, es oportuno consultar la posición gubernamental con respecto a la implementación de tecnologías avanzadas en el sector de la construcción, para enfatizar el progreso en el trabajo de investigación de manera conveniente y apropiada. De igual manera, es de suma importancia conocer los criterios de profesionales especializados en el tema para enriquecer y sostener la investigación.

La definición de Danke, citado por Hernández, Fernández y Baptista (2014), indica que existen tres tipos de fuentes de una investigación: primarias, secundarias y terciarias. Sin embargo, para propósitos del presente estudio, se tomarán en cuenta las dos primeras únicamente.

3.3.1 Primarias

Las fuentes primarias son definidas por Hernández, Fernández y Baptista (2014) como directas, y proporcionan datos de primera mano, como entrevistas, testimonios, libros, artículos, antologías, tesis, videos, así como documentos oficiales, reportes y conferencias o seminarios. Entre algunos tipos de fuentes de información utilizados universalmente se mencionan:

- Las fuentes documentales: Informes de labores o documentos gubernamentales.
- Las fuentes bibliográficas: Libros, revistas, periódicos físicos y electrónicos.
- Fuentes electrónicas: Internet, como sitios especializados y de opinión de profesionales, revistas electrónicas, páginas web oficiales de las instituciones estatales e internacionales.

- Entrevistas a profundidad: Realización de entrevistas a profesionales expertos en el tema.

Para propósitos de esta investigación, es de interés resaltar que se va a hacer uso de fuentes primarias, y realizar entrevistas a diferentes personas en materia de cooperación internacional, tecnologías avanzadas en el sector constructivo y en iniciativas que velen por la implementación innovadora en la República de Costa Rica.

Asimismo, se buscarán artículos y referencia bibliográfica primaria donde se expongan los diferentes temas a tratar. De esta manera, se podrá crear una recopilación de información relacionada directamente con la investigación, ampliando positivamente el conocimiento del autor y los lectores de la tesina.

3.3.2 Secundarias

Por otro lado, las fuentes secundarias son definidas por los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) como listas, compilaciones y resúmenes de referencias o fuentes primarias publicadas en un área de conocimiento en particular. Por lo tanto, se puede decir que son documentos elaborados a partir de extractos recopilados de la información de las fuentes primarias.

Para efectos de la siguiente investigación, se contempla una población y una muestra específicas a las que se enfoca dicha indagación:

Población: La población a investigar sería la República de Costa Rica y la República de Chile.

Muestra: Sector enfocado a la cooperación técnica en materia de tecnología de la industria de la construcción en las Repúblicas de Costa Rica y Chile, reconocido como el sector AEC (*Architecture Engineering and Construction*).

3.4 Unidades de análisis

La unidad de análisis es “el fragmento del documento o comunicación que se toma como elemento que sirve de base para la investigación. Pueden clasificarse con arreglo a distintos criterios: según sea el contenido de base gramatical o no; según el significado” (Unidades de análisis, 2008). De esta manera, las unidades de análisis pueden ser unidades de observación o las propiedades estudiadas seleccionadas previamente para registrar la información recolectada. En este sentido, el concepto es aplicable a las situaciones y fenómenos, ya que para el estudio del tema se requiere una unidad o variable que pueda medirse u observarse.

Objetivo	Unidades de análisis	Definición Conceptual	Definición Operacional	Definición Instrumental
Definir el contexto de la República de Chile en el ámbito de la construcción y las plataformas colaborativas aplicadas en el campo durante el período 2016 y 2018.	Historia de la construcción en el período 2016-2018 de la República de Chile. Plataforma colaborativa BIM aplicada en el periodo 2016-2018.	Según Vidal (2018) “El sector de la infraestructura en Chile es un mercado maduro, con importante presencia de inversores y promotores internacionales, reducida participación de actores distintos a los “tradicionales”. Desde el punto de vista de la financiación, el mercado cuenta con disponibilidad de recursos/liquidez frente a la reducida cartera de proyectos”. (Vidal Erecacho, 2018) Según Bnamericas (2019) “A principios de 2016, el Ministerio de Obras Públicas de Chile y la agencia de desarrollo empresarial Corfo, junto con las entidades de	Caso de la República de Chile como implementador de tecnologías avanzadas en el sector de la construcción en Latinoamérica.	Revisión bibliográfica

		transformación de la industria Transforma y Construye2025, crearon el programa Plan BIM, que busca hacer obligatorio el uso de BIM para proyectos de construcción del sector público a partir de 2020”, asimismo, “El 69% de las empresas de construcción, ingeniería y arquitectura utiliza software de modelo de información de edificación (BIM) en Chile, por sobre el 53% de 2016 (Bnamericas, 2019).		
Identificar la evolución y situación actual de la República de Costa Rica en el entorno constructivo.	Evolución y situación actual de la República de Costa Rica en el entorno constructivo.	“De acuerdo con la serie tendencia ciclo del IMAE Construcción, a partir de enero de 2013, el sector empezó a mostrar decrecimientos, situación que se prolongó hasta julio del 2019 (...). Específicamente, para diciembre 2019 el IMAE construcción mostró un	Se debe analizar el contexto actual de la República de Costa Rica con el fin de implementar opciones favorables entorno a su	Revisión bibliográfica

		decrecimiento de -11,9% de forma interanual (-1,9% un año antes)” (CCC - Informe Económico, 2020)	realidad en el sector constructivo.	
Reconocer la cooperación bilateral en tecnología entre la República de Chile y la República de Costa Rica.	Cooperación. Cooperación técnica. Cooperación Bilateral entre República de Chile y la República de Costa Rica.	Según Calduch (1991) la cooperación internacional es “toda relación entre actores internacionales orientada a la mutua satisfacción de intereses o demandas, mediante la utilización complementaria de sus respectivos poderes en el desarrollo de actuaciones coordinadas y/o solidarias” Ayllón (2007) define Cooperación Técnica como el “fortalecimiento de las habilidades y capacidades técnicas presentes en los países del Sur, intercambio de experiencias y conocimientos entre países.” Según el Gobierno de	Identificar y definir los conceptos clave de cooperación propuestos y su vigencia.	Entrevista

		Chile (s.f.) “los vínculos entre Chile y Costa Rica se desarrollan en un excelente nivel, habiéndose profundizados con el Acuerdo Integral de Asociación (AIA), suscrito por ambos países, el 28 de octubre de 2008, lo que ha dado un nuevo impulso a la agenda bilateral. En materia comercial, se constatan los positivos efectos del TLC Chile-Centroamérica de 1999 y el respectivo Protocolo Bilateral Chile-Costa Rica, vigente desde el 14 de febrero de 2002, expresados en un creciente intercambio comercial.”		
Analizar el impacto de la implementación de las tecnologías investigadas, por medio de la	Impacto de la implementación de tecnologías avanzadas para la República de Costa Rica.	Según Mekler (2019) el impacto de la implementación BIM es positivo ya que “ayuda de forma proactiva a coordinar mejor los	Aplicación positiva de las lecciones aprendidas y experiencias durante el	Entrevista

<p>cooperación internacional entre la República de Chile y la República de Costa Rica.</p>	<p>Impacto de la cooperación bilateral entre la República de Chile y la República de Costa Rica.</p>	<p>proyectos, a generar información más fiable y fidedigna, a reducir los sobre-costos por imprevistos y a mejorar la coordinación tanto entre diseñadores y el proceso de construcción como internamente entre la construcción, los subcontratistas y los dueños del proyecto.”</p> <p>Con respecto al impacto de la cooperación bilateral entre la República de Chile y la República de Costa Rica, según el Gobierno de Chile, ambos estados poseen políticas exteriores basadas en principios y valores universales arraigados en ambos pueblos, lo cual se “se traduce en posiciones comunes en foros internacionales sobre materias multilaterales como seguridad colectiva, cooperación,</p>	<p>proceso de la República de Chile.</p>	
--	--	---	--	--

		estrategias de desarrollo, libre comercio y apertura comercial.”		
--	--	--	--	--

3.5 Instrumentos de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), es “instrumento de medición o recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente. Para llevar a cabo la recolección de la información, destacan las técnicas como revisión bibliográfica, entrevistas y cuestionarios” (p.207)

Objetivo 1: Para este objetivo, se utilizará la revisión bibliográfica que tendrá como fin definir el contexto de la República de Chile en el ámbito de la construcción y las plataformas colaborativas aplicadas en el campo durante el período 2016 y 2018.

Autores	Historia de la construcción en el período 2016-2018 de la República de Chile.	Relación con la Investigación

Autores	Plataformas colaborativas aplicadas en el periodo 2016-2018.	Relación con la Investigación

--	--	--

Objetivo 2: Para este objetivo, se utilizará la revisión bibliográfica que tendrá como fin identificar la evolución y situación actual de la República de Costa Rica en el entorno constructivo.

Autores	Evolución y situación actual de la República de Costa Rica en el entorno constructivo.	Relación con la Investigación

Objetivo 3: Para este objetivo, se utilizará la entrevista a profundidad que tendrá como fin reconocer la cooperación bilateral en tecnología entre la República de Chile y la República de Costa Rica.

1. ¿Considera usted que la cooperación bilateral tecnológica y asistencia técnica entre la República de Chile y la República de Costa Rica han sido beneficiosas para las partes involucradas? ¿Cuáles beneficios piensa que son la base de las relaciones entre ambos países?
2. Según su experiencia ¿Cuáles son los puntos de mejora en las relaciones de cooperación entre República de Chile y la República de Costa Rica?
3. ¿Cree usted que el desarrollo tecnológico en el sector construcción de la República de Chile ha representado un crecimiento económico y social interno? ¿En qué medida considera usted que Costa Rica puede educarse y aplicar el desarrollo tecnológico en esta industria?

