

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL IPD (INTEGRATED PROJECT  
DELIVERY) EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EN COLOMBIA**

**MAURICIO ALBERTO QUICENO CARDONA**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA, MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON ÉNFASIS EN  
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN  
MEDELLÍN  
2017**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL IPD (INTEGRATED PROJECT  
DELIVERY) EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EN COLOMBIA**

**MAURICIO ALBERTO QUICENO CARDONA**

**Trabajo de grado dirigido por:  
LUIS FERNANDO BOTERO BOTERO**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍA, MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON ÉNFASIS EN  
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN  
MEDELLÍN  
2017**

## **Agradecimientos**

Primero que todo a Dios, por la oportunidad de avanzar en el camino de la vida, logrando superar día a día todos los retos, mi Familia, por ser el apoyo constante en el diario caminar, a todas las personas que aceptaron aportar para el logro de este trabajo. Espero que sirva para construir un mejor país para las futuras generaciones.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 Objetivo general .....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
<b>3. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Marco teórico.....</b>	<b>15</b>
3.1.1 Contratos tradicionales (contradictorios) .....	16
3.1.2. Contrato alianza .....	20
3.1.3. Asociaciones público-privada. APP .....	21
3.1.4. Integrated Project Delivery (IPD) .....	22
<b>3.2 Estado del arte .....</b>	<b>27</b>
3.2.1 IPD en hospitales .....	27
3.2.2. IPD en edificios institucionales .....	45
3.2.3. IPD en vivienda .....	55
<b>4. MÉTODO .....</b>	<b>58</b>
<b>4.1 Metodología .....</b>	<b>58</b>
4.1.1 Investigación transeccional o transversal .....	58
4.2 Desarrollo de la investigación .....	59
<b>ENTREVISTA .....</b>	<b>61</b>
<b>5. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS .....</b>	<b>64</b>
<b>6. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR IPD EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EN COLOMBIA .....</b>	<b>97</b>

<b>7. PROYECCIÓN O BENEFICIO SOCIAL .....</b>	<b>102</b>
<b>8. DISCUSIÓN FINAL Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>8.1.Marco Jurídico.....</b>	<b>103</b>
<b>8.2. Entorno de Colaboración .....</b>	<b>104</b>
<b>8.3. Incorporación de la tecnología .....</b>	<b>105</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>110</b>

## Contenido de figuras

Figura 1. Clase de participante. ....	64
Figura 2. Profesión. Funcionarios públicos. ....	65
Figura 3. Tiempo en el cargo funcionarios públicos. ....	66
Figura 4. Profesión. Contratista privado. ....	67
Figura 5. Tiempo en la actividad contratista privado. ....	68
Figura 6. Presencia de confrontaciones por el método de entrega tradicional. ....	81
Figura 7. Disposición a cambiar método de entrega. ....	82
Figura 8. Principales barreras para implementar IPD. ....	87
Figura 9. La fragmentación afecta los resultados del proyecto. ....	88
Figura 10. Uso de herramientas tecnológicas. ....	92
Figura 11. Lean Construction. ....	94
Figura 12. IPD. ....	95
Figura 13. Herramientas BIM. ....	96

## Contenido de tablas

Tabla 1. Resumen de los proyectos de hospitales examinados .....	28
Tabla 2. Características estratégicas de los proyectos de hospitales .....	29
Tabla 3. Niveles y dimensiones de integración .....	46
Tabla 4. Modalidad de selección de acuerdo al valor .....	76

## Introducción

Con el presente trabajo se explora la posibilidad de revisar un nuevo método de entrega alternativo (IPD- Integrated Project Delivery) y la posibilidad de que sea empleado en el desarrollo de la infraestructura pública, cambiando así el sistema tradicional en el que las confrontaciones, la desconfianza entre las partes y los intereses particulares son el común denominador en la ejecución de obras de infraestructura. El cambio metodológico implica lo cultural, jurídico y técnico. Es un nuevo reto hacer más eficiente, transparente y adecuada a las necesidades del país, a las dinámicas de crecimiento urbano de las ciudades y regiones, la política de Estado en materia de infraestructura. El tener una infraestructura competitiva, permitirá que los indicadores de desarrollo mejoren, que las obras logren un mayor impacto positivo en las comunidades intervenidas y que se facilite la innovación y el desarrollo tecnológico en la industria de la construcción.

En el proceso de estructuración de dichos proyectos se tienen dos sectores, por un lado, el desarrollo de la infraestructura de transporte, el cual viene generando nuevos métodos de entrega, como las concesiones y las APP (Alianza Público-Privada), y ha venido avanzando y mejorando hasta llegar al modelo de las concesiones 4G, que muestran un nivel de integración importante, lo que facilita el cumplimiento de las metas, la articulación de los diferentes componentes del proyecto en uno de los participantes y resuelve en parte los problemas que se presentan. No obstante, las mejoras, aún se tienen problemas evidentes por corrupción, consultas a comunidades y gestión predial, lo que debe ser objeto de revisión y solución por parte de las entidades. Por otro lado, se tiene la infraestructura pública de servicios de hospitales, centros educativos, edificios institucionales, escenarios deportivos, entre otros, y en los que no se ha avanzado en la resolución de las dificultades. En la fase de estructuración y ejecución, los problemas de corrupción son más frecuentes: se tienen obras inconclusas, tribunales de arbitramento, problemas legales y solicitud de revisión de diseños, entre otros. El presente trabajo busca explorar si la metodología integrada de proyectos puede ser una alternativa para la solución de muchos de estos problemas a través de la colaboración y la alineación de los objetivos del proyecto con los intereses de los participantes.

## Resumen

El desarrollo de los proyectos públicos es de los principales motores de desarrollo de un país. La construcción de infraestructura en todas las áreas, genera empleo y el desarrollo de otras cadenas de la economía, así como el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. El modelo tradicional de entrega de proyectos se caracteriza por generar situaciones de confrontación entre los participantes en cada una de las fases; esto afecta considerablemente los resultados generando sobrecostos y demoras, por lo que el tiempo de ejecución se incrementa irremediamente al recurrir a comités de arbitramento y quedar la decisión final sobre el proyecto en manos de un juez. Por lo anterior, se revisa la posibilidad de implementar el IPD para la ejecución de proyectos de infraestructura pública, pasando de un sistema tradicional, en el que se da la confrontación, a uno en el que se integren las personas, los sistemas y la tecnología a partir del principio de colaboración en el que se aprovecha la experiencia y puntos de vista de los participantes, se alinean los intereses de cada una de las partes con los intereses del proyecto en todas sus etapas y se vinculan en la fase temprana de diseño al constructor.

Esta propuesta recoge las inquietudes de los actores (funcionarios de entidades, constructores, entre otros) del modelo actual con el fin de establecer su percepción frente al funcionamiento del sistema actual, establecer las limitaciones jurídicas y culturales para su implementación y se hace una revisión de los diferentes procesos de selección del Estado para la contratación de obra pública. A partir de la información recolectada, se propone la forma de implementar el IPD como método alternativo de entrega de proyectos de infraestructura pública.

## **Abstract**

The development of public projects is one of the main drivers of development of a country. The construction of infrastructure in all areas, generates employment and the development of other economic chains, as well as the improvement of the quality of life of the inhabitants. The traditional model of project delivery is characterized by generating situations of confrontation between the participants in the project in each of the phases. This affects the results significantly, generating overcharges and delays, so that the execution time increases irretrievably by resorting to arbitration committees and the final decision on the project ends up in the hands of a judge. For the aforementioned, the possibility of implementing IPD (Integrated Project Delivery) for the execution of public infrastructure projects is necessary, going from a traditional system in which confrontation occurs to one in which people, the systems and the technology, based on the principle of collaboration taking advantage of the experience and points of view of the participants, aligning the interests of each of the parties with the interests of the project in all its stages and linking in the early phase of design to the builder.

This proposal takes into account the concerns of the actors of the current model (entity officials and builders, among others) in order to establish their perceptions regarding the functioning of the current system. It establishes the legal and cultural limitations for its implementation and allows for a revision of the different processes of selection of the state for the contracting of public works. Based on the information collected, it is proposed how to implement IPD as a method of delivering alternative public infrastructure projects.

## 1. Descripción del problema

El manejo de los recursos públicos de un municipio, departamento o país, debe ser transparente, eficaz y eficiente con el fin de generar el mayor impacto positivo sobre las comunidades. Por esto se requiere que la planeación implementada en éstos sea de la más alta calidad, lo cual permitirá que en la fase de ejecución se minimicen los riesgos de sobrecostos ocasionados por diferentes factores: cambio en los diseños, sobrecostos de construcción, tiempos de espera por materiales o instrucciones, calidad deficiente, reprocesos, entre otros.

La infraestructura pública tiene importancia especial para el desarrollo de un país o región. Esta puede subdividirse en infraestructura de transporte, amoblamiento urbano, vivienda, entre otros. Cada uno de ellos aporta de manera significativa al dinamismo de la economía regional y nacional; sin embargo, la forma antagónica en la que se plantea el desarrollo de estos proyectos implica sobrecostos, debido a una gran variedad de factores, por lo que el impacto se ve diezmado frente a la gran deficiencia de dichas obras que se tiene en el país.

Los proyectos de infraestructura se han caracterizado por derivar en sobrecostos, retrasos y litigios. Los principales problemas se han asociado a omisiones o falta de detalle en el diseño de los proyectos, en otras palabras, sin un correcto dimensionamiento de los riesgos. Ello ha conducido a continuas renegociaciones de los contratos suscritos, lo cual ha generado como externalidad negativa un incentivo perverso a presentar ofertas temerarias en los procesos licitatorios bajo la expectativa de que una vez adjudicado el proyecto se podrá entrar a renegociar (Tendencia Económica, 2012).

Cada vez que se ejecuta un proyecto de infraestructura pública y que se deben adelantar las acciones de compensación económica a contratistas o interventores por uno de los factores mencionados, la capacidad del Estado para generar un impacto mayor se estanca, los sobrecostos generados lo obligan a limitar la atención de las necesidades, situación que genera un retraso en la competitividad, en el cuidado de los más vulnerables y el desarrollo del país.

Frente al panorama actual, específicamente frente a la infraestructura de transporte y con el ánimo de sortear los atascos que se tienen en el desarrollo de este tipo de proyectos, se hizo necesario crear un Consejo Intersectorial de Infraestructura con participación indelegable de varios ministros y directores de agencias estatales involucradas en estos temas. La creación de este organismo permitirá superar en gran medida el fraccionamiento que existe actualmente en las funciones que asumen los diferentes organismos estatales que intervienen en las fases de estructuración, licenciamiento y ejecución de los proyectos, y que se ve reflejado en la ausencia de coordinación intergubernamental en aspectos tales como la provisión de servicios públicos, la adquisición de predios, la obtención de

licencias ambientales y la consulta previa a comunidades(Tendencia Económica. 2012).

También existen importantes desafíos en la reglamentación de la participación del sector privado y el desarrollo de instrumentos para atraer sus recursos. Al respecto, un punto central consiste en alinear los incentivos del contratista con la finalización de la obra. El Gobierno nacional ya ha avanzado en esta dirección con la eliminación de anticipos para las obras de concesión; y la Comisión de Infraestructura dio un paso adicional al sugerir que se le exija un aporte patrimonial mínimo al capital privado invertido en los proyectos y al proponer la inclusión de mecanismos que premien a los contratistas si entregan las obras antes de lo previsto (Tendencia Económica, 2012).

De acuerdo con los datos suministrados por el Foro Económico Mundial, se establece:

...uno de los principales límites a la competitividad de la economía colombiana viene dado por la mala calidad de su infraestructura de transporte. De hecho, en el ranking de 144 países realizado por el Foro Económico Mundial, en lo referente a la dotación de infraestructura de carreteras, Colombia descendió desde la penosa posición 126 en 2012 hasta la 130 en 2013, convirtiéndonos en uno de los 15 países del mundo con peor calificación en esta materia y situándose incluso por debajo de sus pares latinoamericanos. (Tendencia Económica, 2013, p.3)

Los esfuerzos en Infraestructura se vienen dando para el sector de la infraestructura de transporte,

...entre los años 2001 y 2009 la inversión promedio en infraestructura de transporte en Colombia fue de solo 0,8% del PIB, cifra que ascendió a 1,3% del PIB entre 2010 y 2012 (Tendencia Económica. Informe Mensual de Fedesarrollo 136. Octubre de 2013). Sin embargo, este aumento de la inversión no vino acompañado de una correspondiente transformación institucional en términos de acompañamiento, vigilancia y control que se adaptara a los nuevos montos. En particular, la salida a licitación sin contar con estudios en Fase III condujo a un mal dimensionamiento de los riesgos y tuvo como consecuencia una importante externalidad negativa: la creación de un incentivo perverso para que los contratistas presentaran ofertas temerarias con el fin de asegurar la adjudicación del contrato y luego demandar una futura renegociación. De esta forma, la siniestralidad de los contratos de infraestructura se tornó relativamente alta. (Tendencia, 2013, p.4).

Otro factor importante a tener en cuenta en el desarrollo de los proyectos de infraestructura en el país, se refiere a la desarticulación de las diferentes etapas del proyecto, planeación, diseño y ejecución. En la mayoría de los proyectos, el

factor determinante para la ejecución es el costo en razón a la necesidad de ajuste a un presupuesto asignado para la vigencia del mismo, relegando a un nivel inferior variables como la calidad, la funcionabilidad y el uso, entre otras, aspecto que conlleva a que lo ejecutado no corresponda con lo planteado en el diseño inicial o, en el peor de los casos, a que los proyectos queden en un porcentaje de avance de obra sin poder ser concluidos, generando detrimento patrimonial y empobrecimiento de las comunidades.

Ante el panorama actual del sector de la construcción pública en el país, se hace necesario y urgente explorar otros modelos de planeación y ejecución de proyectos buscando aumentar la productividad, mejorar la calidad de las obras, la integralidad del proyecto desde su fase inicial de diseño hasta la fase final de ejecución y cierre. Sin duda alguna estas nuevas prácticas generarán beneficios enormes en las obras de infraestructura públicas. A través del mejoramiento de las vías y el amoblamiento urbano se cerrará la brecha de pobreza acercando las comunidades a los centros de desarrollo. De acuerdo con lo anterior, a través del presente trabajo se explora una propuesta de implementación del modelo de gestión de proyectos mediante IPD, identificando las barreras y condiciones de nuestro país para implementar el modelo.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

- Analizar las condiciones de los proyectos públicos de infraestructura en Colombia para determinar la viabilidad de implementar la metodología IPD (Integrated Project Delivery), con el fin de establecer alternativas para la ejecución eficiente y eficaz de los proyectos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar los modelos tradicionales de gestión y ejecución de proyectos de infraestructura pública en Colombia.
- Identificar las restricciones para la implementación de la metodología IPD en los proyectos públicos de infraestructura.
- Establecer la viabilidad de la incorporación de la metodología IPD en los proyectos de Infraestructura pública en Colombia.

### 3. Marco de referencia

#### 3.1 Marco teórico

Patrick Sun Dhillip sostiene: “La deficiente planeación de edificios resulta en altos costos operacionales y generalmente se acompaña de demoras, sobrecostos y retrasos en la fase de construcción” (Citado por Regan, Love and Smith, 2015, p.405). Uno de los factores que se establecía como fuente principal de estos retrasos era el iniciar el diseño sin comprender totalmente el alcance del mismo, sin tener claridad sobre la problemática a resolver. Otros factores importantes son la independencia de los participantes de cada fase del proyecto, no han entendido completamente la problemática; la independencia de los encargados de cada actividad, lo que genera solicitudes de cambio en los diseños (reprocesos) y retrasos en tanto son resueltas. El hecho de tener solicitudes fragmentadas de cambios hace que sea necesario realizar varios reprocesos para poder acoplar todos los componentes de los estudios en un mismo elemento. Finalmente, todas las solicitudes de cambio terminaban transformando el proyecto y teniendo una solución que puede ser diferente a la planteada por el propietario. (Regan et al., 2015)

La mayoría de la infraestructura pública es obtenida por los métodos tradicionales de contratación, los cuales se basan generalmente en técnicas cuantitativas de selección con principios contractuales contradictorios. Las evidencias sugieren que estos métodos de contratación son ineficientes, con frecuencia se retrasa la entrega y se generan sobrecostos (Regan et al., 2015). Además, la naturaleza de adversidad o confrontación de los contratos conduce a disputas por cambios en las especificaciones, pobre documentación y reprocesos, al igual que largos procesos de renegociación que en algunas ocasiones conducen a acciones civiles (Regan et al., 2015).

Ante el panorama de limitaciones y confrontaciones generadas por los métodos tradicionales, aparecen métodos de adquisición alternativos (APM) para el sector público, en los que se tiene un enfoque de contratación menos hostil, transfiriendo la responsabilidad y el riesgo de diseño y operación de la infraestructura, pagando el Estado por los servicios prestados, adoptando un rol regulador más pasivo (Regan et al., 2015). De igual manera se establece que los métodos tradicionales de contratación (confrontación), pueden ser apropiados para algunos proyectos de infraestructura pública (proyectos menores de corto plazo), para los de largo plazo y con un grado de complejidad importante, teniendo presente que éste es directamente proporcional al riesgo del proyecto, se recomienda la utilización de los métodos de adquisición alternativos aprovechando capacidades del sector privado como la innovación, las nuevas tecnologías y la capacidad empresarial. Una de las características fundamentales de los métodos de contratación

alternativos consiste en el cambio de rol del Estado, ya que pasa de ser propietario de la infraestructura a ser un usuario de los servicios de la misma, respondiendo el privado por el mantenimiento y tenencia de la misma y estableciendo parámetros de calidad para la prestación de los servicios. Estos métodos alternativos se vienen estableciendo en sectores como educación, salud, carcelario, infraestructura vial y pública, entre otros; a través de estos contratos se genera una relación contractual a largo plazo entre privados y Estado.

La evidencia sugiere que contratos APM logran un mejor tiempo y desempeño que los métodos contradictorios. A través de una mayor eficiencia, se contribuye a mejorar la prestación de los servicios y reducir los costos del ciclo de vida (Regan et al., 2015)

### **3.1.1 Contratos tradicionales (contradictorios)**

Los contratos tradicionales vienen siendo el mecanismo para construir obras públicas por los gobiernos (como contratantes) con contratistas privados que son seleccionados por licitación, precalificación y contrato. Esto debido a la poca pre-inversión que requieren estos modelos para la presentación de los proyectos y las restricciones que la normativa actual establece para la implementación de otros métodos de entrega. La obtención tradicional de bienes y servicios tiene una larga historia como método favorito para la entrega de infraestructura pública. Obtener infraestructura pública por licitación fue evidente en las ciudades de Mesopotamia, en la Grecia clásica y en el Imperio Romano hacia el año 2.600 A.C (Regan et al., 2015). En las ciudades del antiguo Estado sumerio, alrededor del 2.400 A.C., se tenían códigos civiles que regulaban la relación entre lo público y los contratistas privados, estableciendo un pago a los interesados en un contrato e imponiendo penalizaciones parciales cuando incumplían la entrega con la cual se habían comprometido. De igual manera, la contratación tradicional con los aspectos que se ocupan de las controversias en contratos, fueron evidentes en los inicios del derecho romano y más adelante en los estados europeos. El término “contrato tradicional” es generalmente aplicado a los contratos que utilizan los gobiernos para obtener bienes y servicios por licitación, en la que se entregan unas especificaciones y se tiene el criterio de asignar al menor precio.

La principal dificultad de los contratos tradicionales radica en no tener alineados los objetivos de los contratistas con los o del proyecto, lo que implica que la presencia de disputas sea muy probable y que dicha situación lleve a retrasos, reprocesos y mayores costos de ejecución (Regan et al., 2015). El objetivo principal en unas condiciones de mercado competitivo de oferta, se enmarcaría en que el contratista presente su “mejor” propuesta en términos de entrega (niveles de servicio) de la infraestructura solicitada, con un presupuesto real ajustado y no con base en una fórmula que establece que el ganador será quien tenga el precio más bajo, dejando de lado las especificaciones del contrato; por lo tanto, la

entidad contratante debe procurar reducir al máximo las posibilidades de cambios, verificando que no se tengan especificaciones técnicas incompletas, documentación insuficiente o poco precisa. La resolución de las disputas puede ocurrir durante el ciclo de vida del contrato, sin embargo, muchas pueden quedar sin resolverse una vez los trabajos se encuentren terminados. Dentro de los contratos tradicionales, se tiene una estructura en la que el Estado toma la posición de cliente con un contratista principal, quien asume la responsabilidad con sub-contratistas o empleados para la ejecución del contrato. Este tipo de modelos tiene un proceso de pre-inversión bajo para el contratista con respecto a los otros modelos de contratación (Regan et al., 2015).

En los contratos tradicionales, la entidad tiene la responsabilidad de asumir los riesgos que no fueron claramente identificados y trasladados al constructor generando cambios en el alcance de la obra, en las especificaciones. Las limitaciones que se establecen desde la fase de diseño, no favorecen la innovación, por lo que se tienen obras con consumos de energía elevados y altos costos de mantenimiento. Los contratos en el método de entrega tradicional son vulnerables a los conflictos como consecuencia de la no alineación de los objetivos de las partes.

Otro factor importante de los contratos tradicionales es el método de adjudicación al precio más bajo, lo cual lleva a los proponentes a tener un sesgo de optimismo que le hace incurrir en errores (precios artificialmente bajos) que no le permitirán ejecutar el contrato y darán inicio al proceso de confrontaciones. Se considera que los criterios de selección en los procesos deben incluir mayores factores de evaluación cualitativos, como experiencia y capacidades (operativa, técnica, financiera) del contratista. Es de gran valor revisar el proceso de asignación y transferencia de los riesgos y los beneficios más amplios que el contratista podría aportar al proyecto, nuevas metodologías, prácticas de trabajo. Existe una importante interacción entre el mecanismo que otorga el contrato y la estructura de incentivos que limita el comportamiento a posteriori del contratista (Regan et al., 2015).

Los contratos de confrontación parten de una especificación de entrada emitida por la entidad en la que se establecen los requisitos para la obra, los materiales a utilizar y la forma (pero no el método) de la construcción. Este enfoque asume que la entidad tiene las mejores soluciones de diseño, construcción y mantenimiento (Regan et al. 2015). La alternativa a esta situación es pasar de una especificación de entrada a una de salida, concepto que se introduce a principios de la década de 1990 con los contratos BOT (Building Operate and Transfer); estos son contratos también llamados de “ingeniería total” o “llave en mano”, en los que se tiene, además del diseño y la construcción, el suministro de equipos y la prestación de los servicios por un tiempo determinado al cabo del cual se transfiere el inmueble al cliente (entidad). La especificación de salida consiste en establecer de parte de la entidad unos niveles de servicio, dejando la pregunta del

cómo al contratista. En este tipo de contratos se asignan los riesgos asociados al diseño, construcción y operación del proyecto al contratista; éste ejerce el control del proyecto y tiene incentivos para entregar activos de calidad que reduzcan al mínimo los costos del ciclo de vida, así el contratista puede innovar en el diseño y la construcción con el fin de superar los estándares de los niveles de servicio establecidos, con la reducción de los costos de construcción se mejora la productividad desarrollando proyectos sostenibles (Regan et al., 2015).