4. ¿Contempla usted la viabilidad de un proceso de implementación de tecnologías avanzadas en la República de Costa Rica, con la República de Chile como anfitrión y orientador durante el proceso? ¿Existen mecanismos y espacios habilitados para incentivar esta iniciativa?
5. En caso de lograr un acuerdo de cooperación en materia de tecnologías avanzadas en la construcción, ¿Considera que la relación bilateral podría llegar a compartir proyectos constructivos entre servicios de arquitectura e ingeniería? ¿Cuáles obstáculos percibe?

Objetivo 4: Para este objetivo, se utilizará la entrevista a profundidad que tendrá como fin analizar el impacto de la implementación de las tecnologías investigadas, por medio de la cooperación internacional entre la República de Chile y la República de Costa Rica.

1. ¿Cree usted que la industria de la construcción requiere de innovación en sus metodologías y procesos ya que se encuentra inmerso en la “Industria 4.0”?
2. Con respecto a la implementación BIM en Latinoamérica, ¿cuáles oportunidades y desafíos visualiza usted en torno a este tema?
3. Con respecto a la iniciativa que ha tenido la República de Chile en la implementación BIM en proyectos públicos con el estándar nacional, ¿en qué medida considera usted que Costa Rica pueda educarse y aplicar el desarrollo tecnológico en esta industria?
4. ¿Qué opina usted de la iniciativa de los comités y grupos del sector de la construcción que se han dado la tarea de crear una normativa interna que aplique a los proyectos realizados por los profesionales colegiados y tramitados por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos?
5. En relación con la implementación BIM, ¿cuál es su opinión de una implementación que aplique en proyectos públicos y privados en la República Costa Rica?
6. ¿Cuál es la importancia de la implementación BIM en los proyectos de construcción, tanto a nivel público como privado, así como en las diferentes tipologías de proyectos?
7. ¿Cuál sería el impacto de la implementación de la metodología BIM en Costa Rica?
8. ¿Cuáles serían las recomendaciones que usted le podría brindar a la administración actual y a las próximas que propongan la innovación en el campo de la construcción?

3.6 Recolección de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), es “instrumento de medición o recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente. Para llevar a cabo la recolección de la información, destacan las técnicas como revisión bibliográfica, entrevistas y cuestionarios” (p.207)

Objetivo 1: Definir el contexto de la República de Chile en el ámbito de la construcción y las plataformas colaborativas aplicadas en el campo durante el período 2016 y 2018.

Autores	Historia de la construcción en el período 2016-2018 de la República de Chile.	Relación con la investigación
INE Chile.	Estadísticas de la construcción (INE, 2019). Cámara Chilena de la Construcción (CChC, 2020).	Al examinar los datos estadísticos se puede conocer el contexto histórico del país y estudiar su evolución e implementación de políticas favorables para su economía y desarrollo país.
Mauricio Loyola Universidad de Chile	Loyola (2016) menciona que “El máximo potencial de BIM se alcanza cuando todos los participantes trabajan de manera integrada y simultánea en una plataforma digital colaborativa. Las asimetrías de uso dificultan lograr esta meta e impiden capturar el valor de la tecnología. El desafío es continuar	Al conocer el estado del uso de la tecnología BIM en Chile en el año 2016, se puede evidenciar las ventajas y desventajas que presentaba la herramienta y su posterior transformación al implementar la estandarización nacional.

	masificando el uso de la tecnología, pero al mismo tiempo, sofisticar su uso e integrar a todos los participantes.” (Loyola, 2016)	
--	--	--

Autores	Plataformas colaborativas aplicadas en el periodo 2016-2018.	Relación con la Investigación
Autodesk (Compañía)	Según Autodesk (s.f) “ <i>Building Information Modeling</i> (BIM) es un proceso inteligente basado en modelos 3D que brinda a los profesionales de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) la información y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructura de manera más eficiente.” (Autodesk, s.f.)	Material de apoyo en la definición del concepto BIM y su aplicación en el sector AEC.
Pablo Galiana Rebolledo Plan BIM Estándar BIM para proyectos públicos	Rebolledo (2020) en Editeca menciona que “Chile puede encabezar la transición de metodología” y el objetivo de Plan BIM es “sentar las bases de qué se pide y cómo se pide, de manera que todos los proyectos comiencen a hablar un lenguaje común” (Editeca, 2020)	Al estudiar el Estándar Nacional de la República de Chile en materia constructiva se puede encontrar opciones viables y puntos de mejora para una propuesta de implementación.

Objetivo 2: Identificar la evolución y situación actual de la República de Costa Rica en el entorno constructivo.

Autores	Evolución y situación actual de la República de Costa Rica en el entorno constructivo.	Relación con la Investigación
INEC Costa Rica.	Estadísticas de la construcción (INEC, 2019)	Al examinar los datos estadísticos se puede conocer el contexto histórico del país.
Adelina Ortega Rojas. Revista Tecnología en Marcha.	Ortega (2014) menciona en el artículo “El Sector Construcción: la problemática nacional y la importancia de la normativa técnica como ejes en la solución de problemas” que: “El abordaje de la situación del Sector Construcción en Costa Rica puede decirse que tiene aspectos multifactoriales que inciden directamente en la forma en que este sector se ha venido desarrollando en los últimos años, como coadyuvante de la dinámica en la economía del país.” (Ortega Rojas, 2014)	Al analizar las problemáticas nacionales se pueden plantear oportunidades de mejora que satisfagan estas necesidades.
Cámara Costarricense de la Construcción y Gobierno de Costa Rica. (CCC, 2020).	Según Esteban Acón Rojas, presidente de la Cámara Costarricense de la Construcción “Nuestra meta y nuestro deber como industria de la construcción es la de evolucionar	Al estudiar la situación actual del país, se puede realizar un diagnóstico de iniciativas relacionadas a la implementación de metodologías avanzadas en el

	al ritmo que nos marcan los tiempos buscando soluciones a las necesidades de las obras constructivas actuales y futuras.” (CCC, 2019)	sector de construcción.
--	--	-------------------------

Objetivo 3: Reconocer la cooperación bilateral en tecnología entre la República de Chile y la República de Costa Rica.

1. ¿Considera usted que la cooperación bilateral tecnológica y asistencia técnica entre la República de Chile y la República de Costa Rica han sido beneficiosas para las partes involucradas?
2. Según su experiencia ¿Cuáles son los puntos de mejora en las relaciones de cooperación entre República de Chile y la República de Costa Rica?
3. ¿Cree usted que el desarrollo tecnológico en el sector construcción de la República de Chile ha representado un crecimiento económico y social interno? ¿En qué medida considera usted que Costa Rica puede educarse y aplicar el desarrollo tecnológico en esta industria?
4. ¿Contempla usted la viabilidad de un proceso de implementación de tecnologías avanzadas en la República de Costa Rica, con la República de Chile como anfitrión y orientador durante el proceso? ¿Existen mecanismos y espacios habilitados para incentivar esta iniciativa?
5. En caso de lograr un acuerdo de cooperación en materia de tecnologías avanzadas en la construcción, ¿Considera que la relación bilateral podría llegar a compartir proyectos constructivos entre servicios de arquitectura e ingeniería? ¿Cuáles obstáculos percibe?

Objetivo 4: Analizar el impacto de la implementación de las tecnologías investigadas, por medio de la cooperación bilateral entre la República de Chile y la República de Costa Rica.

1. ¿Cree usted que la industria de la construcción requiere de innovación en sus metodologías y procesos ya que se encuentra inmerso en la “Industria 4.0”?
2. Con respecto a la implementación BIM en Latinoamérica, ¿cuáles oportunidades y desafíos visualiza usted en torno a este tema?

3. Con respecto a la iniciativa que ha tenido la República de Chile en la implementación BIM en proyectos públicos con el Estándar Nacional, ¿en qué medida considera usted que Costa Rica pueda educarse y aplicar el desarrollo tecnológico en esta industria?
4. ¿Qué opina usted de la iniciativa de los comités y grupos del sector de la construcción que se han dado la tarea de crear una normativa interna que aplique a los proyectos realizados por los profesionales colegiados y tramitados por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos?
5. En relación con la implementación BIM, ¿cuál es su opinión de una implementación que aplique en proyectos públicos y privados en la República Costa Rica?
6. ¿Cuál es la importancia de la implementación BIM en los proyectos de construcción, tanto a nivel público como privado, así como en las diferentes tipologías de proyectos?
7. ¿Cuál sería el impacto de la implementación de la metodología BIM en Costa Rica?
8. ¿Cuáles serían las recomendaciones que usted le podría brindar a la administración actual y a las próximas que propongan la innovación en el campo de la construcción?

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS

El siguiente capítulo tiene como finalidad realizar un análisis pertinente al desarrollo de los objetivos planteados, con la meta de obtener una conclusión adecuada para estos, así como para la pregunta de investigación expuesta en el primer capítulo de este documento. Dicho análisis se llevará a cabo por medio de la investigación competente de las partes y descomposición de los objetivos indicados, y la consideración de la información recolectada por medio de los instrumentos brindados como la revisión de la literatura y las entrevistas realizadas a diferentes funcionarios públicos como profesionales del sector privado; de esta manera, se pretende ampliar el conocimiento sobre el tema y la realidad nacional e internacional.

Primeramente, en el contexto internacional, la cooperación tecnológica y técnica se desarrolla como parte de las alianzas estratégicas de los países para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y para obtener y otorgar beneficios mutuos en la nueva revolución: la Industria 4.0. Esta etapa se caracteriza por la automatización y eficiencia de los procesos, así como una capacidad de adaptación constante ante la demanda de los usuarios y al servicio que se les brinda a estos. Parte de esto contempla el desarrollo de tecnologías colaborativas para las industrias, que buscan mejorar los métodos conocidos por medio de la transformación de estos; entre ellas se menciona la metodología BIM para el sector de construcción.