Otro aspecto a revisar en este tipo de contratos, es el hecho de la asignación de riesgos, los cuales son determinados por la entidad y pueden no ser asignados de manera correcta al contratista. Para el caso de un contrato de precio fijo, el contratista busca atajos o modificaciones al proyecto con el fin de mejorar su rentabilidad, cuando el contratista no tiene un papel activo en la gestión del proyecto o en el ciclo de vida del mismo, opta por la ejecución del proyecto de acuerdo a lo solicitado, sin importar la eficiencia de la obra en su operación o la utilización de materiales o mano de obra de menores especificaciones. Por el contrario, en un contrato en el que el pago tenga un componente asociado a la mejora en el cumplimiento de los estándares, será su interés prorrogar el contrato el mayor tiempo posible. Es importante mencionar que los principales riesgos en los proyectos de infraestructura, están asociados a la construcción y el ciclo de vida que, en intervalos de veinte años, pueden llegar a ser un múltiplo de la construcción (Regan et al., 2015).

El desarrollo de la infraestructura pública se rige por las políticas de compra del Estado que establecen la contratación de los proyectos por etapas: gestión, diseño, construcción y operación. Estos contratos son suscritos con diferentes proponentes (natural/jurídica) que pueden ser públicos o privados. Estudios recientes sugieren que la agrupación del diseño y la construcción, o vincular al contratista de manera temprana en la fase de diseño de un proyecto, puede mejorar las comunicaciones, mejorar el costo, tiempo de entrega y estimular la innovación e incorporación de nuevas tecnologías (Regan et al., 2015). El método de entrega tradicional coloca a la entidad contratante y el contratista en una competencia por el recurso disponible para el proyecto, con una probabilidad mayor de fricción entre las partes; el representante de la entidad (supervisor) se esfuerza por entregar el proyecto dentro de lo presupuestado o incluso por debajo de éste, mientras el contratista está trabajando para beneficiarse de los cambios en las especificaciones o alcance del proyecto que le permitan tomar atajos en la ejecución del proyecto (Regan et al., 2015).

En esencia, las partes están atrapadas en un conflicto entre el interés personal y sus obligaciones contractuales, llevando estas diferencias a los otros participantes del proyecto (subcontratistas). Estas situaciones se inician a partir del concepto del método y lleva al contratista a presentar la oferta más baja, reduciendo las posibilidades para la colaboración e innovación y aumentando las probabilidades de diferencias entre las partes que conduzcan a un proceso legal.

El método de entrega tradicional se utiliza para transferir la mayor parte del riesgo al contratista. El objetivo de la entidad es garantizar un diseño y construcción con las especificaciones de entrada minimizando las variaciones, buscando que el proyecto sea entregado dentro del presupuesto y plazo establecido. (Regan et al., 2015).

Para contratos de precio fijo, se establece un cronograma de ejecución dentro del cual el contratista debe entregar el producto en virtud del contrato que también estipula las penalidades en caso de no cumplir. Por su parte, el contratista busca los medios por los cuales pueda reducir los costos para mejorar su rentabilidad. De igual manera, con este método de entrega existe el riesgo de que los contratistas se organicen de manera estratégica para ganar el contrato y en la ejecución buscar variaciones o deficiencias en los términos de la entidad para reducir los costos y mejorar el margen del contrato, para lograrlo incurren en procesos de mala calidad de la construcción (Regan et al., 2015).

Para este tipo de contratos, los datos publicados por la empresa de construcción del Reino Unido Laing O'Rourke en 2009, sugerían que en promedio el valor de los contratos se incrementaba en un 9,5%; el tiempo necesario para resolver disputas contractuales tenía un promedio de 7,2 meses (Regan et al., 2015). El método de entrega tradicional se enfoca en la construcción del activo, pero no de su vida útil (operación y mantenimiento).

A principios de 1990, como consecuencia de la recesión mundial y con el ánimo de mejorar el desempeño de los países, se introducen nuevos métodos de entrega de proyectos con financiación privada. En estos tiempos el hecho de vincular capital privado con las limitaciones presupuestales que se tenían era una buena opción. En este momento el Estado pasa de la condición de construir infraestructura a la compra de los servicios que ésta presta a través de los privados. Los contratos alternativos más comunes eran: diseño, construcción, operación y retorno a la entidad (BOT), asociaciones público-privadas y concesiones, entre otras. Este tipo de contratos se caracteriza por lo siguiente: especificación de salida (estándares de servicio), factores de evaluación enfocados más en aspectos cualitativos que cuantitativos de los proponentes, mayor alineación de los objetivos de las partes y los del proyecto, lo que facilita la innovación y eficiencia, relaciones contractuales a largo plazo para tener capacidad de resolver los conflictos, ajustar los cambios en el contrato por factores externos no identificados, transferencia de la mayoría de los riesgos al contratista, operación y mantenimiento de la infraestructura (Regan et al., 2015).

Los métodos de contratación alternativos no son nuevos, se tiene evidencia acerca de la utilización de concesiones en la antigua Grecia en el siglo III A.C., su uso se dio para la explotación de canteras, el transporte marítimo, la minería y el control privado a la importación de cereales. Los monarcas seléucidas de Persia lo hicieron para el servicio de las carreteras y los servicios postales; por su parte, los romanos lo hicieron para la construcción de puentes, carreteras, el suministro de

agua en pueblos y ciudades y la recaudación de impuestos (Regan et al., 2015). Lo anterior, muestra a través del tiempo la posibilidad de vincular capital privado a la ejecución de proyectos públicos de infraestructura como fuente alternativa de desarrollo de obras públicas en momentos en los que la capacidad financiera del Estado no lo pueda hacer.

### **3.1.2. Contrato alianza**

Se utiliza para ejecución de proyectos de infraestructura por etapas de corto plazo, se basa en un enfoque de colaboración para la gestión y gobernabilidad del proyecto, para determinar el alcance, los pliegos de condiciones, la selección de los sub-contratistas y la estimación de costos. Otra forma de aplicación de este tipo de contratos es en aquellos proyectos para los que no se tiene la información completa del mismo y se requiere darle inicio a la ejecución (Regan et al., 2015).

Para la ejecución se establece una estimación de costos de destino (TCE) entre el contratista principal y la entidad, creando un marco contractual de colaboración en el que todos los participantes del proyecto trabajan para entregarlo de acuerdo con las especificaciones, cronograma y presupuesto estimado de destino. Las características de este tipo de contratos pueden incluir Michael Regan, Peter E.D. Love and Jim Smith (2015): elección de los subcontratistas a partir de una junta de control, intercambio de información transparente, innovación y tecnología, una contabilidad de libro abierto para el proyecto, estimación del presupuesto, alineación de los incentivos, negociación del margen del contratista; en caso de superar el presupuesto, el contratista puede perder el margen establecido de manera parcial o total y los conflictos son resueltos por métodos alternativos con el uso limitado de procesos judiciales. Estos contratos pueden implementarse rápidamente reduciendo los costos de pre-inversión, eliminando las etapas de oferta y evaluación de la misma; en el caso de proyectos complejos, el diseño del proyecto se puede realizar de forma paralela con el trabajo de estimación temprana de costos al tener al contratista involucrado en todos los aspectos de diseño y construcción del proyecto. De esta manera se da espacio para la innovación, el uso de nuevas tecnologías y la incorporación de los aspectos que en la fase de diseño influyen en los costos de mantenimiento (Regan et al., 2015).

En el proceso de selección del contratista principal se utilizan criterios como experiencia, trayectoria, innovación, colaboración y el deseo de trabajar hacia objetivos comunes. La estimación del costo del proyecto, el cronograma de ejecución y el margen del contratista se logran a través de reuniones sin tensión entre las partes. La principal diferencia de estos contratos con los del método tradicional, radica en la incorporación de aspectos como la transparencia, el buen gobierno, la toma de decisiones compartida y los incentivos alineados (Citado por Regan et al., 2015). Para la administración de estos contratos, se cuenta con un

grupo de control del proyecto en el que tanto la entidad como el contratista tiene sus representantes; este grupo crea el marco de gobierno del proyecto, las decisiones y el control del mismo, las actuaciones de los integrantes se fundamentan en la colaboración buscando los mejores intereses del proyecto. En este tipo de contratos no se incluye la fase de mantenimiento ni prestación de servicios, en caso de ser requerido, debe realizarse un contrato independiente (Citado por Regan et al., 2015). Cuando se adelanta el proceso de colaboración con base en la colaboración, la fórmula del riesgo y la recompensa, se promueve el intercambio de información completa, la innovación y una posición conjunta para resolver los problemas con el menor costo y tiempo posible (Regan et al., 2015).

### **3.1.3. Asociaciones público-privada. APP**

Las asociaciones público-privadas son una evolución del método de entrega llave en mano, ampliamente utilizado para la financiación de los proyectos de construcción en 1980; se distinguen de otros métodos de contratación de infraestructura por las siguientes características (Regan et al., 2015): se establece en un marco de política nacional que funciona de manera independiente de la política de compras del Estado; se negocian por espacios de tiempo de hasta 40 años; son evaluados por la entidad de acuerdo con un precio de costo comparado con el ciclo de vida frente a un punto de referencia tradicional de compras (comparador del sector público); los contratistas son seleccionados por licitación o precalificación, el adjudicatario obtiene ingresos a partir de una carga unitaria (precio establecido como pago unitario por la prestación del servicio), la entidad sólo paga por los servicios que recibe y el pago está condicionado al cumplimiento de los estándares determinados, en el caso de no cumplir con estos, la entidad no realiza pagos al contratista. Siendo los contratos APP un método de entrega alternativo, no alcanza a ser un contrato colaborativo puro, sin embargo, alcanza un nivel de transparencia y colaboración alto en su ejecución; un componente para destacar en este tipo de contratos radica en el hecho de que el contratista tiene una especificación de salida con normas y requisitos mínimos operativos; éste diseña, construye y opera la infraestructura por lo que tiene también el riesgo de los costos del mantenimiento de la infraestructura en el tiempo pactado y debe tener especial interés en asegurar la buena calidad de la construcción (Regan et al., 2015).

Un componente adicional en este tipo de contratos radica en la posibilidad de tener el contratista un pago adicional por niveles de servicio superiores al estándar (Regan et al., 2015). El contratista lleva todo el riesgo de la prestación del servicio y, en algunos proyectos de transporte, también puede llevar el riesgo del mercado, en el caso en el que aplique este riesgo, se establecen niveles mínimos de ingresos para el funcionamiento del proyecto (Regan et al., 2015). La Oficina Nacional de Auditoría de Gran Bretaña llevó a cabo la revisión de una serie de

proyectos complejos entregados con el método de entrega tradicional y contrato alianza, desarrollados en sectores como: educación, infraestructura de transporte aéreo, vivienda, servicios de salud, acueducto, alcantarillado y edificios institucionales. Los contratos ejecutados con principios de colaboración lograron consolidar de mejor manera los documentos del proyecto en la fase de pre-construcción frente a los desarrollados por el método de entrega tradicional. (Regan et al., 2015). Sin embargo, a pesar de ejecutar los proyectos por el método de colaboración, estos seguían costando más y demorando un tiempo mayor; para el caso del Reino Unido, los indicadores clave de rendimiento de la industria de la construcción revelaron que el 55% de los proyectos superaban el tiempo de ejecución y el 37% no cumplían con el presupuesto establecido. Del mismo modo, en Australia, Blake Dawson (2011) encontró que menos del 48% de los proyectos de infraestructura encuestados fueron entregados a tiempo, cumpliendo con el presupuesto y la calidad requerida. Un hecho común que influye en la falta de cumplimiento en la entrega de los proyectos corresponde a la "información de baja calidad" (Regan et al., 2015).