La metodología BIM (*Building Information Modeling*) tiene como filosofía la integración de la información de un proyecto de manera digital, por medio de modelos digitales que contienen elementos con datos relevantes que ofrecen a los usuarios una gestión adecuada de los procesos, coordinación, flujos de trabajo, toma de decisiones, entre otros, durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto, tal como se puede observar en la figura 5. Ciclo de vida de un Proyecto BIM. De igual manera, BIM es un proceso para ahorrar tiempo y lograr resultados positivos en la etapa de diseño y construcción, así como ahorrar dinero en la etapa de construcción al visualizar las problemáticas previamente.

Igualmente, la metodología permite evaluar los costos, logística y funcionamiento de la obra; incluso, proporciona un registro de la información y características de la edificación. Esta integración tiene como objetivo mejorar la comunicación y permitir la colaboración de los

profesionales involucrados mediante diferentes *software* y la actualización automática e inmediata de la información y cuestiones del proyecto.



Figura 5. Ciclo de vida de un Proyecto BIM. (*Factoria5 Training HUB, 2018*)

Es importante mencionar que existen múltiples formatos asociados a BIM que sirven para realizar los procesos, esta interoperabilidad está en constante evolución ya que los *softwares* y fabricantes proporcionan una alta variedad de opciones, entre algunos de los que se pueden mencionar se encuentran las herramientas de autoría o generación de información (Autodesk Revit, Archicad), y herramientas de visualización (IFC model viewer, Navisworks). Pero, tal como se ha indicado, la transformación constante de la modalidad de interacción proporciona una unificación, pero a su vez, una alta competencia entre programas.

En cuanto al desarrollo de la metodología BIM en el mundo, diversos países han incentivado su uso y la implementación en el sector de la construcción porque reconocen su importancia para la revitalización de la economía global, debido a su inserción en el progreso de la infraestructura y la construcción a nivel nacional. En la figura 7. Implementación BIM en el mundo, se puede observar el auge de la herramienta en el mundo, así como la legalidad gubernamental de esta, no obstante, a continuación, se comentarán algunos logros de países distinguidos en el tema para comprender de manera más amplia la inclusión y ejecución del BIM en estas naciones.

En pleno desarrollo digital y económico, el análisis de la propagación de esta metodología no puede prescindir del continente asiático. Como se mencionó en los primeros capítulos de este documento, la República Popular China ha sido un pionero en materia de tecnología en la construcción, teniendo un auge a partir de 2016, donde se tienen datos que el número de arquitectos que utilizan la herramienta se ha incrementado en el 89% e incluso en un 108% entre las empresas (BibLus, s.f.). En la figura 6. Modelo 3D del Castillo Encantado de Disney, en Disneyland Resort, se puede observar la simulación recreada por medio de un modelo digital 3D por medio de la metodología BIM para la construcción de esta edificación.



Figura 6. Modelo 3D del Castillo Encantado de Disney, en Disneyland Resort.

(Constructible, 2015)

De la misma manera, Rusia busca el liderazgo regional en el uso de esta herramienta, lo que ha ayudado a las empresas más grandes a lograr avances en su utilización y la promoción de esta por medio de proyectos piloto, incluso en algunas universidades se ha incluido el BIM como parte de los programas educativos. Sin embargo, existe un contraste entre el Gobierno-empresas grandes y las empresas pequeñas, ya que el escepticismo y la falta de experiencia generan un desfase de ideas, y, por ende, la desigualdad entorno a su implementación.

Por su parte, en Australia el BIM se ha difundido notablemente en el periodo 2010 y 2018, ligado al ejemplo de Reino Unido. Cabe mencionar que Europa cuenta con el mayor número de políticas referentes al BIM y la innovación en el sector AEC; entre los países más emblemáticos se mencionan Reino Unido, Francia, Alemania y España. Asimismo, los países nórdicos, Suecia, Noruega, Dinamarca, Finlandia e Islandia, fueron los primeros en adoptar esta tecnología, con estándares y requisitos públicos (BibLus, s.f.).

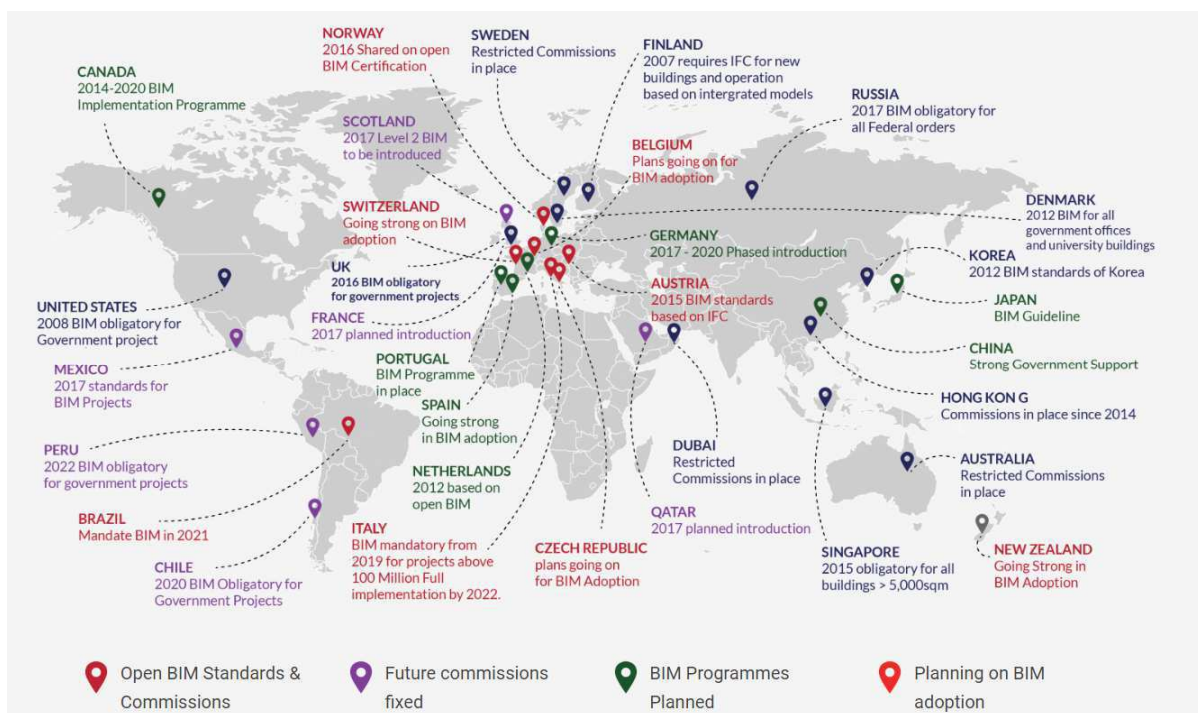


Figura 7. Implementación BIM en el mundo. (Techure Global, 2019-20)

En cuanto a los países americanos, es importante mencionar que Estados Unidos, como pionero desde los años 70, y Canadá han realizado esfuerzos para la adopción de la metodología y la creación de políticas nacionales, sin embargo, la confusión institucional de estos países no da paso a la aceptación y seguimiento de la herramienta en el sector público, presentando diversos obstáculos relacionados con la coordinación, estandarización y estrategias gubernamentales. En contraparte, en el resto del continente se han desarrollado diferentes iniciativas regionales y nacionales, en conjunto con la experiencia de países como Reino Unido. Incluso en la región latinoamericana se ha creado una red de países modelo que buscan el

incentivo y la promulgación del uso BIM en la región, para el beneficio común de los miembros, que se detallará posteriormente.

Previo a señalar la transformación del sector edificio en la región latinoamericana es fundamental comentar el desarrollo y el proceso que conlleva la ejecución de la tecnología, y como los países han desarrollado métodos para su implementación. La metodología BIM en el ámbito constructivo es un proceso que debe ser considerado desde varios enfoques, diferentes pero complementarios: un enfoque de carácter privado y uno de carácter público. En la figura 7. Implementación BIM en el mundo, se muestra el avance general de la adopción BIM a nivel gubernamental, pero a su vez, se presentan iniciativas desde el sector privado que tienen relevancia en la difusión del uso y las ventajas para los usuarios.

En América Latina, en el ámbito privado existe una división entre el sector organizado, en referencia a las Cámaras de la Construcción y empresas privadas robustas y destacadas con intereses meramente de prosperidad privada y con beneficios directos; por otro lado, se encuentra el sector del pyme y el profesional independiente, quienes buscan la oportunidad de mejora en la tecnología, pero no son parte de los grupos determinantes. De esta manera, se crea una idea sesgada de que las herramientas que proporciona el BIM son para los proyectos sobresalientes únicamente, ocasionando que las empresas pequeñas o medianas duden en implementarlo, ya que no existe alguna estandarización para su uso.

Es importante mencionar que, según algunos entrevistados y expertos en el campo, en ocasiones las empresas pequeñas o medianas no poseen los recursos económicos ni el talento humano requeridos para la implementación de tecnologías avanzadas en sus flujos de trabajo. La inversión inicial en estos aspectos fundamentales para la adecuada adopción de las herramientas provoca un atraso y rezago en estas compañías o profesionales independientes, lo que crea una desigualdad con respecto al progreso y mejora de las empresas.

Por otro lado, el sector público desarrolla programas y planes en pro de la construcción pública, principalmente, la infraestructura urbana, por lo que visualiza los beneficios que el BIM puede darle con respecto a productividad, costes y transparencia, entre otros. Del mismo modo, existen dos tipos de usuarios, el grupo de los “técnicos” que buscan herramientas y *software* actualizados y se encuentran en constante aprendizaje, y el grupo enfocado en los estándares. Estos grupos crean dos caminos para una implementación proporcionada y efectiva ya que se

presenta la transformación de la “cultura constructiva” en términos de tecnología y la estandarización de estos procesos.

Para contextualizar el avance del BIM en Latinoamérica, en general, la adopción de la tecnología es muy variable y es bastante complejo de abordar a nivel de estandarización BIM, pero como se comentó anteriormente, hay iniciativas muy puntuales de diferente índole, algunas de instancias de Gobierno, otras de instancias privadas, que han tratado de regular o incentivar el uso de BIM en la región, con algunas problemáticas referidas a la homologación de criterios. Asimismo, debido a los ejemplos exitosos de los países orientales, se ha dado una alta expectativa en la aplicación de BIM, que no ha sido un reflejo real a la hora de la aplicación de la metodología, ya que se han utilizado los beneficios que contiene, pero no una colaboración y adecuación integral.



Figura 8. BIM en Latinoamérica. (Editeca, 2020)

En la figura 8. BIM en Latinoamérica, se puede visualizar a grandes rasgos la importancia y relevancia que tiene el tema en la región, de manera que se muestran diferentes países en pleno auge, los cuales han desarrollado grupos técnicos y planes nacionales para la utilización y ejecución de la metodología en los proyectos gubernamentales. De igual manera, se representa el uso de esta plataforma colaborativa en proyectos de carácter privado, que han sido

desarrollados e implementados por diferentes empresas, quienes capacitan a sus colaboradores para lograr un posicionamiento importante en el mercado constructivo, buscando la competitividad y productividad en sus lineamientos y acciones corporativas.

Desde hace una década se comenzaron a desarrollar entidades técnicas llamadas BIM Forum que planteaban la posibilidad de desarrollar una estrategia para los agremiados, por medio de las distintas cámaras de la construcción de los países, con intereses privados, pero en busca de una mejora para los contratistas en general. Actualmente, estos grupos desarrollan un portal de asociación de los usuarios y una difusión de la información por medio de diferentes capacitaciones, documentos de regulación no formal y recomendaciones para el uso de los profesionales en el campo; sin embargo, no poseen una estandarización en definición de usos, objetivos o aplicación de la herramienta en proyectos de carácter específico.

Estas entidades técnicas se han desarrollado en Chile, Argentina, Brasil, México, Colombia, Perú, Panamá, Uruguay, Costa Rica, Guatemala y Bolivia. Cabe mencionar que en 2015 la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), que alberga 18 países y 19 cámaras, y la Red Latinoamericana de Centros de Innovación Tecnológica, propusieron la creación de BIM Forum Latam, con el objetivo de tratar de consensuar a los BIM Forum de los diferentes países, y ayudarse mutuamente con políticas de cooperación. Actualmente, esta entidad promueve capacitaciones y mesas de discusión para homologación de algunos estándares.

En cuanto al sector público, en 2019 se creó la Red BIM de Gobiernos latinoamericanos, entre los Gobiernos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay. Cabe destacar que Costa Rica es el único país centroamericano que es miembro pleno de la Red BIM GOB LATAM, lo que favorece la competitividad del país en el sector a nivel internacional.

Según Mora (2020) la red posee una problemática en cuanto a su enfoque, ya que cada país tiene una estructura muy compleja sobre el funcionamiento de procesos institucionales y de regulación del sector construcción. Es decir, la alianza entre los Gobiernos contempla un objetivo de estandarización sin considerar las incongruencias entre las instituciones gubernamentales y las rutas de las agendas nacionales. Asimismo, es relevante mencionar que esta Red es financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), lo que condiciona el accionar de los Gobiernos en materia de inversión en infraestructura pública.

Es oportuno resaltar la labor que países como Brasil, Perú, Argentina y Chile han realizado en torno a la implementación BIM desde el enfoque gubernamental. En 2018, en Brasil, por medio del Decreto Federal se creó el “Comité Estratégico para la implementación del BIM” (CE-BIM) y el “Grupo de Apoyo Técnico” (GAT-BIM), con el fin de proponer la Estrategia Nacional de Diseminación del BIM (BIM-BR), que se plantea desarrollarla en 3 fases, la primera en enero de 2021 enfocada en la realización de proyectos con esta herramienta, posteriormente, en enero de 2024 se desarrollará la segunda fase para proyectos planificados, y la tercera fase partirá en enero de 2028 en la gestión de diversos proyectos y mantenimiento de los activos existentes.

El Gobierno de Perú, por su parte, anunció en septiembre de 2019 la preparación del Plan BIM Perú, como parte de la publicación del Decreto Supremo n.º 289-2019-EF de la Gaceta Oficial “El Peruano”, el plan es parte del “Plan Nacional para la Competitividad y la Productividad 2019-2030” y se enfoca en la infraestructura de calidad del país suramericano. Cabe mencionar que las líneas de acción involucran al sector público, al privado y al académico. En cuanto a Argentina, el Gobierno, por medio del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Planificación presentó en 2019 la estrategia BIM en el país, mediante el Plan SIBIM (Sistema de Implementación BIM), el cual se plantea desarrollar gradualmente hasta el 2023 a través de proyectos piloto, normas técnicas y políticas gubernamentales.

Por otro lado, la República de Chile, debido a la volatilidad del sector de construcción y las problemáticas presentadas, comenzó a tener una mayor interacción con el tema por medio de los agremiados de la Cámara Chilena de la Construcción, la cual según Mora (2020): “funciona como una empresa privada, ya que se trabaja con un sistema de sub-empresas”, y la Cámara visualiza en BIM una oportunidad de negocio y de mejora. De esta manera, para los años 2012 y 2014, Chile se posicionó como un referente en el tema al poseer proyectos de mayor escala en la región con el uso de esta metodología, tales como desarrollos en el metro y refinerías, entre otros (Mora J. , 2020).

Posteriormente, al igual que sus países vecinos, a principios de 2015 la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la CChC recreó la figura de BIM Forum Chile, una entidad técnica relevante en la capacitación y estandarización de los profesionales chilenos, con el apoyo y

participación de entidades como el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Obras Públicas, universidades y empresas privadas.

Seguidamente, la Corporación de Fomento de la Producción, agencia del Gobierno de Chile dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo que busca el fomento de la producción nacional, el emprendimiento y la innovación, entre otros, proyectó una oportunidad de mejora para el sector constructivo, en el que se podía desarrollar una optimización a través de la implementación de BIM como un plan nacional. De esta manera, la CORFO por medio del Comité de Transformación Digital examinó las posibilidades de un instrumento para lograr esta meta y en 2016 desarrolló la unidad llamada Planbim, un programa a 10 años que tenía entre sus objetivos la utilización de la metodología BIM para el desarrollo y operación de proyectos de edificación e infraestructura pública.

Por su parte, Planbim, como parte del Programa Estratégico “Construye 2025”, comenzó a articular desde el Gobierno una serie de iniciativas que permitieron la creación de mesas de trabajo para fomentar el desarrollo del plan nacional proyectado. Estas prosperaron con ayuda de los fondos no reembolsables por medio de la cooperación de Reino Unido durante los procesos de análisis. Consecutivamente, se nombró a la señora Carolina Soto Ogueta como directora ejecutiva de Planbim. Soto orientó el programa por varios años hasta lograr en 2019 el Estándar Nacional de BIM de Chile, aplicable a obras públicas nacionales.

Citando al entrevistado Quirós Leandre (2020) “debemos aprovechar el trabajo que ellos (Chile) hicieron de investigación de diferentes normas, y aprovechar el Estándar que ellos generaron, valorarlo, y trabajarlo con un equipo de trabajo” esto para reconocer y evaluar la viabilidad de este estándar realizado en este periodo a nivel nacional y sus posibles ajustes.

Es importante mencionar que, en cuanto al marco jurídico de esta regulación, el estándar se basa en algunos aspectos en la Norma ISO 19650 (1 y 2), las cuales son herramientas prácticas y útiles para navegar en el proceso BIM, así como en los 25 Usos BIM de Penn State de la Universidad de Pennsylvania; asimismo, el equipo definió los roles y flujos de trabajo de manera comprensible y realizable. Sin embargo, en la actualidad, esta simplicidad implica repercusiones en el funcionamiento institucional de la validación del BIM y en la aplicación en diferentes tipos de proyecto.

Cabe indicar que el plan fue desarrollado durante el periodo 2016 y 2018, y actualmente se encuentra en etapa de evaluación sobre la adaptación de las empresas, instituciones, profesionales y usuarios del sector de construcción, lo que supone una investigación mayor en un posterior periodo para evaluar las implicaciones de este proceso. No obstante, como la investigación parte de la hipótesis de una posible cooperación entre la República de Chile y la República de Costa Rica sobre la tecnología y metodología BIM en el sector de construcción que se comentará con mayor detalle más adelante en este análisis, es importante mencionar que esta colaboración se refiere a la experiencia y cooperación técnica referente a programas, estudios, capacitaciones, entre otros, que la República chilena pueda ofrecer al país centroamericano, así como este puede colaborar en los mismos términos e iniciativas gubernamentales para el beneficio chileno. De esta manera, se amplía la realidad nacional costarricense en el sector constructivo y se explica la posibilidad de esta colaboración y transferencia de información requerida por este país.

De este modo, se expone que la República de Costa Rica posee un mercado constructivo con ciertas dificultades, las cuales tanto el sector privado como el público intentan solucionar por medio de iniciativas colaborativas innovadoras. Como se mencionó anteriormente, en el sector privado existe un comité técnico BIM Forum, conformado con el propósito de promover la implementación de los procesos BIM, y canalizar el conocimiento y las consultas e inquietudes técnicas; este comité sesiona bajo la coordinación de la Cámara Costarricense de la Construcción (CCC) como entidad ejecutiva. La Cámara, creada en 1966, reúne a las empresas vinculadas con la cadena de valor del sector, y las representa a nivel nacional e internacional.