#### **3.1.4. Integrated Project Delivery (IPD)**

El método de ejecución IPD se basa en la integración de las personas, los sistemas, la tecnología, las prácticas comerciales en un proceso colaborativo que aprovecha los talentos y puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto generando valor agregado para el propietario, minimizando los residuos y maximizando la eficiencia en todas y cada una de las fases de diseño, fabricación y construcción (AIA, A Guide 2007).

En IPD se tiene un grupo principal que está conformado como mínimo por la entidad o su representante, el diseñador principal y el constructor general, teniendo como principio fundamental la colaboración, alineando los objetivos del proyecto con los de los participantes, estableciendo un mecanismo de riesgo/recompensa de acuerdo con el grado de cumplimiento del objetivo planteado. Para el año 2007, el AIA (*American Institute of Architects*) y el Consejo Nacional de Arquitectura (AFP) de California, expidieron la versión 1 de la Guía para IPD, la cual proporciona información y orientación sobre los principios y técnicas de la entrega de proyectos integrados (IPD) y explica cómo utilizar metodologías IPD en el diseño y construcción de proyectos. (AIA, A Guide 2007). En la guía se establecen parámetros para desarrollar los proyectos, para una mejor entrega de los mismos con resultados ajustados a lo esperado por el cliente, apoyados en el principio de la colaboración y dejando de lado la tradicional manera de ejecución de los proyectos en el cual se entregan productos fragmentados para cada fase, con resultados inferiores a los esperados, presentando incremento de costos, problemas de calidad sin la incorporación de nuevas tecnologías y desarrollo de procesos de innovación, entre otros.

El centro de un proyecto integrado es el equipo principal de colaboración, conformado por los participantes clave del proyecto (entidad, diseñador, contratista); que inicia con los aportes de cada uno de los integrantes dentro de su experiencia, van tomando decisiones acerca del proyecto apoyados en la confianza, el intercambio abierto de información, la transparencia en los procesos, colaboración eficaz, el éxito del equipo ligado al del proyecto, la utilización de las capacidades de los participantes y el apoyo en las nuevas tecnologías. El resultado es la oportunidad de diseñar, construir y operar tan eficientemente como sea posible. (AIA, A Guide 2007).

Dentro de un proyecto IPD se deben aplicar los siguientes principios:

- 1. Respeto mutuo y confianza:** en un proyecto integrado cada uno de los integrantes del equipo principal y de apoyo entiende el valor de la colaboración y se compromete a trabajar en equipo para obtener el mejor resultado del proyecto.
- 2. Beneficio mutuo y recompensa:** la participación temprana en el proyecto es de gran ayuda para todos los actores, permite evitar reprocesos de diseño, favorece la constructibilidad del mismo, entre otros; en estos proyectos se establece un esquema de recompensas por los logros obtenidos.
- 3. Innovación colaborativa y toma de decisiones:** se estimula la innovación a través de la libre expresión de las ideas de todos los miembros del equipo, a partir de allí se toman de manera consensuada las mejores ideas para el beneficio del proyecto.
- 4. Participación temprana de actores clave:** es uno de los componentes claves de IPD. La participación temprana de los actores claves permite tomar decisiones adecuadas al inicio del proyecto garantizando el éxito del mismo. "La participación temprana de los participantes clave "puede contribuir a mejores decisiones de diseño, constructibilidad, inicio temprano de la prefabricación y procesos de compra anticipados para los equipos con tiempo de entrega amplios. (AIA, A Guide 2007).
- 5. Definición temprana de los objetivos:** los objetivos norte se definen de manera temprana con la participación de todos los actores, facilitando la innovación y excelencia en la escogencia de los mismos.
- 6. Planificación intensiva:** para los proyectos desarrollados por el método IPD, la planificación es intensiva de tal manera que en la etapa de diseño se resuelvan la mayor cantidad de diferencias con sus respectivos ajustes, lo que repercute en eficiencia; es mucho menor el costo de ajustes en la fase de diseño que los realizados en la fase de construcción.
- 7. Comunicación abierta:** el rendimiento del equipo se basa en la comunicación abierta, directa, honesta entre todos los participantes; no se tiene la cultura de buscar culpables, se busca la identificación y resolución de los problemas sin la necesidad de identificar responsables.

8. **Tecnología apropiada:** el desarrollo de este tipo de proyectos va de la mano de la utilización de tecnologías de punta apropiadas para las necesidades que permita el intercambio transparente de datos y la interoperabilidad en el proyecto.
9. **Organización y liderazgo:** el liderazgo del proyecto es llevado por el integrante con mayor conocimiento del mismo, sin embargo, el liderazgo es dinámico a medida que se abordan diferentes especialidades (estructura, cimentación, diseño hidrosanitario, sistemas de aire y ventilación), por lo que el líder del proyecto va cambiando. Los roles de los integrantes se encuentran claramente definidos desde el principio del proyecto.

La aplicación de estos principios busca que se genere un ambiente de trabajo que garantice en gran medida la colaboración en el proyecto con el fin de alcanzar los objetivos trazados.

De igual manera se definen seis características por AIA (2010):

1. **Participación temprana de los participantes:** se refiere a la incorporación temprana de todos los participantes del proyecto (propietario, diseñador, contratista general, subcontratistas) con el fin de poder contribuir de una mejor manera al éxito del proyecto.
2. **Riesgo y recompensa compartida:** los principales participantes del proyecto comparten el riesgo y la recompensa asociados al mismo. En la primera fase del proyecto, los participantes establecen los objetivos para el presupuesto y el cronograma; a partir de esos objetivos se establece la pérdida o ganancia de acuerdo con los porcentajes acordados. Por lo general, durante la ejecución del proyecto, a los participantes se les paga el valor real de su participación (sin en el porcentaje de beneficio que se pone en riesgo), si la construcción se ha completado dentro de los objetivos establecidos, los participantes clave ganarán sus respectivos beneficios que estaban en riesgo; en caso contrario, una parte o la totalidad del beneficio puesto en riesgo se destina para pagar el costo adicional del proyecto. Una vez consumido el valor que estaba en riesgo, el propietario cancela el pago acordado por los servicios sin ningún beneficio (Citado por Regan et al., 2015 . 2014).
3. **Contrato multiparte:** la prestación integrada de proyectos requiere la ejecución de un contrato único que establece claramente las funciones y responsabilidades de las partes para la entrega del proyecto. Todos los participantes clave firman un contrato integrado, de igual manera se pueden incluir subcontratistas y proveedores dependiendo de las necesidades del proyecto (Citado por Regan et al., 2015).
4. **Decisión de colaboración y control:** en el año 2010 la AIA explicó el procedimiento de toma de decisiones en colaboración y control (CDMC) de la siguiente manera: la junta de gobierno generalmente está compuesta por el propietario, diseñador, contratista o sus representantes, de igual manera

y de ser necesario se pueden incluir asesores clave, la junta de gobierno busca que la mayoría de las decisiones sean tomadas por unanimidad. (Azhar; Youngcheol, Ahmad, 2014).

5. **Exenciones de responsabilidad entre los participantes clave:** el concepto de esta característica IPD parte de que los participantes clave renuncien a todas las demandas contra sus co-equiperos, excepto las causadas por dolo o fraude (AIA 2010). Esta característica ayuda a los miembros del equipo a reducir su temor a demandas y presiones para establecer contingencias excesivas.
6. **Objetivos conjuntamente desarrollados y validados:** los participantes del proyecto desarrollan los objetivos del proyecto de manera conjunta, los criterios de ejecución del proyecto se definen con base en la contribución y el apoyo de todos los participantes clave.

Las seis categorías relacionadas tienen componentes contractuales y de colaboración, pero se establece que características como participación temprana de los participantes, decisiones de colaboración y control, objetivos comúnmente desarrollados y validados, tienen una relación más directa con el enfoque de colaboración; las características restantes además del componente de colaboración, tienen el contractual que caracteriza los proyectos IPD. Estas últimas características establecen las diferencias entre los proyectos denominados “puros” de aquellos que siendo IP, no cuentan con estas características (IPD-ish, IPD-lite).

Un factor adicional importante para la implementación de los proyectos integrados en los que la participación temprana de los participantes es fundamental, es la flexibilidad de los miembros del equipo. Este factor se evalúa desde la disposición de cada participante para compartir conocimiento tácito con el resto de integrantes del equipo. Para establecer esta característica se evalúan aspectos como el lugar de procedencia, la experiencia, el haber realizado anteriormente trabajos en equipos de colaboración, entre otros. Esta característica da un impulso adicional al desarrollo de proyectos IPD que permite avanzar en la etapa de planificación de manera más rápida. (AIA, 2007).

El uso y desarrollo de herramientas tecnológicas es un componente fundamental en la realización de proyectos de acuerdo con éste método de entrega, por la importancia que tiene la integración del equipo y las fases del proyecto. Bajo el principio de colaboración se requiere del uso de las tecnologías de la información con el fin de facilitar el desarrollo del trabajo desde diferentes zonas geográficas, permitiendo así que la interacción entre ellos ocurra en tiempo real y que el resultado del proyecto sea óptimo; por lo tanto, es razonable suponer que el uso de las TIC puede fomentar el IPD facilitando una mejor comunicación, requisito previo para una colaboración eficaz. (Azhar et al.,2014). Dentro de la incorporación de las tecnologías, BIM (Building Information Modelling) se ha convertido en un mecanismo para aumentar la calidad total del proyecto. (Bynum

and Issa, 2013). A través de BIM se fomenta la colaboración entre las diferentes disciplinas, lo que ha permitido el aumento en el uso de las herramientas, con éstas se puede generar conocimiento acumulado a través de las diferentes simulaciones que se realizan pudiendo ser utilizadas para definir las normas y recomendaciones en el desarrollo de productos con el fin generar soluciones eficaces.

Un aspecto determinante dentro de la implementación de la metodología es la fase contractual, debido a la necesidad de incorporar componentes adicionales para fomentar la colaboración, la renuncia a demandas, la constitución de pólizas y seguros, el componente de riesgo/recompensa de acuerdo con el resultado comparado con el estándar establecido al inicio del proyecto. La siguiente es la configuración del proyecto de entrega integrado:

1. Formación del equipo y su funcionamiento.
2. Definición de roles, responsabilidades y alcance de los servicios.
3. Definir los resultados del proyecto y su medición.
4. Consideraciones legales.

### **3.2 Estado del arte**

La mayoría de los proyectos de Ingeniería inician con la necesidad de resolver un problema. El primer paso es la elaboración de estudios y diseños (arquitectónicos, estructurales, eléctricos, voz y datos, hidráulicos, sanitarios, red de incendios, sistemas de ventilación, cronograma de ejecución, especificaciones técnicas de construcción, entre otros), con estos insumos se estructura el presupuesto inicial de obra; una vez aceptados los estudios y con la aprobación del presupuesto de parte del propietario del proyecto se procede a la construcción. Al culminar la fase de planeación del proyecto, se tiene un panorama de claridad del proyecto en cuanto al diseño y presupuesto; sin embargo, a medida que avanza la ejecución, empiezan a generarse una serie de imprevistos que llevan a replanteos, revisiones de diseño, reprocesos y, por consiguiente, el replanteamiento de los costos estimados. Estas situaciones generan una serie de retrasos que afectan el presupuesto inicial y el equilibrio económico del contrato, llevando a los participantes a un proceso de renegociación del proyecto que se da en medio de las confrontaciones. Cada participante defiende sus intereses por encima de los del proyecto.