En cuanto al sector público, en febrero de 2019 se creó la Comisión Interinstitucional para la implementación de la metodología BIM – CII BIM con el apoyo del Ministerio de la Presidencia por medio de la Oficina de la Primera Dama, esto con el objetivo de formular una estrategia que pudiera alinear las acciones e iniciativas de los sectores público, académico y privado (PAP) de Costa Rica, impulsando el uso del BIM y el ambiente adecuado para este. Cabe mencionar que el CII – BIM lo componen el Ministerio de la Presidencia, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, la Caja Costarricense del Seguro Social, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el Ministerio de Ciencias, Tecnología y

Telecomunicaciones, el Ministerio de Educación Pública, el Ministerio de Justicia y Paz y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MIDEPLAN, 2020).

Posteriormente, en 2020, el Ministerio de Planificación y Política Económica (MIDEPLAN) y la Presidencia de la República de Costa Rica presentaron la Estrategia Nacional BIM Costa Rica, donde el Ministerio asumía el compromiso de ser la “institución técnica responsable del proyecto Adopción de la Metodología BIM Costa Rica”, designada al Fondo de Pre-Inversión del Área de Inversiones Públicas. La iniciativa se enfoca en implementar la estrategia planteada, administrar las acciones estratégicas de trabajo y la evaluación del rendimiento del progreso.

La Estrategia Nacional BIM Costa Rica, tiene como finalidad reforzar y mejorar la Inversión Pública en infraestructura y edificaciones, por medio de la incorporación de aspectos claves en el proceso de formulación y gestión de proyectos; permitiendo desde el enfoque de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), llevar a cabo el desarrollo de proyectos de construcción apoyado de herramientas tecnológicas, que impulse el desarrollo social, ambiental y económico del país, involucrando además a los sectores académico y privado (MIDEPLAN, 2020)

Asimismo, como se menciona en el texto citado, la estrategia es un instrumento de planificación del Plan Nacional de Desarrollo y el Plan Nacional de Inversiones Públicas presentado por el Gobierno, con la representación del 34% de los indicadores de los ODS en materia de infraestructura, movilidad y ordenamiento territorial. Cabe mencionar, que MIDEPLAN gestionó, por medio del Ministerio de Hacienda, la solicitud de Cooperación Técnica No Reembolsable (CTNR) ante el BID, para desarrollar el plan de trabajo nacional, como parte de la aprobación de los Bienes Públicos Regionales (BPR) para los próximos tres años.

Por otro lado, es fundamental mencionar que dentro de los objetivos específicos de la Estrategia Nacional se indica “Posicionar a Costa Rica como país referente en Latinoamérica y el Caribe de la transformación digital de la industria de la construcción”, en este sentido, a pesar del auge del tema en otros países latinoamericanos y los estándares y planes planteados por estos, desde la perspectiva pública se busca orientar a Costa Rica como un país destacado en la labor de la innovación en el sector constructivo.

Quirós Leandre (2020) recalca que la ruta de la estrategia abarca tres grandes pasos, el primero se enfoca en una matriz de madurez de las instituciones y las empresas privadas, el segundo en las capacidades, competencias y roles, y el tercero en la educación. En este último punto, para ampliar el proyecto del Plan Nacional es importante considerar la educación de los profesionales desde las aulas, para modernizar las habilidades y otorgar los conocimientos necesarios y herramientas tecnológicas que los posicionen en el mercado competitivamente, impulsando nuevos perfiles profesionales y nuevos puestos laborales que ayuden al continuo progreso de la economía nacional y el desarrollo del capital humano en la sociedad costarricense. Debido a esto, comenta el entrevistado, desde MIDEPLAN se trabaja actualmente en una hoja de ruta que involucre diferentes instituciones y sectores para crear una homogenización en la implementación (Quirós Leandre, 2020).

Por otro lado, en cuanto a la relación del sector público y los profesionales del sector privado, cabe mencionar que en el país también existe el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, que según el artículo 2 de la Ley Orgánica, Reglamentos y Procedimientos (2007) “es un organismo de carácter público, con personería jurídica plena y patrimonio propio, con todos los derechos, obligaciones, poderes y atribuciones que le señala esta ley”, asimismo, menciona que tiene jurisdicción en todo el territorio nacional. El CFIA tiene la facultad para regular todo lo relativo al ejercicio de las diversas profesiones que lo integran, y las empresas consultoras y constructoras nacionales y extranjeras que desarrollen proyectos en el país deben estar inscritas en él y cumplir con los requisitos y pagos establecidos. Asimismo, el Colegio establece las normas que rigen los concursos de las instituciones públicas y los lineamientos y regulaciones que deben seguir las obras de carácter privado (CFIA, 2007).

La existencia del CFIA marca una diferencia en cuanto a las soluciones y propuestas que se pueden plantear en el sector de construcción, ya que según Mora (2020) “Costa Rica es el único país de Latinoamérica que tiene normado el ejercicio profesional de una forma completamente balanceada, por medio de un Colegio Federado y con procesos claros. El Colegio es un ente con el músculo para la administración y tiene la relación-gobierno” (Mora J. , 2020). Debido a esta estructura, el país posee una ventaja en comparación con el resto de los países en cuestión, lo que permitiría el desarrollo de una alianza público-privada para el desarrollo de los procesos y regulaciones pertinentes, esto en primera instancia por medio de MIDEPLAN, el

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, y el sector privado representado por empresas privadas de la Cámara Costarricense de la Construcción y BIM Forum Costa Rica.

En este mismo sentido, se plantean dos tipos de colaboraciones graduales, en primer lugar las alianzas pública-privadas analizadas anteriormente, que según la Organización Aliarse “son contratos entre organizaciones públicas y privadas para el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de proyectos de infraestructura y servicios de interés público, transfiriéndole al sector privado parte de los riesgos y responsabilidades, reservándose el Estado las potestades de control y regulación”, entre las instituciones y empresas nacionales a nivel interno (Aliarse, s.f.).

Estas alianzas permitirían la contribución al desarrollo y a la mejora de las áreas del sector, de manera que la unificación de estrategias y el involucramiento de todos los actores relevantes representan una ruta colaborativa, mejorando la tramitología e interpretación de los mecanismos existentes, y responde a un principio de responsabilidades compartidas, esto con el fin de lograr el bienestar común. Es importante citar a Acuña (2020) en referencia a estas alianzas, ya que opina que al no tener un “marco legal claro” sobre el fomento o realización de estas coaliciones, es inconveniente declarar o asegurar la institucionalidad de estos.

Por su parte, el Reglamento para el Desarrollo, Fomento y Gestión de las Alianzas Público-Privadas para el desarrollo en el sector público (2018), en el artículo 1, expone que:

“El presente Decreto tiene por objeto el desarrollo, fomento, y gestión de Alianzas Público-Privadas para el Desarrollo (en adelante APPD), así como su adecuada formalización, para el logro de los objetivos de interés público basados: en los principios de solidaridad, transparencia, eficiencia, sostenibilidad, promoción de la participación ciudadana e impulso a la generación de oportunidades de colaboración entre los diferentes actores de la sociedad costarricense” (Decreto Ejecutivo. Gobierno de la República de Costa Rica, 2018)

De manera que, se cuenta con un Decreto Ejecutivo que fomenta estas alianzas, lo que otorga la capacidad institucional de desarrollar colaboraciones o convenios de cooperación de manera legal, a mediano o largo plazo, entre las instituciones públicas y organizaciones privadas que posean objetivos comunes. En este sentido, se debe considerar el aporte al desarrollo de

proyectos o programas, sin involucrar obligaciones contractuales (Decreto Ejecutivo. Gobierno de la República de Costa Rica, 2018).

A su vez, como ya se mencionó, paralelamente se esboza la opción de una cooperación oficial, horizontal (CSS) y bilateral entre la República de Chile y la República de Costa Rica, de carácter tecnológico y de asistencia técnica, por medio de un convenio o acuerdo, aunado al convenio existente en tecnologías, para lograr incentivar diferentes modalidades como capacitaciones, programas e intercambio de bienes y servicios, para la generación de competencias y capacidades en el tema, y que guíe y capacite a los involucrados de la alianza nacional en materia de tecnología avanzada, principalmente la metodología BIM, para el sector de la construcción. El incentivo y el progreso que posee la República de Chile es un referente para el desarrollo adecuado del tema en el contexto costarricense debido a su experiencia y lecciones aprendidas, desarrollando un vínculo colaborativo para el beneficio de ambas partes.

En cuanto a la relación existente entre las naciones, Hernández (2020) indica que actualmente existe una relación de cooperación bilateral entre la Dirección de Cooperación Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de la República de Costa Rica y la Agencia de Cooperación Internacional de Chile, que incluye ofertas de capacitaciones y becas, entre ellas para policías y para cursar maestrías, así como la Academia Diplomática de Chile ofrece becas para diplomáticos. De esta forma, al existir un convenio de cooperación vigente se facilita el intercambio y el desarrollo de estas oportunidades (Hernández, 2020).

Méndez (2020) indica que dentro de los convenios bilaterales se establecen las áreas de colaboración específicas y “otros de común acuerdo”, lo que expande la posibilidad de ampliar a otros temas en tanto las partes involucradas estén de acuerdo. De esta manera, se da un paso posible a la inclusión de un acuerdo entendible para el sector de construcción. Entre tanto, esta colaboración entre las naciones chilena y costarricense tendría un impacto positivo para las relaciones existentes, ya que crearía un vínculo tecnológico y técnico que abriría nuevos mercados en conjunto.

Dentro del vínculo bilateral, según los entrevistados, actualmente existe una cooperación técnica, con intercambio de conocimientos y de experiencias, de becas, pasantías, experiencia en el terreno, construcción de documentos, diagnósticos, estudios, en general de asistencia técnica en ambas vías, y entre los países no hay recursos financieros o económicos involucrados

(Méndez & Acuña, 2020). Cabe resaltar que los convenios de tecnología actuales poseen dentro de su contenido la creación de mecanismos de negociación o de programación de recursos y proyectos denominados “comisión mixta”, lo que se refiere a que los países se reúnen generalmente cada dos años y revisan el estado de la cooperación e impulsan ciertas áreas de acuerdo con su interés, acordando el plan de cooperación para los años posteriores (Hernández, 2020).