Los problemas en las obras se relacionan en su gran mayoría con retrasos por ambigüedad en las especificaciones o a la espera de instrucciones/autorizaciones, reprocesos por falta de calidad, entre otros. Estas situaciones afectan el presupuesto y cronograma del proyecto, siendo los principales generadores de conflictos que luego derivan en una relación tensa entre los participantes y, por consiguiente, a la baja eficiencia de la industria en general (Bynum and Issa, 2013). Esto se debe principalmente a los conflictos de intereses generados entre las partes del proyecto que llevan a cada uno a buscar su rentabilidad propia sin importar el resultado del proyecto (Bynum and Issa, 2013) Así mismo, otro factor de éxito en los proyectos es el método de entrega empleado. Bynum y Issa (2010) definieron el sistema de entrega de proyectos como la organización o el marco de desarrollo empleado, entregar un proyecto y el establecimiento de lo formal (es decir, contractual) y las relaciones informales entre los participantes.

#### **3.2.1 IPD en hospitales**

El sector de la salud fue uno de los primeros en incursionar en la metodología integrada de proyectos. La necesidad de atención continua a la población, el uso de las edificaciones y la complementariedad de los servicios ofrecidos, hace necesaria la articulación de diferentes especialidades de la arquitectura y la ingeniería, además de la participación activa de los prestadores de los servicios de salud con el fin de buscar soluciones integrales.

### 3.2.1.1 Articulación entre IPD y BIM

En el desarrollo de proyectos con la metodología IPD, el uso de las herramientas tecnológicas se hace fundamental para la interoperabilidad de los participantes y la integración virtual del grupo; por lo anterior, el uso de herramientas BIM se convierte en un elemento esencial para la implementación de IPD.

Para el año 2011, un estudio de caso revisa el funcionamiento de BIM de manera articulada con IPD en la ejecución de esta metodología en 13 proyectos de hospitales en Estados Unidos y el Reino Unido.

Tabla 1. Resumen de los proyectos de hospitales examinados

No.	Proyecto	Localización	Tiempo del proyecto
1	Camino Group Medical Building	Mountain View, California, US	2003-2007
2	Sutter Medical Castro Valley	Castro Valley, California, US	2007-2012
3	Phoenix Children's Hospital	Phoenix, Arizona, US	Construction 2008-2012
4	Maryland General Hospital	Baltimore, Maryland, US	2010
5	The Kaiser Permanente Oakland Medical Centre	Oakland, California, US	-
6	Saint Bartholomew's and Royal London Hospital	West Smithfield and Whitechapel, London UK	Construction 2006-2016
7	Ann & Robert H. Lurie Children's Hospital	Chicago, Illinois, US	2004-2012
8	Good Samaritan Hospital	Puyallup, Washington, US	2007-2011
9	Sherman Replacement Hospital	Chicago, Illinois, US	Construction completed 2010
10	Middle Tennessee Medical	Murfreesboro, Tennessee,	Construction

	Centre	US	completed 2010
11	Las Vegas Hospital & Community Living Centre	North Las Vegas, Nevada, US	2006-2011
12	Maple Grove Hospital	Maples Grove, Minnesota, US	Construction completed 2009

Fuente: tomado de Regan et al. (2015)

De los 13 proyectos analizados, 11 se desarrollaban en Estados Unidos y los proyectos Bartolomé y el Royal London Hospital en el Reino Unido. En el desarrollo del estudio uno de los aspectos importantes a considerar consiste en que los clientes han comprendido la necesidad de implementar los métodos de entrega alternativos que se basan en la colaboración y permiten la participación temprana del contratista general. (Citado por Regan et al., 2015). En los 13 proyectos analizados los contratistas generales participaron desde la fase temprana de diseño con el fin de contribuir basados en su experiencia. Un aspecto importante para el diseño es la condición de alto consumo de energía, lo que ha llevado a los clientes a centrarse en objetivos de sostenibilidad con el fin de reducir costos de operación y mantenimiento (Autodesk 2008). En la tabla 2 se muestra información sobre las propiedades estratégicas de los proyectos:

Tabla 2. Características estratégicas de los proyectos de hospitales

No.	Tipo de proyecto	Proyecto de entrega y métodos de contratación	Sostenibilidad	Uso de Lean
1	Construcción nueva	Inicio diseño-licitación-construcción, luego evoluciona a IPD	N/A	Lean
2	Construcción nueva	Forma de acuerdos integrados (IFOA)	LEED	Lean
3	Expansión	Gestión de construcción en riesgo; una parte de la construcción fue garantizado	Si	N/A

		por el máximo precio		
4	Expansión	Gestión de construcción en riesgo; una parte de la construcción fue garantizado por el máximo precio	N/A	N/A
5	Reemplazo	Enfoque integrado (no especificado)	N/A	Lean
6	Restauración y construcción nueva	Alianza público-privada (APP)	Si	N/A
7	Construcción nueva	Híbrido de diseño, construcción y convencional diseño-licitación-construcción (cliente integrado en los procesos y grupos de interés)	N/A	Lean
8	Expansión	Joint-Venture (precio máximo garantizado)	LEED	N/A
9	Reemplazo	Joint-Venture (precio máximo garantizado)	Hospital ambientalmente amigable	N/A
10	Reemplazo	Participación temprana de los contratistas y operaciones claves	N/A	Lean
11	Construcción nueva	Joint Venture (contrato no especificado)	Si	N/A
12	Construcción nueva	N/A	Si	N/A

Fuente: tomado de Pikas et al. 2011.

De acuerdo con la revisión, se establece que la metodología integrada de proyectos no es excluyente para proyectos nuevos, por el contrario, puede ser utilizada en proyectos de renovación o adecuación.

Los proyectos estudiados fueron revisados desde las diferentes fases con el fin de poder analizar la interoperabilidad entre IPD y BIM.

- **Estudio de factibilidad:** al utilizar el método IPD, la participación temprana del contratista es fundamental con el fin de poder identificar, determinar y entender el alcance del proyecto. El uso de las herramientas BIM facilitan este proceso mediante el modelado de la edificación a construir, ya que permite la rápida evaluación de alternativas para el proyecto (Citado por Regan et al. 2015). A medida que se adelanten proyectos con este esquema, se tendrán bases de datos que permitan extraer información para diversos fines. Esto facilita que los participantes del proyecto puedan ir incorporando sus actividades dentro del modelo, obteniendo de esta manera pre-dimensionamientos y detectando choques de manera temprana. En los 13 proyectos analizados se evidenció la utilidad del modelado virtual del proyecto, permitiendo que los grupos se apoyaran y generaran un alto nivel de interoperabilidad. En el caso del Phoenix Children Hospital, el análisis estructural realizado de manera temprana permitió establecer la cantidad de acero necesaria para el proyecto, por lo que se adelantaron las negociaciones del acero con un único proveedor y, con la fijación de precios, protegieron al proyecto de las variaciones del mercado que representó un ahorro de 2 millones de dólares en total (Citado por Regan et al.,2015).
  
- **Diseño:** con lo encontrado en el estudio de los proyectos se establece que IPD puede ser utilizado sin BIM. Estas herramientas tecnológicas aportan al proceso de colaboración fomentando la confianza entre las partes a partir de la transparencia en el trabajo, fundamento de IPD, y dando lugar al programa de incentivos. Dentro de la revisión de los proyectos se encuentra el concepto de presupuesto objetivo de diseño que busca ofrecer propuestas de valor a los clientes dentro de las limitaciones del proyecto (Citado por Regan et al., 2015). En el método tradicional de entrega se establece un diseño y con base en este se realiza un presupuesto, por lo que el diseño de valor del proyecto consiste en la necesidad de recortar los costos con el fin de conservar o mejorar el diseño propuesto. Para el grupo principal del Sutter Medical Castro Valley fue más comprensible entender cómo los cambios y decisiones en el diseño afectaban el costo del proyecto con la aplicación de la técnica de valor objetivo de diseño (Citado por Regan et al., 2015).
  
- En los proyectos se evidenció que la participación de los contratistas en el diseño es importante, ya que aporta información acerca de la constructibilidad del diseño, así como de las estructuras temporales, sitios de acopio, entre otros, que finalmente se constituye en información importante para la fase de construcción y establecer la prefabricación de elementos, planificar la obra, entre otros (modelo 3D); al incorporar el cronograma pasamos a modelado 4D y con la incorporación del presupuesto pasamos a un modelo 5D (Citado por Regan et al., 2015). En el desarrollo de IPD, las herramientas BIM le dan al grupo de trabajo la oportunidad de planificar y construir virtualmente los proyectos de construcción antes de comprometer recursos o tiempos de obra, por lo que se puede decir que se tiene un análisis de factibilidad de

construcción mejorado (Citado por Regan et al., 2015). En el proyecto del Kaiser Oakland Medical Centre, se utilizaron herramientas de diseño 3D de forma paralela con el método de entrega tradicional. A través del modelado se hallaron más de 200 procesos constructivos que se podían desarrollar en paralelo y que no eran encontrados en el proceso tradicional (Citado por Regan et al., 2015). Conocer estos detalles mejora los rendimientos en la ejecución de la obra., debido a lo anterior, en las reuniones del grupo principal y los de apoyo se hace uso de la revisión de los diferentes modelos con el fin de evitar choques de diseño. El grupo del proyecto del Maple Grove Hospital manifestó que el modelado 3D ayudó a los ingenieros a visualizar el diseño logrando ubicar todos los sistemas de ductos de tuberías y equipos en espacios reducidos. Esto no sólo es beneficioso para obtener el modelo completo del edificio, también para mejorar el entendimiento de los grupos de trabajo en la fase de construcción (Kymmell, 2009). Una función adicional de BIM es la trazabilidad de las reuniones que se realizan, ya que se pueden comparar los avances y las diferentes versiones del modelo con código de colores. Esto fue especialmente útil en el proyecto Sutter Medical Castro Valley, ya que ayudó a evitar los problemas que surgen en la revisión de un modelo comparado con el anterior. En ese proyecto se pudo establecer un problema resultante en el cambio de versión, ya que, al compararlo, además de las vigas nuevas incluidas en el modelo, la altura de algunas existentes también fueron modificadas, lo que generaba choques (Citado por Regan et al., 2015). Una constante en los proyectos revisados fue la poca utilización de la capacidad de planificación en sitio. Para el caso del Phoenix Children's Hospital, se tenía, más que una planificación, un plan logístico de obra (sitios de acopio, oficinas, servicios públicos existentes) con base en el diseño del proyecto (Citado por Regan et al., 2015). Esto implica una sub-utilización de las herramientas, ya que los modelos proporcionan todos los detalles necesarios para la construcción de la obra, por lo que los errores asociados a la generación de planos de construcción no deben darse (Eastman et al. 2008). Las herramientas BIM permiten que no se tengan planos físicos del proyecto hasta el final de la fase de diseño, esa fue la decisión en el Sutter Medical Castro Valley donde el trabajo en colaboración se desarrolló virtualmente hasta completarse y someterse a la aprobación del propietario. Cuando fueron aprobados, se procedió a la impresión de los mínimos posibles (Khemlani, 2009). Dentro de la revisión de los proyectos, se estableció que la documentación incompleta es la razón principal de las demoras, reprocesos y sobrecostos en obra (Pikas, Koskela, Sapountzis, Dave and Owen, 2011). Las herramientas BIM proporcionan soluciones para la detección de los choques, lo que se convierte en una ventaja frente al modelado 2D del método de entrega tradicional (Citado por Regan, 2015). En BIM se distinguen dos tipos de choques: los fuertes para los objetos que ocupan un mismo espacio, y los suaves para los objetos que se encuentran demasiado cerca y no se tiene el espacio para el acceso (Citado por Regan, 2015).

- **Construcción:** en esta fase se tiene el desarrollo de las actividades determinadas en el diseño con la responsabilidad del contratista general de ejecutar de acuerdo con lo programado. Con el uso de IPD y BIM, el contratista principal conoce lo que va a construir, debido a que fue vinculado al proyecto en la fase temprana de diseño, por lo que se considera que el éxito en la fase de diseño determina el éxito general del proyecto (Citado por Regan, 2015). Las herramientas BIM favorecen la planificación de la construcción, por ejemplo, en el caso del Phoenix Children's Hospital el modelado del proyecto, incluyendo las estructuras temporales y la secuencia 4D permitieron un plan de montaje que posibilitó la entrega anticipada del acero y comprender las condiciones estrechas del sitio de la obra (Citado por Regan, 2015).

En el proceso constructivo es importante monitorear el avance de las obras para poder establecer el porcentaje de trabajo completado frente a lo planificado con el fin de poder identificar las actividades que se encuentran retrasadas y poder desarrollar los planes de contingencia para así nivelarlas (Citado por Regan, 2015). Esta actividad se hace especialmente difícil en el modelo tradicional, cuando la comunicación se basa en dibujos 2D. En el proyecto Saint Bartholomew's and Royal London Hospital, dispositivos de mano en el sitio de la obra eran utilizados para registrar la información sobre el inicio y la terminación de los trabajos. Esta información alimentaba las herramientas BIM y se utilizaba para generar un modelo animado comparativo (modelo 4D) que mostraba el avance de la actividad en obra (Citado por Pikas et al., 2011); con los dos modelos, se verificó lo ejecutado frente a lo programado permitiendo una mejor comunicación entre los participantes.

### **3.2.1.1.1 BIM en proyectos de expansión y/o renovación**

Dentro de los proyectos estudiados se tenían algunos para la ampliación y/o remodelación de instalaciones antiguas. Uno de estos casos era el Phoenix Children's Hospital, en este caso durante la obra no se podían suspender los servicios hospitalarios, por lo que la eliminación secuencial y progresiva de actividades fue determinante dentro de la ejecución (Citado por Regan et al. 2015). La naturaleza gráfica de BIM permitió que el grupo del proyecto comprendiera mejor la complejidad del mismo en un periodo más corto de tiempo y desarrollara opciones creativas (Citado por Regan et al. 2015). En este proyecto se cambió el paradigma acerca de resolver los problemas, una vez ocurrieran en la obra, generando reprocesos, demoras y sobrecostos, pasando a un modelo en el que se dio solución a problemas reales de obra desde el modelo 3D, evitando la ocurrencia de estas situaciones (Citado por Regan et al. 2015). Los proyectos de renovación y/o expansión pueden llegar a ser más complejos que los proyectos de edificios nuevos, debido a la tarea de articular las estructuras nuevas con las existentes; para este tipo de proyectos se deben adelantar las mismas fases que

para proyectos nuevos. Los hallazgos del estudio mostraron que BIM se puede utilizar en este tipo de proyectos y puede ser beneficioso para el grupo del proyecto. En general, los proyectos ejecutados con la metodología IPD deben pasar por las mismas etapas que con el enfoque de entrega tradicional. Para el caso de proyectos de renovación o expansión, las estructuras nuevas se transformaron en objetos 3D, en un modelo que podía evaluarse con mayor precisión e integrarse con las estructuras existentes para así poder planificar, ejecutar y controlar las obras de construcción. Un método de exploración para el mapeo de estructuras existentes fueron los sistemas láser, los cuales fueron utilizados en el proyecto de las Vegas Hospital & Community Living Centre.

Con la revisión de los 13 proyectos ejecutados con IPD y BIM, se establecieron beneficios, retos y logros para el desarrollo de los proyectos por este método de entrega. Las herramientas tecnológicas brindaron facilidad en la construcción virtual del proyecto teniendo un gran impacto en el desarrollo. El proceso de colaboración fortaleció el entendimiento entre los participantes fomentando el trabajo en equipo y la confianza.

### **3.2.1.1.2 IPD y el método tradicional**

Para el año 2011, Howard Mckew adelantó un comparativo entre el método tradicional de entrega de proyectos (Diseño-Licitación-Construcción) y el Método de Entrega Integrado de Proyectos con el fin de demostrar los beneficios de la implementación del segundo para la construcción y adecuación de hospitales en los Estados Unidos. El método de entrega tradicional viene utilizándose durante décadas, los centros de salud así como la mayoría de los proyectos institucionales con recursos limitados, han optado por el método de entrega de proyectos DBB (diseño-licitación-construcción) con el fin de lograr el menor costo posible. Sin embargo, los estudios demuestran que los trabajos DBB con el tiempo incrementan el costo entre un 9% y 12%. A través del tiempo se ha tenido la convicción de que éste método de entrega para la construcción, renovación y sustitución en los proyectos tiene la mejor relación costo-beneficio; sin embargo, se han ido dando cambios hacia una metodología de entrega alternativa que ofrezca valor añadido al proyecto, buscando que los diseñadores y constructores compartan el mismo interés en el proyecto del cliente. A continuación se muestra el comparativo de un mismo proyecto (sustitución de dos enfriadores) abordado desde el enfoque tradicional e IPD. El primer paso dentro del método tradicional consiste en establecer de parte del grupo de diseño lo que ellos consideran la mejor solución de reemplazo, con poca o ninguna participación de los contratistas comerciales, los cuales al final presentarán una oferta para sustituir al cliente los enfriadores. Estos son los pasos que se adelantan en este método:

- Crear una solicitud de documento de oferta, donde se establecieron los parámetros para la presentación de ofertas de los contratistas.
- Establecer la especificación del contrato que presenta la primera división, ya que en la mayoría de los casos no se tiene participación del grupo de salud, por ejemplo, ¿se tenía conocimiento de si existía un sistema de gestión de mantenimiento para los enfriadores?
- Elaboración de dibujos asistidos por ordenador para los bosquejos arquitectónicos, estructurales, mecánicos, eléctricos y protección contra incendios que mostraban las condiciones existentes, demolición, construcción nueva, entre otros.
- Establecer el tiempo de administración para la fase de construcción, no para la fase de garantía (referente a los diseños) para asegurar el éxito del proyecto. (Pikas et al., 2011).

En el caso del equipo de diseño, el cual contaba con años de experiencia, era necesario que se establecieran los contrapesos que representan los contratistas comerciales que tenían años de experiencia en la instalación de los equipos que crean los diseñadores, por lo que se propuso un esquema en el que se daba la unión de las fuerzas de los equipos de diseño y construcción, lo que limitaba la discusión sobre el alcance de la climatización con el fin de simplificar la discusión. En este equipo se incluyó el personal de mantenimiento de los enfriadores y un representante del dueño; el presupuesto de sustitución se estimó por parte del hospital de acuerdo con las experiencias anteriores en \$1.1 millones de dólares; las empresas utilizadas para el reemplazo fueron Sebesta Blomberg , una empresa de Ingeniería de Minnesota y el manual recién creado para ese entonces de normas IPD que da formato y estándares para ser compatibles con la ISO-9001. (Pikas et al., 2011). Para el desarrollo del proyecto se establecieron seis fases.

### **3.2.1.2.1 Fase de conceptualización**

El plazo estimado para esta fase del proyecto de sustitución de enfriadores fue de tres semanas, dentro de las cuales el equipo gastó \$20.000 en producir y dar el visto bueno a los entregables de la misma. Los miembros del equipo de esta fase fueron: representante del propietario, operador de la instalación, ingeniero de diseño HVAC, contratista HVAC, operador de computadora del hospital ATC, y el ingeniero de gestión ambiental. Al final de esta fase, todos los participantes firmaron los entregables como la confirmación de un acuerdo del equipo del proyecto; de igual manera la aceptación del propietario era simultánea con su visto bueno; se estimó que la línea de tiempo en un modelo tradicional tomaba cinco semanas sin el grupo de contratistas (o poca participación) y un proceso adicional

de aprobación del propietario de dos semanas. Los entregables del proyecto fueron:

- Requisitos del propietario (OPR): en este documento se consigna la necesidad del propietario, que para el caso de estudio consistía en la sustitución de dos enfriadores de 1964 y proporcionar un BACnet computarizado, automatización del protocolo abierto BAS del hospital, otros requisitos incluían el costo del proyecto, el flujo de efectivo presupuestado, el consumo de energía para establecer los objetivos ambientales, las metas de operación y mantenimiento, la aprobación de parte de las entidades de control en salud (JCHAHO).
- Documentos base de diseño: estos documentos consistían en los parámetros de funcionamiento que se requerían, controles de la calidad del aire interior, período de construcción, fase de nuevos equipos y sistemas, la eliminación de equipos y/o sistemas actuales.
- Diagramas de flujo: para el sistema de enfriamiento, croquis, sistema del agua del condensador (existente y propuesto), como una alternativa de diseño que mejoraba el diagrama de flujo de los enfriadores se propuso un economizador del sistema en la hora pico. A partir de estos diagramas de flujo el equipo superpuso los datos eléctricos, estructurales, controles automáticos, requisitos de equilibrio de agua.
- Secuencia de operación ATC/FPT.
- Manual de capacitación sobre el funcionamiento del sistema (entrenamiento).
- Aceptación de parte del propietario del presupuesto y el cronograma.
- Firmas del equipo.

### **3.2.1.2.2 Fase de diseño**

La línea de tiempo establecida para esta fase fue de tres semanas aproximadamente, el equipo gastó \$35.000 dólares. Al equipo de la fase de conceptualización se une el equipo de dibujo BIM, además del contratista eléctrico. En esta fase se realizaron los ajustes al diseño de la fase conceptual mejorando los diagramas de flujo mediante la adición de un inventario de equipos y/o materiales, para este caso se necesitaban 10 metros de tubería de 8 pulgadas y 24 válvulas de cierre, entre otros. De otro lado, se confirmaron los precios finales de los insumos, fechas de entrega y el manual de operación y mantenimiento.

Se modificó la orden de servicios emitida por el propietario de acuerdo con los cambios de los miembros del equipo, se mejoraron los diagramas y esquemas de flujo con la entrada del equipo de dibujo para crear planos que muestran los enfriadores, la eficiencia del agua fría, el flujo de sistema de agua del condensador, la accesibilidad para la instalación, operación - mantenimiento, y su

eliminación al final de la vida útil; se da la confirmación del costo del proyecto y la fecha para aceptación de parte del hospital, de igual manera se requería la firma de todos los integrantes del equipo como evidencia del acuerdo en torno al proyecto.

#### **3.2.1.2.3 Fase de diseño detallado**

El tiempo para completar esta fase de sustitución de los enfriadores se estimó en tres semanas. Al completarla el equipo gastó aproximadamente \$30.000 dólares, el equipo del proyecto continúa su avance con los mismos miembros, agregando los principales fabricantes de equipos. Los entregables de esta fase consisten en los modelos BIM completos para poder empezar con la prefabricación de piezas en taller, antes de la demolición y la llegada de la nueva planta. De acuerdo con los manuales de mantenimiento, se establece un período de 3 años en el que se destinan los recursos fiscales del hospital para poder cumplir con el mismo, los contratistas comerciales recomendaron los materiales a utilizar de acuerdo con los requisitos de diseño, se decidió acerca de la conveniencia de la alternativa planteada y su incorporación al proyecto y acerca de los subcontratistas que se requerían adicionales, aislamiento, entre otros. Al completar esta fase se firmaron los entregables de la misma como confirmación del acuerdo sobre el proyecto por todos los integrantes del equipo (Pikas et al., 2011).

En el caso de un proyecto por el método tradicional, se tendría que el contratista escogido estaría en el proceso de revisión y ajuste de planos con el fin de ser presentados al propietario, duplicando esfuerzos y presentando reprocesos frente al objetivo del proyecto. Al completar esta fase en la metodología IPD, se completaron 9 semanas del proyecto, en un modelo de entrega tradicional se estimaba que el proyecto iba en el tercer mes en la programación de la construcción.