Por su parte, Acuña (2020) y Hernández (2020) mencionan que existen relaciones de cooperación triangulares con otras naciones, como Japón, de las que se podrían tomar referencias y aprender de los procesos realizados en estas zonas, tanto americanas como asiáticas, donde se impulsan modalidades de becas y colaboración técnica para otras áreas de aprendizaje, así como tecnológicas, no obstante, esas relaciones no abarcan el sector de construcción. Esta distinción es importante de analizar, ya que como se ha mencionado anteriormente, la construcción representa un motor para la reactivación económica, entre tanto se gestione de la manera adecuada, lo que significa que al impulsar este tipo de reciprocidad y participación, diferentes naciones podrían verse beneficiadas, y a su vez, tener repercusiones en otras áreas que requieren asistencia y asociación.

Con respecto a la implementación BIM aplicable que se propone en proyectos públicos y privados en la República de Costa Rica, por medio de estas alianzas, según Quirós Leandre (2020) es importante tomar en consideración el análisis de los procesos de contratación, donde y como a través de los usos y objetivos BIM se pueden definir cuáles son los principales intereses de un uso BIM en una licitación, de esta manera, se debe estudiar la necesidad y utilidad de implementar la metodología en proyectos que así lo requieran y que generen valor agregado a estas edificaciones; esta definición debe ser considerada en conjunto como parte del plan de acción entre la alianza como parte de una estrategia de mejora en la gestión en los procesos de diseño y construcción.

Mora J. (2020) indica que se tienen que planificar los términos de referencia, que estén acordes con el resultado que se quiere obtener. Este objetivo debe definirse según la empresa o tipología del proyecto, para crear una mejora en ese ámbito o el uso del BIM, en otras palabras, debe haber un compromiso a alinearse con un uso y un objetivo. De igual manera, debe considerarse el retorno de inversión, “hacer más con menos”, así como un reenfoque de servicios

para poder ofrecer más productos con mejor calidad y a un precio más competitivo, considerando que al inicio se debe invertir en la tecnología, capacitación y diferentes mecanismos que otorguen ganancias posteriores.

Por otro lado, entre los impactos que la implementación puede tener en Costa Rica, los entrevistados mencionan “la transparencia, la competitividad y una oportunidad de mejora en el sector de construcción”. Asimismo, enfatizan que la metodología “debe venir por la formación de los profesionales desde el sector académico, y ser impulsada por el gobierno, de manera que incentive la formalización del sector, en el área público y en el área privado” (Mora J. , 2020).

No obstante, existen algunos obstáculos que la implementación BIM puede presentar durante el proceso, ya que según Quirós Leandre (2020) la resistencia al cambio representa un impedimento para la adopción y ejecución de la metodología; el tema económico, a nivel empresarial con la inversión para el uso de herramientas, programas o elementos físicos como drones u otros dispositivos tecnológicos, así como la capacitación del capital humano. Asimismo, menciona inconvenientes en la cadena de valor donde todos los actores que van a estar involucrados, tanto el sector privado, publico, académico y los proveedores deben estar capacitados y familiarizados con los términos y las técnicas para comprender los procesos requeridos.

De acuerdo con Azhar (2008), BIM cuenta con otras barreras para su pleno desarrollo, en primer lugar, la propiedad, que se refiere al dueño de los diseños y construcción de datos, donde se comenta que la información confidencial pertenece al desarrollador de estos diseños, y el cliente al pagar por esto, se acredita su pertenencia, pero no puede modificarlo, por los derechos de autor, según la ley. Por otro lado, el autor menciona que la responsabilidad es un punto destacado, ya que puede transformarse en un asunto de responsabilidad legal.

De la misma manera, Azhar (2008) alude a una dificultad en la colaboración y el trabajo en equipo, ya que en ocasiones no todos los miembros del equipo poseen los *software* requeridos para un proceso BIM, lo que origina pérdida de información o los subcontratos y un consumo de tiempo y costo mayor. Por último, comenta que para lograr una implementación BIM se requiere de un plan de implementación previo que contenga la ruta congruente y apropiada.

Por otro lado, no solo la implementación y el proceso de ejecución presentan dificultades en cuanto a la aceptación general, también dentro de las alianzas pueden existir dificultades como la falta de interés y voluntad política, falta de confianza y comunicación entre el sector público y el privado o académico, lo que generaría suposiciones erróneas y una incompatibilidad entre ambas partes. De igual manera, es importante mencionar que los cambios en el entorno económico, social o político puede afectar las relaciones que se desarrollan entre los sectores, e incluso entre las naciones (Méndez & Acuña, 2020).

Acuña (2020) menciona que al desarrollar este tipo de alianzas pública-privadas se debe evitar la interpretación errónea de los mecanismos utilizados, por inconvenientes como el enriquecimiento ilícito o del beneficio de empresas específicas. Por lo que la entrevistada analiza que, al no existir legislación definida, además del Decreto Ejecutivo, en torno a los requerimientos y lineamientos que marquen la ruta y el proceso de alianzas, hay una gran cantidad de intereses involucrados que podrían propiciar el desentendimiento (Méndez & Acuña, 2020).

Algunos entrevistados coinciden en que la administración actual y las próximas administraciones en conjunto con los profesionales del sector deben comprender el funcionamiento del aparato institucional y adaptarlo para lograr una homologación con el BIM que colabore al crecimiento combinado y articulado, así como deben procurar actuar en beneficio de los usuarios y habitantes de la nación y tomar decisiones que mejoren las posibilidades de crecimiento de los diferentes ámbitos sociales y económicos, entre estos el sector constructivo. De esta manera, es importante recalcar que entre tanto la tecnología facilite la reactivación del sector, es conveniente considerar su implementación.

En este sentido, Hernández (2020) menciona que es fundamental considerar la etapa actual que enfrenta el mundo entero con la propagación del virus SRAS-CoV-2, causante de la enfermedad COVID-19, ya que las relaciones internacionales conocidas hasta el momento pueden variar, en la etapa post-COVID debido a las repercusiones de esta pandemia en los países tanto a nivel económico, social, político, entre otros, de manera que se tiene que evaluar la redirección y la definición de prioridades para el beneficio de los sectores y la sociedad.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La implementación de la metodología BIM en el sector de construcción es un proceso reciente que ofrece ventajas a los usuarios, lo que impulsa a los Gobiernos y las empresas privadas a nivel mundial a buscar maneras de lograr su ejecución y posicionarse como líderes en la materia, no obstante, el éxito de BIM radica en el compromiso y trabajo de las organizaciones para producir cambios distinguidos.

La tecnología avanzada estudiada en este documento, la metodología BIM, posee ventajas y beneficios para los usuarios, profesionales en el campo y clientes o dueños de las edificaciones, ya que permite la interacción de los involucrados en una plataforma colaborativa, y ofrece diversos usos como la visualización 3D de la edificación, la planificación, la cuantificación, el análisis del diseño tanto de las ingenierías como de la sostenibilidad, el mantenimiento del proyecto y diferentes gestiones inherentes; pero este uso final debe definirse por medio de objetivos puntuales que agreguen valor a la obra y puedan ser medidos y coordinados durante el intercambio de información.

La implementación de la metodología BIM de manera adecuada permite garantizar el entendimiento de los actores involucrados en el desarrollo de un proyecto, pero requiere de compromiso y capacitación para poder lograr los objetivos de ahorro de tiempo, dinero y calidad.

Según los beneficios del uso de la tecnología presentada, su implementación podría resolver las controversias y problemáticas existentes en el sector de construcción por falta de información y gestión inadecuada de los recursos públicos y privados, así como la transparencia y cumplimiento de los presupuestos establecidos.

Se entiende que las empresas e instituciones conocen las ventajas de utilizar las herramientas de la metodología BIM, pero solo se utiliza un porcentaje de sus ventajas debido a la inexperiencia y factores externos e internos de carácter económico y capital humano, por lo que no existe una forma de medición de estos beneficios o inconvenientes en la práctica, y no se pueden analizar datos cuantitativos de su impacto económico. Además, la ausencia de un marco

normativo o legislación en el tema afecta directamente la adecuada adopción estandarizada y orientada para los proyectos en ejecución durante todo el ciclo de vida.

Las iniciativas del sector privado, como los comités técnicos denominados BIM Forum, no tienen seguimiento ni un proceso enfocado en que los reglamentos y documentos desarrollados se vuelvan un instrumento de uso democratizado, ya que no se abordan ciertos sectores y se da una estratificación del BIM. Asimismo, el uso de las herramientas BIM se ha dado principalmente en proyectos de diferentes aplicaciones en el sector privado, debido a las ventajas que ofrece a los usuarios, contratistas y clientes; mientras que en el sector público ha sido utilizado para proyectos específicos, en general de infraestructura.

A pesar de las iniciativas de la región latinoamericana, no se puede estandarizar un proceso, se debe analizar de manera específica según sea el caso del país y la institucionalidad existente. Es decir, en el caso de la República de Chile, el programa fue incentivado por el Reino Unido, sin embargo, desarrolló su propio proceso de implementación de la metodología BIM conforme a la realidad nacional.

El éxito de Planbim Chile, como iniciativa gubernamental, se dio debido a que el equipo conformado por la señora Carolina Soto Ogueta entendía el funcionamiento y los procesos BIM desde la óptica del sector privado, y lograron reorientar este conocimiento y experiencia al ámbito público con un norte definido. No obstante, aún se encuentran en la etapa de ejecución, lo que podría representar un periodo de obstáculos durante la adaptación y aplicación de los instrumentos.