#### **3.2.1.2.4. Fase de implementación**

La línea de tiempo para esta fase fue de 16 semanas, llegando a un total de 25 semanas con un costo adicional de \$700.000 dólares. Los miembros del equipo del proyecto siguen trabajando de manera articulada; los entregables para esta fase consistían en la entrega de planos CAD/BIM con las condiciones reales de la instalación, los equipos fueron entregados y se han instalado en el espacio nuevo diseñado para ellos, todas las interfaces mecánicas, eléctricas y BACnet han sido instaladas, la demolición se había finalizado y se retiraron los enfriadores antiguos, mientras que los nuevos equipos estaban instalados, probados, ajustados y puestos en marcha, se dejaron las órdenes de trabajos de mantenimiento

ingresadas en el sistema con el presupuesto aprobado y con sus especificaciones. Al igual que en las fases anteriores, los integrantes del equipo deben firmar los entregables como prueba de acuerdo con el trabajo realizado.

#### **3.2.1.2.5 Puesta en marcha y cierre del proceso**

El plazo determinado para esta fase fue de 4 semanas para un total de 29 semanas en la ejecución del proyecto; en este momento todos los trabajos se han terminado y probado, las pruebas de los sistemas y software se realizaron cumpliendo con los protocolos establecidos, se tienen los planos record del trabajo realizado, pruebas que evidencian el cumplimiento ecológico en la reducción de la huella de carbono generada, se tuvo la firma de parte del propietario en la que recibe y acepta el proyecto ejecutado. Comparado con un proceso tradicional se estimó que el plazo para éste sería de 46 semanas para completarse. (Pikas et al., 2011)

#### **3.2.1.2.6 Garantía (rendimiento de fase)**

Durante el primer año de funcionamiento, el software BACnet da el rendimiento del sistema. Esta información fue revisada por el equipo del proyecto en una reunión posterior de lecciones aprendidas con el fin de realizar modificaciones al proceso y establecer las nuevas directrices del proceso IPD (Pikas et al., 2011).

En este estudio se establecieron 6 fases para el desarrollo del proyecto; fase conceptual, fase de criterios de diseño, fase de diseño detallado, fase de implementación, fase de puesta en marcha y cierre del proyecto (constructivo) y la fase de rendimiento o desempeño del proyecto. En las tres primeras fases se desarrolló lo que corresponde a la fase de diseño y licitación en un modelo tradicional, que requiere un esfuerzo adicional de 2 semanas frente a la entrega integrada IPD, en la fase de implementación, puesta en marcha y cierre del proyecto, que correspondería a la fase de construcción, se tuvo un ahorro en tiempo de 17 semanas, situación que se refleja en el impacto económico del contrato y en beneficios para el propietario y demás participantes del proyecto.

Se puede establecer que con la aplicación de la metodología IPD se presenta un mayor plazo en la fase de concepción y planificación del proyecto, pero el tiempo invertido en esas fases permite que una vez se inicie la fase de construcción se tenga un ahorro en tiempo y dinero significativo al evitar órdenes de revisión o reprocesos, falta de coordinación entre los diferentes contratistas y subcontratistas. Es importante resaltar que el mayor tiempo en la fase de planificación le permitió al equipo realizar los ajustes necesarios y el proceso de evaluación de alternativas mediante el uso de herramientas del modelado de

edificios (BIM), lo cual es mucho más económico que la evaluación y revisión o ajustes del proyecto en la fase de construcción, disminuyendo de manera efectiva los costos del proyecto.

### **3.2.1.3 IPD en proyectos de remodelación**

Otro proyecto desarrollado bajo la metodología integrada fue la remodelación de un edificio con 40 años de antigüedad y un aumento en la atención hospitalaria. Un impedimento para el desarrollo de este proyecto eran las políticas públicas que no permitían la constitución de un contrato multiparte, sin embargo, estas consideraciones no fueron impedimento suficiente para no ejecutar el proyecto por IPD; usando los documentos del contrato de AIA con el arquitecto, los ingenieros consultores y el gerente de construcción, los dueños de los hospitales consiguieron llevar los contratos a un nivel superior, añadiendo un lenguaje que preparaba el terreno para que las partes se comportaran como si fuera un acuerdo IPD. El presupuesto era de \$29 millones de dólares sin posibilidad de adicionar, con un calendario previsto de 30 meses para el diseño y la construcción. Uno de los factores que llevó a los directores del hospital a tomar esta decisión se refería a la mejora locativa de otros edificios que no prestaban experiencias excepcionales de satisfacción al paciente, personal asistencial, administrativo y médico. En el desarrollo de este proyecto se requería construir las nuevas instalaciones y actualizar las existentes en línea para mantener el nivel operativo del hospital y no afectar la parte financiera del mismo y a la comunidad. (Macomber, 2012).

Los proyectos Lean, en particular los apoyados en acuerdos IPD, establecen un alineamiento de intereses entre todas las partes y crean el marco para la colaboración, el aprendizaje a través de la innovación en el diseño del proyecto. Se tienen formas estándar de acuerdos multiparte como el CD 300 (Acuerdo tripartito de colaboración), y el AIAC191 (Acuerdo multiparte estándar para IPD), un documento contractual del Instituto Americano de Arquitectos. Pero para el caso del hospital no se pudo usar ningún contrato IPD. Por lo tanto, el arquitecto y el gerente de construcción propusieron adendas AIA a los contratos que incorporaban los términos de comportamiento de la entrega integrada en el proyecto. El equipo aprovechó el largo tiempo que tomó en pasar por el proceso de financiamiento público y para el momento en el que inició el proyecto, se tenía una sólida comprensión del programa por lo que se pasó directamente al diseño esquemático. El dueño del proyecto, el arquitecto, los ingenieros consultores y el gerente de la construcción estudiaron a fondo el proceso del TVD (valor objetivo de diseño), las prácticas Lean para la planificación y gestión del trabajo y cómo todos ellos podían trabajar juntos como diseñadores en lugar de dejar los papeles de diseño sólo a los arquitectos e ingenieros. Dentro de estas jornadas de trabajo se dieron dos descubrimientos, el primero es que los principios y prácticas del

pensamiento Lean se aplican tanto a la administración del hospital como a su diseño y construcción; y el segundo, ver cómo los enfoques Lean permitían obtener más de lo que estaban buscando para el proyecto y completar algunos procesos antes. (Macomber, 2012).

A medida que el equipo de trabajo sesionaba, se daba el mayor beneficio, que consistió en la construcción de relaciones; lo anterior fortaleció el desarrollo del grupo de trabajo para proyectos futuros con esta metodología y los planes alternativos, decisiones que estuvieron enmarcadas en la mayoría de los casos por duros tiempos de negociación, pero dadas las relaciones de confianza y respeto, lograron que los procesos se hicieran mucho más expeditos. (Macomber, 2012).

El equipo se comprometió con la adopción de la mayoría de las prácticas de valor objetivo de diseño desde el principio, validando y adoptando un presupuesto objetivo detallado para los espacios y sistemas de funcionamiento. Los presupuestos objetivos se utilizaron como líneas base de costos para el diseño, se realizó semanalmente un día completo de trabajo donde se actualizaron los planes, lo que permitió que el equipo evaluara su progreso para próximos proyectos (Macomber, 2012).

### **3.2.1.4 IPD en proyectos de ampliación**

#### **3.2.1.4.1 Ampliación Hospital de Kirkland**

Otro caso de éxito en el desarrollo de proyectos mediante el método de entrega integrado fue el caso de la ampliación del Hospital de Kirkland en la cual se agregaron 68 camas, con lo que se tuvo en ese momento el hospital de salud privado más grande en el estado de Washington con una expansión de \$20 millones de dólares. Al escoger este tipo de metodología, el equipo de trabajo pudo entregar una edificación de mejor calidad a un costo menor, por lo que el Hospital de Kirkland obtuvo ventajas de tiempo y costo. Dentro de la valoración de la ejecución del proyecto, el único aspecto que preocupaba era el contrato, poniendo en gran riesgo al equipo del proyecto para superar los obstáculos normales de la construcción; de igual manera también fue un incentivo para trabajar juntos y encontrar mejores maneras de completar el proyecto. El contrato está diseñado para romper los grupos típicos que un equipo de construcción tiende a formar. Todo el equipo del proyecto está motivado para trabajar unido para encontrar eficiencias e innovaciones que en última instancia benefician a todas las partes. (Westover & Charpentier, 2013).

La comunicación y la colaboración son el centro de IPD y se constituyeron en todo un reto para el proyecto del Hospital de Fairfax, en éste se tuvieron 12 empresas que formaban parte del sistema IPD, por lo que la comunicación fue un desafío temprano que obligó al equipo a encontrar rápidamente formas de mejorar el proceso. (Westover & Charpentier, 2013). Se obtuvo una mejora en la calidad gracias a un trabajo colaborativo que le permitió a Expert Drywall y al Arquitecto de Boulder Associates trabajar en estrecha colaboración en el desarrollo de detalles de dimensionamiento y ajuste para minimizar el desperdicio de material y el costo de mano de obra en el momento del ensamblaje; para lograrlo se revisó el dimensionamiento de las ventanas para adaptarlas a la unidad del tamaño del revestimiento.

En este proyecto la planificación jalonada fue muy efectiva para que los oficios que participaron en el proceso de planificación se apropien de sus compromisos; de igual manera ayudó mucho a eliminar detalles en la secuencia de trabajo, que de lo contrario no se hubieran descubierto hasta la fase de construcción. Este proceso fue muy evidente en la planificación de las instalaciones de los servicios públicos hasta su disposición final. Debido al tamaño de los sistemas de tratamiento de aguas subterráneas, el sitio fue restringido para la obra civil. La colaboración promueve un ambiente de confianza y vincula a todo el equipo con los objetivos comunes establecidos al inicio del proyecto. El establecimiento temprano de las condiciones de confianza, proporcionó la hoja de ruta para la toma de decisiones futuras. (Westover & Charpentier, 2013).

#### **3.2.1.4.2. Hospital de Fremont**

Otro caso de éxito en la incorporación de IPD se refleja en el hospital de Fremont, donde el equipo del proyecto encontró que podría tomar mejores decisiones con respecto al presupuesto después de la entrada de subcontratistas. El presupuesto fue un desafío para el proyecto a principios de la etapa de pre-construcción, después de pasar por varias rondas de ingeniería de valor, el equipo fue capaz de discutir y seleccionar los materiales y acabados para ayudar a superar los desafíos del proyecto.

De otra parte, en estos proyectos se estableció que BIM es clave para eliminar los conflictos en el campo y permitir que los subcontratistas comerciales prefabriquen ciertos elementos, reduciendo considerablemente el tiempo y el material desperdiciado en el sitio de trabajo, un subproducto de esta estrecha coordinación es un conjunto de datos resultantes de la información de cómo construirlo que es muy precisa y confiable para el uso futuro por el propietario del edificio. Además, el progreso del proyecto se comunica al equipo del proyecto a través de informes regulares de “panel”. El tablero de mandos presentaba actualizaciones oportunas sobre métricas del proyecto, que incluían cronograma, presupuesto y tareas

futuras de forma gráfica. La utilización de BIM permitía que estas métricas se ajustarán y que la información sobre el trabajo futuro se comunicara con precisión al propietario (Westover & Charpentier, 2013).

La empresa BNBuilders, contratista de estos dos hospitales, adoptó IPD para la construcción de servicios de salud a lo largo de la costa oeste de los Estados Unidos, en el desarrollo de estos proyectos se encontró que la creación del equipo con los subcontratistas de Drywall, HVAC, entre otros, y la integración de los socios comerciales en la toma de decisiones en conjunto aumentaron enormemente la eficiencia (Westover & Charpentier, 2013).

IPD en la industria del cuidado de la salud fue particularmente beneficioso para los usuarios finales debido al nivel de colaboración durante el diseño y la construcción. La capacidad de incorporar los usuarios en el proceso de diseño y construcción benefició enormemente a los hospitales de Fairfax y Fremont en su esfuerzo por proporcionar una atención excelente a sus pacientes en un mercado competitivo ( Westover & Charpentier, 2013).