Existen vínculos de cooperación entre la República de Chile y la República de Costa Rica en diferentes ámbitos, tales como diplomáticos, económicos, comerciales, técnicos y tecnológicos, entre otros. Se ha desarrollado una colaboración directa entre miembros de BIM Forum Chile y BIM Forum Costa Rica en el sector privado, y Planbim Chile y el Gobierno chileno con MIDEPLAN en conjunto con el Gobierno de Costa Rica por medio de la Red BIM de Gobiernos latinoamericanos en el sector público, sin embargo, no existe una cooperación bilateral directa en materia de tecnologías avanzadas en el sector de la construcción.

La investigación efectuada identifica condiciones económicas preocupantes en la República de Costa Rica, de manera que enfrenta una volatilidad en el sector de construcción, con

problemáticas marcadas por la gestión ineficiente en la producción de edificaciones, así como por la tramitología existente por la falta de coordinación entre las instituciones y los entes privados. De manera que puede considerarse las buenas prácticas y experiencias del proceso chileno sobre la implementación de plataformas colaborativas que ayuden a la innovación en el campo, sin embargo, debe lograr un enfoque adecuado según la estructura institucional y de proyectos públicos y privados que le permitan un desarrollo óptimo del sistema y su posterior adaptación, tal como el proceso chileno-inglés.

La implementación BIM abarca un reto en cuanto a armonía entre las partes y educación sobre las herramientas, pero también representa una oportunidad de mejora en el sector, por lo que debe considerarse la inversión inicial para su adaptación, y proyectar la satisfacción de las necesidades en un periodo prudencial. De manera que la administración gubernamental que decida invertir en esta alternativa tecnológica debe reconocer el grado de compromiso tanto del sector público como privado, y la sociedad en general.

Por último, la etapa actual que enfrenta el mundo con la propagación del virus SRAS-CoV-2, causante de la enfermedad COVID-19, transformará las relaciones internacionales y la forma en que se corresponden los países, de manera que cada nación enfrentará la etapa post-COVID de manera conveniente según su entorno nacional, por lo que se debe considerar un escenario de colaboración mutua en el sector de construcción para la reactivación en conjunto, o en contraste, un escenario que represente una disyunción entre los nexos existentes.

Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones se dan al Gobierno de Costa Rica, así como para los representantes del sector de construcción tanto público como privado. La nueva era digital Industria 4.0 representa una apertura comercial y tecnológica para diferentes sectores de la sociedad, así como la competitividad y el posicionamiento de la República de Costa Rica, por lo que se recomienda el estudio y consideración de la inversión en el campo de la construcción para superar las problemáticas existentes que causan la volatilidad en el sector.

Asimismo, es recomendable que exista una figura de cooperación y orientación entre la República de Chile y la República de Costa Rica en temas de gestión, procesos y experiencias en el impacto positivo y negativo de la implementación y ejecución del plan nacional en el sector de construcción, así como en el ámbito económico, social y cultural de la comunidad, ya que la nación chilena es un referente en el desarrollo de la implementación BIM, pero no una guía directa y única.

Para desarrollar un proceso de implementación BIM y su posterior ejecución se considera que requiere un proceso de maduración, en cuanto a conceptos, beneficios y limitaciones que posee, de manera que se debe incentivar una alianza pública-privada a nivel nacional que permita el proceso y esta regulación, ya que una estandarización de la metodología y su estructura solo surgirá de un mandato público, ya sea una ley orgánica, reglamento o decreto, que institucionalice el BIM e involucre al sector privado por medio de alianzas estratégicas entre el Gobierno e instituciones gubernamentales como MIDEPLAN y otros ministerios, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, la Cámara Costarricense de la Construcción y empresas privadas. La alianza pública-privada debe instar a las instituciones a agilizar la tramitología, así como fomentar la industria colaborativa y el uso de estándares en común.

Se insta a crear la necesidad y la visualización de los beneficios y limitaciones que contiene la metodología BIM en el sector de construcción, tanto para los profesionales en el campo como para los clientes y la sociedad, por medio de productos desarrollados, información completa y veraz, y procesos eficientes que agreguen valor a las obras realizadas.

Se recomienda el desarrollo de un plan de acción que involucre la estandarización de manuales y procedimientos, y determine la tipología de proyectos a los que se sugiere y aconseja implementar las herramientas de la metodología BIM, de manera que abarque tanto el sector público como privado, y que involucre a las diferentes instituciones y empresas, tanto pequeñas como grandes, habilitando mesas de trabajo para el intercambio y definición de información relevante. Asimismo, estas mesas pueden involucrar a profesionales independientes que requieran de lineamientos específicos para lograr una estrategia en conjunto.

Se debe considerar un equipo de liderazgo que conozca de la metodología BIM en cuanto a su funcionamiento, procesos, herramientas, ventajas y limitaciones, y que pueda aplicarlo de la manera más eficiente y eficaz al sector de construcción. Asimismo, este equipo, además de

poseer el talento humano, debe tener el apoyo gerencial desde el sector público y el sector privado, para analizar y abarcar las necesidades de los profesionales, usuarios y demás involucrados en el campo.

Asimismo, se sugiere dar un seguimiento de los procesos innovadores por medio de programas o capacitaciones, por un lado, para la adaptación general de los nuevos requisitos donde exista una curva de aprendizaje con margen de error para que los profesionales puedan acatar los lineamientos, y, por otro lado, para verificar el alcance que estos pueden tener y su posible ampliación. No obstante, se debe considerar que, al incentivar este proceso, no significa extender la tramitología, al contrario, se pretende crear herramientas que integren tanto el desarrollo de diseño con los trámites de las instituciones públicas en temas de permisos, contratos y demás documentación.

Por otro lado, se recomienda estudiar el caso del sector académico desde la perspectiva del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, la posibilidad de aprendizaje para los nuevos profesionales, así como para los existentes, los cuales deben ser tomados en consideración y lograr una adaptación de estos, ya que poseen un gran conocimiento y experiencia en el sector de construcción.

Es importante considerar que la actual pandemia del 2020 puede tener repercusiones directas en las relaciones internacionales, a nivel de cooperación, así como, en cuanto a las agendas país que priorizan los temas más relevantes para el desarrollo de del país, por lo que una innovación en el sector de la construcción podría representar una inversión a largo plazo y de esta manera se aplazaría. No obstante, cabe resaltar que como se mencionó reiteradamente en el presente trabajo de investigación, la administración debe analizar esta opción ya que el sector constructivo es un eje fundamental de la reactivación económica a nivel internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca Amador, E. (2001). El nuevo rostro de la cooperación técnica entre países en desarrollo (CTPD) y las nuevas tendencias. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*.
- AGCI. (2019). *AGCID Agencia de Cooperación Chilena para el Desarrollo*. Obtenido de <https://www.agci.cl/>
- Aliarse. (s.f.). *Las Asociaciones Público-Privadas (APP)*. Obtenido de Aliarse: <http://www.aliarse.org/app/>
- Arreola Rosales, J. (25 de Octubre de 2018). *World Economic Forum*. Obtenido de <https://es.weforum.org/agenda/2018/10/incrementemos-la-productividad-en-la-construccion-en-latinoamerica/>
- Autodesk. (s.f.). *Autodesk*. Obtenido de ¿Qué es el BIM?: <https://www.autodesk.com/solutions/bim>
- Ayllón, B. (2007). *La Cooperación Internacional para el Desarrollo: fundamentos y justificaciones en la perspectiva de la Teoría de las Relaciones Internacionales*. Brasil. Editorial?
- Azhar, S. (2008). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. Obtenido de ASCE: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>
- Baez Gonzalez, J. R. (27 de Mayo de 2019). *Anadolu Agency*. Obtenido de <https://www.aa.com.tr/es/an%C3%A1lisis/la-nueva-ruta-de-la-seda-la-manera-en-la-que-china-quiere-dominar-el-comercio-mundial/1490463>
- Barbé, E. (2003). *Relaciones Internacionales*. España.
- Benavides, C. (16 de mayo de 2019). *Construir América Central y el Caribe*. Obtenido de <https://revistaconstruir.com/centroamerica-cuenta-la-primera-academia-bim/>

- BibLus. (s.f.). *BIM en el mundo: el Building Information Modeling está revolucionando el sector AEC*. Obtenido de BibLus: <http://biblus.accasoftware.com/es/bim-en-el-mundo-el-building-information-modeling-sector-aec/>
- BibLus. (s.f.). *IFC ¿Qué es, a qué sirve y cuál es su relación con el BIM?* Obtenido de ACCA software S.p.A: <http://biblus.accasoftware.com/es/ifc-que-es-y-relacion-con-el-bim/>
- BIM Forum Chile. (s.f.). *BIM Forum Chile*. Obtenido de BIM Forum Chile: <http://www.bimforum.cl/>
- BIM Forum Costa Rica. (s.f.). *BIM Forum Costa Rica*. Obtenido de BIM Forum Costa Rica: <https://www.construccion.co.cr/BimForum>
- Bnamericas. (06 de septiembre de 2019). *Bnamericas*. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/crece-uso-de-software-bim-en-sector-chileno-de-la-construccion>
- Botella, C., & Suárez, I. (2012). Innovación para el desarrollo en América Latina: Una aproximación desde la cooperación internacional. *Fundación Carolina - CeALCI*.
- Calduch, R. (1991). *Relaciones Internacionales*. Madrid: Ediciones Ciencias Sociales.
- Castro, J. A. (2010). *Cooperación Internacional*. Obtenido de UCIPFG Universidad para la Cooperación Internacional: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS15/MGTSV15-09/Unidad_academica/5/1_IntroCooperaci%C3%B3nInternacional.pdf
- CCC - Informe Económico. (marzo de 2020). *Informe Económico del Sector Construcción - febrero 2020*. Obtenido de Cámara Costarricense de la Construcción - Dirección de Investigación y Desarrollo Técnico: <https://www.construccion.co.cr/Multimedia/Archivo/9033>
- CCC. (2019). *Revista Construcción 4.0*. *Revista Construcción 4.0*. Obtenido de https://issuu.com/camaraconstruccioncr/docs/revista_construccion_231

- CChC. (2018). *Informe Macroeconomía y Construcción Noviembre 2018*. Obtenido de Cámara Chilena de la Construcción: https://www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/MACH49-2018_.pdf
- CChC. (2019). *Informe Macroeconomía y Construcción 2019*. Obtenido de Cámara Chilena de la Construcción: <https://issuu.com/camaraconstruccion/docs/mach50-2019>
- CFIA. (abril de 2007). *Ley Orgánica, Reglamentos y Procedimientos*. Obtenido de Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica: http://cfia.or.cr/descargas/Ley_organicaCFIA.pdf
- Comunicados Presidencia. (3 de diciembre de 2015). *Presidencia de la República de Costa Rica*. Obtenido de <https://presidencia.go.cr/comunicados/2015/12/costa-rica-presenta-politica-de-cooperacion-internacional-2014-2022/>
- Construcción Pan-Americana. (12 de diciembre de 2016). *Construcción Pan-Americana*. Obtenido de <https://www.construccion-pa.com/noticias/panorama-mundial-la-construccion/>
- Construcciones Bim21. (s.f.). *Construcciones Bim21*. Obtenido de BIM21 Smart Building Solutions: <https://www.construccionesbim21.com/metodologia-bim-building-information-modeling/>
- Constructible. (30 de junio de 2015). *Disney Uses BIM to Create the Infamous Enchanted Storybook Castle*. Obtenido de Constructible: <https://constructible.trimble.com/detailer/disney-uses-bim-to-create-the-infamous-enchanted-storybook-castle-2>
- Cruz, P. (13 de abril de 2018). *Moviliblog (BID)*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/transporte/es/bim-el-futuro-esta-en-la-construccion-inteligente/>
- Decreto Ejecutivo. Gobierno de la República de Costa Rica. (20 de marzo de 2018). *Reglamento para el Desarrollo, Fomento y Gestión de las Alianzas Público Privadas para el desarrollo en el sector público*. Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica:

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=86373&nValor3=112050&strTipM=TC

Deloitte. (s.f.). *Deloitte*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>

Edifica Chile. (2019). *Chile avanza en la implementación de BIM*. Obtenido de Edifica: <https://www.edifica.cl/prensa-nota-72.php>

Editeca. (2020). *Editeca*. Obtenido de <https://editeca.com/bim-latinoamerica-en-2020-parte-1/>

El Dinamo. (2019). *Constructivo*. Obtenido de <https://constructivo.com/noticia/bim-la-metodologia-de-trabajo-que-llego-para-cambiar-la-forma-de-construir-en-chile-1541598805>

Esarte Eserverri, A. (2016). *Metodología BIM*. Obtenido de Espacio BIM: <https://www.espaciobim.com/metodologia-bim>

Espacio BIM. (13 de diciembre de 2018). *BIM BEP Execution Plan: University of Pennsylvania*. Obtenido de Espacio BIM: <https://www.espaciobim.com/bim-bep>

Factoria5 Training HUB. (09 de agosto de 2018). *BIM para infraestructuras e hidráulica: ¿qué usos tiene?* Obtenido de Factoria5 Training HUB: <https://www.factoria5hub.com/single-post/Usos-BIM-para-infraestructuras-hidraulica>

Geofumadas. (abril de 2019). *Geofumadas*. Obtenido de Avance e implementación de BIM – caso Centroamérica: <https://www.geofumadas.com/avance-e-implementacion-de-bim-caso-centroamerica/>

Henríquez, P., & Suaznábar, C. (29 de marzo de 2018). *Puntos sobre la Ciencia, Tecnología e Innovación (BID)*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/bim-transformacion-digital-en-la-construccion/>

Hernández, R. M. (29 de mayo de 2020). Cooperación Bilateral - Dirección de Cooperación Internacional MRREE. (F. Sandoval, Entrevistador)

- INE. (2019). *INE Chile*. Obtenido de <https://www.ine.cl/estadisticas/economia/edificacion-y-construccion>
- INEC. (2019). *INEC Costa Rica*. Obtenido de <https://www.inec.cr/economia/estadisticas-de-la-construccion>
- ITAINNOVA. (2019). *¿Qué es la construcción 4.0? El sector en la Industria 4.0*. Obtenido de Instituto Tecnológico de Aragón: <https://www.itainnova.es/blog/industria-4-0/que-es-la-construccion-4-0-el-sector-en-la-industria-4-0/>
- ITeC. (s.f.). *Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña*. Obtenido de Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña: <https://itec.es/servicios/bim/>
- Loyola, M. (2016). *Universidad de Chile*. Obtenido de Encuesta Nacional BIM 2016: Informe de Resultados:
http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140341/Encuesta_Nacional_BIM_2016.pdf
- Méndez, O., & Acuña, F. (06 de junio de 2020). Cooperación Bilateral Chile y Costa Rica. (F. Sandoval, entrevistador)
- MICITT. (s.f.). *MICITT Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones*. Obtenido de <https://www.micit.go.cr/micitt/marco-juridico-y-legal/convenios-internacionales>
- MIDEPLAN. (30 de julio de 2018). *Costa Rica y Chile aprobaron Programa de Cooperación Sur-Sur 2018-2020*. Obtenido de MIDEPLAN:
<https://www.mideplan.go.cr/index.php/costa-rica-y-chile-aprobaron-programa-de-cooperacion-sur-sur-2018-2020>
- MIDEPLAN. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo*. Obtenido de MIDEPLAN:
<https://www.mideplan.go.cr/plan-nacional-desarrollo>
- MIDEPLAN. (01 de febrero de 2019). *Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública 2019-2022*. Obtenido de <https://www.mideplan.go.cr/plan-nacional-desarrollo>
- MIDEPLAN. (2020). *Estrategia Nacional BIM Costa Rica*. San José, CR.: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.

- MIDEPLAN y MRREE. (2014). *Política de Cooperación Internacional, Costa Rica 2014-2022*. San José.
- MINREL Chile. (s.f.). *Relaciones Bilaterales*. Obtenido de Ministerio de Relaciones Exteriores - Embajada de Chile en Costa Rica: <https://chile.gob.cl/costa-rica/relacion-bilateral/relaciones-bilaterales>
- Mojica Arboleda, A., & Valencia Rivera, D. F. (2012). Tesis Implementación de las metodologías bim como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá. Bogotá.
- Mora, A. (13 de octubre de 2017). *Chile y Costa Rica firman convenio para homologar títulos*. Obtenido de El País: <https://www.elpais.cr/2017/10/13/chile-y-costa-rica-firman-convenio-para-homologar-titulos/>
- Mora, J. (29 de mayo de 2020). Project Manager y Director de Academia BIM+ Universidad Creativa. (C. Sandoval, entrevistador)
- MRREE Costa Rica. (s.f.). *Relaciones Bilaterales*. Obtenido de Ministerio de Relaciones Exteriores Costa Rica: <https://www.rree.go.cr/index.php>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- OIT, O. d. (2012). *El cooperativismo en América Latina. Una diversidad de contribuciones al desarrollo sostenible*. La Paz: Mogrovejo, Rodrigo; Mora, Alberto & Vanhuynegem, Philippe, Eds.
- Oregoni, M. S., & López, M. P. (2013). Cooperación Internacional en ciencia y tecnología. La voz de los investigadores. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
- Ortega Rojas, A. (2014). El Sector Construcción: la problemática nacional y la importancia de la normativa técnica como ejes en la solución de problemas. *Revista Tecnología En Marcha*.
- Planbim Chile. (s.f.). *Planbim Chile*. Obtenido de Planbim Chile: http://planbim.cl/que_es_Planbim.html

- Planbim, CTD, Corfo. (2019). *Estándar BIM para Proyectos Públicos*. Santiago, Chile.
- PNUD. (2020). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/development-impact/south-south-cooperation.html>
- Quirós Leandre, J. A. (29 de mayo de 2020). Implementación BIM desde MIDEPLAN. (F. Sandoval Calvo, entrevistador)
- Rodríguez, C. G. (2019). *Plan de Acción para la Implementación de la Metodología BIM en las Operaciones de Constructora Costarricense S.A.* Cartago, Costa Rica.
- Roldán, P. (s.f.). *Cooperación Internacional*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/cooperacion-internacional.html>
- Savino, E. C. (2016). Organismos internacionales y cooperación científica y tecnológica: el caso de la UNESCO. *VIII Congreso de Relaciones Internacionales*. La Plata.
- SELA. (s.f.). *SELA*. Obtenido de Qué es la Cooperación Sur-Sur: <http://sursur.sela.org/qu%C3%A9-es-la-css/conceptos-de-la-cooperaci%C3%B3n-sur-sur/>
- Tassara, C. (2013). *Cooperación para el Desarrollo, Relaciones Internacionales y Políticas Públicas*. Medellín: Ediciones UNAULA.
- Techure Global. (2019-20). *Implementing Around the World*. Obtenido de Techure Global: <https://techure.global/blog/portfolio/bim-management-implementation/>
- UNDP. (2015). *PNUD Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura*. Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-9-industry-innovation-and-infrastructure.html>
- Unidades de análisis*. (2008). Obtenido de Universidad Complutense de Madrid: <http://misc-ucm.pbworks.com/w/page/21456984/Unidades%20de%20an%C3%A1lisis>
- Vidal Erecacho, I. (2018). *Fichas Sector Chile*. Santiago.

Wilner, D. (2017). *Cómo adaptarse a Cuarta Revolución Industrial*. Obtenido de MBA & Educación ejecutiva: <https://mba.americaeconomia.com/articulos/columnas/como-adaptarse-cuarta-revolucion-industrial>