### **3.2.1.5 IPD y Lean**

Una nueva investigación revela que IPD ofrece los términos y la motivación para el trabajo en colaboración; por su parte, Lean proporciona los medios para optimizar el rendimiento de los equipos de trabajo para lograr los objetivos del proyecto (Renée Cheng, 2016b). Dentro de esta investigación se revisaron 10 proyectos de hospitales en los Estados Unidos y Canadá que implementaron los contratos integrados, en los 10 proyectos estudiados se logró alcanzar el éxito por todos los equipos, independiente del tipo de proyecto, su alcance, ubicación geográfica o la experiencia previa con IPD o Lean (Cheng, 2016). En segundo lugar, se logró establecer la importante complementariedad entre IPD y Lean para lograr el éxito (Cheng, 2016).

Un aspecto a resaltar encontrado en la investigación consiste en que tanto los propietarios como los integrantes de los equipos optaron por utilizar las herramientas y procesos Lean como decisión integral al optar por IPD. La complementariedad entre IPD y Lean se da como consecuencia de que el primero proporcionó un ambiente contractual y de motivación para la colaboración a través del incentivo riesgo/recompensa, la participación temprana y equitativa de las partes interesadas, limitación de responsabilidad y algunos mecanismos de confianza (desarrollo del contrato, transparencia en los recursos, metas compartidas). Lean proporcionó los medios para enfocar los esfuerzos del equipo en la colaboración eficaz para el costo objetivo, cronograma (Last Planner), planificación de tracción, porcentaje del plan completo, entre otros.

Dentro del desarrollo de este reportaje de investigación se establecieron los siguientes aspectos que fueron evaluados con el fin de poder determinar las características comunes a los equipos de trabajo:

#### **3.2.1.5.1 La importancia de los equipos de trabajo: identificar, construir y apoyar un equipo de éxito**

Existe una percepción común de la industria y consiste en afirmar que el comportamiento colaborativo ocurre espontáneamente dentro de un grupo de miembros de equipo de alto rendimiento y que no puede ser dictado por contratos o mandado por las estructuras de toma de decisiones. Los hallazgos ofrecen una lectura diferente de cómo se produce la colaboración: se cree que pueda ser fomentada por los contratos IPD y los procesos y herramientas Lean que mejoran la voluntad y la capacidad de los miembros del equipo para colaborar. En conjunto, estas prácticas cultivaron comportamientos de alto rendimiento de los equipos, porque los miembros recibieron apoyo, aliento y recompensa por los enfoques colaborativos para los retos del proyecto (Cheng, 2016).

A través de los diferentes mecanismos de recolección de información (entrevistas, encuestas, revisión de documentos) se pudo notar que todos los equipos funcionaban como colaboradores de alto desempeño capaces de enfrentar los retos del proyecto y entregar con éxito proyectos que cumplieran con los objetivos de los propietarios (Renée Cheng, 2016b). Dentro de los diferentes equipos se encontró que tenían estrategias y procesos comunes; todos los proyectos tenían procesos efectivos para:

- Identificar posibles miembros del equipo.
- Seleccionar miembros del equipo y adjudicar el contrato.
- Construir, entrenar, apoyar y fortalecer al equipo durante toda la duración del proyecto.

Un factor importante en la revisión de estos estudios de caso consiste en que el 100% de los propietarios consideraban que los proyectos cumplieron o superaron las expectativas de presupuesto y programación, aunque no todos los proyectos cumplieran con los objetivos identificados inicialmente (Renée Cheng, 2016b).

#### **3.2.1.5.2 Medios y métodos de colaboración: lo que es esencial y lo que es opcional**

A través de la documentación de varios parámetros, métodos y enfoques comunes entre varios equipos, se evidenció que si un enfoque era considerado en un

equipo como esencial, otro no lo consideró igual. Este conjunto de casos sugiere que BIM, la planificación jalónada cae en la categoría “podría ser esencial si se hace bien”, mientras que las validaciones de las métricas son “esenciales y necesitan ser bien hechas”. Para ejecutar IPD adecuadamente, se requiere una fuerte cultura de proyecto orientada al equipo con una inversión sostenida en la formación de los equipos a lo largo del proyecto (Cheng, 2016).

De otro lado, los equipos notaron que el tiempo invertido en la fase temprana del proyecto se reflejó en ahorros en las etapas posteriores del proyecto. Además, los equipos describieron que su tiempo y energía fueron dirigidos positivamente para avanzar en las metas del proyecto al no desperdiciar tiempo en resolver conflictos y documentando los cambios para evitar disputas (Cheng, 2016).

### **3.2.1.5.3. Marcadores y métricas**

Los marcadores tradicionales del éxito del proyecto son el presupuesto y el cronograma. Sin embargo, se encontró que dependen en gran medida de la capacidad del equipo y el propietario para juzgar con precisión los costos del mercado y establecer objetivos factibles al comienzo del proyecto. Además, las variables del mercado externo impactan estas métricas y no necesariamente reflejan la calidad del equipo y su atención a las metas del proyecto. (Renée Cheng, 2016b). Frente al establecimiento de las métricas y el uso de mediciones diferentes a presupuesto y cronograma, a pesar de los ejemplos de métricas eficaces establecidas en algunos proyectos, la industria está lejos de establecer estándares comúnmente aceptados que podrían impulsar el proceso de mejora. Durante el desarrollo de la investigación se observaron que los comportamientos de la cultura de equipo del proyecto fueron marcados por una serie de rasgos, incluyendo una comunicación clara entre todos los miembros del equipo que lleva a tener menos conflictos. En comparación con sus experiencias en la entrega tradicional, el propietario y equipo de estos proyectos gastaron más energía en avanzar en el proyecto y menos en la culpa y la defensa. Estas son áreas que muestran una promesa en el desarrollo de métricas para la cultura del equipo y su compromiso, lo que permitirá a los gerentes de los proyectos evaluar la salud del equipo cuando el proyecto está en marcha (Cheng, 2016).

La revisión de los proyectos se dio bajo la base de la experiencia de los investigadores en proyectos anteriores, creando seis categorías comunes a todos los proyectos:

- Contexto: incluía los riesgos específicos y los parámetros con los que trabajó el equipo, como cronograma y presupuesto.
- Legal/Comercial: tipo de contrato, tipo de procesos utilizados para seleccionar el equipo, desarrollo del contrato, identificación de los miembros del grupo de riesgo/recompensa.

- Liderazgo/Gestión: describía los campeones internos de IPD y Lean, la estructura de toma de decisiones desarrollada por el equipo, en ella también se revisaron los procesos para adicionar y eliminar miembros del equipo, y la manera como los equipos definieron, entendieron, y finalmente implementaron medidas para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Procesos Lean: describían cómo los facilitadores apoyaron a los equipos, la implementación de herramientas Lean por parte del equipo y la eficacia en las prácticas Lean; de igual manera se incluyó lo que respecta a las formas en las que se utilizó BIM y cómo los equipos utilizaron la co-localización.
- Alineación de objetivos: era la categoría en la que se estudiaba la cultura del equipo para colaborar.
- Resultados de la construcción: proveía información sobre el manejo de los recursos del fondo de riesgo/recompensa, describía cómo los equipos lograron llegar al presupuesto objetivo, el cronograma y otros objetivos del proyecto.

Por lo anterior, cada día es más clara la necesidad de entregar proyectos de construcción de una manera más eficiente debido a la complejidad creciente de los mismos, es necesario repensar la forma en que los equipos de proyectos se organizan y colaboran. Si bien este creciente consenso está llevando a muchos propietarios a mirar hacia el empleo de estos enfoques innovadores para la ejecución de proyectos, las barreras siguen siendo altas, esto debido en parte a la complejidad del proceso de implementación y a la falta de experiencia generalizada en estas áreas (Cheng, 2016).

### **3.2.2. IPD en edificios institucionales**

#### **3.2.2.1 Estaciones de bomberos**

En un proyecto desarrollado en el Reino Unido en el que se buscaba la construcción de 6 nuevas instalaciones de bomberos. Se quería llegar a la construcción de una organización sin fisuras, en la que todos los miembros tenían la misma oportunidad de contribuir con el fin de poder utilizar las habilidades y capacidades de cada participante al máximo. En el desarrollo de este proyecto se trabajó bajo un concepto similar a la colaboración: integración; sin embargo, en el mismo se establece la diferencia entre colaboración o trabajo colaborativo, el cual se asocia más a la posibilidad de que un grupo de gente trabaje unido para lograr un objetivo común; por su parte, la integración se ocupa de conglomerar los diversos aspectos de un proyecto (herramientas, equipos, tecnologías, personas, fases del proyecto, procesos y sistemas) que facilitan el trabajo en colaboración (Kamara, John M., 2012). Otra definición para integración se refiere al intercambio interdisciplinario continuo de datos, conocimientos y objetivos entre los

participantes en el proyecto (Citado por Regan 2015). Los principios fundamentales para la integración establecidos por la SFC incluían: liderazgo comprometido; un cambio en la cultura y los valores, la adopción de procesos, herramientas y los acuerdos comerciales. El logro de la integración implicaba la gestión de las interfaces creadas por la participación de las diferentes empresas y profesionales en un proyecto (Citado por Kamara, 2012). La complejidad de esta tarea depende de factores que incluyen el nivel de dificultad y el nivel de integración requerido.

Tabla 3. Dimensiones y niveles de integración

<b>Nivel de Integración</b>	<b>¿Quién?</b>	<b>¿Qué?</b>	<b>¿Cuándo?</b>	<b>¿Por Qué?</b>
<b>Baja Integración</b>	Personas	Datos	Islas de automatización	Sobrevivir, permanecer en el negocio.
	Departamentos Organizaciones enteras	Modelos.  Conocimientos.  Metas.	Múltiples aplicaciones en una fase y disciplina.  Múltiples aplicaciones para múltiples disciplinas en una fase.  Múltiples aplicaciones para múltiples disciplinas en múltiples fases.	Aumentar los beneficios.  Aumentar la participación en el mercado.  Introducir un nuevo mercado.
<b>Alta Integración</b>	Industria completa	Toda la información del proyecto.	Todas las aplicaciones para el proceso de entrega del proyecto.	Crear un nuevo mercado.

Fuente: Adaptado de Betts et al., (1995) por Kamara

En general, se consideraba que un nivel más alto de integración entregaba mejores resultados para todos los interesados. En este sentido, se realizaron esfuerzos en el desarrollo de varios facilitadores para la integración y el trabajo colaborativo, los cuales se describieron en dos categorías principales:

- **Facilitadores Organizacionales:** se ocupaban de las relaciones, roles y responsabilidades de los miembros del equipo de construcción a través de procesos mejorados y un enfoque en las personas y la cultura de trabajo. La empresa del proyecto se ocupa de las personas, relaciones, comunicación y promueve objetivos comunes compartidos, donde los miembros del equipo eligieron vivir por el espíritu, más que por la letra de la ley. (Hellard, 1995). Este aspecto se refería a las iniciativas que buscaban un cambio en la cultura, los valores y la adopción de procesos, herramientas, acuerdos comerciales (SFC, 2003).
- **Facilitadores Tecnológicos:** estaban dirigidos a la explotación de la información y las comunicaciones (TIC) para lograr la construcción de la integración a través del intercambio electrónico de datos de manera bidireccional (diseño-construcción) (Citado por Regan ,2015). Por lo tanto, el uso de las TIC fue establecido como el único medio para integrar (virtualmente) los datos de construcción, la información y las diferentes tecnologías y las aplicaciones para crear una organización del proyecto sin fisuras (SFC, 2003). BIM facilitaba la generación digital de un modelo informático de un edificio que contenía geometría precisa y datos relevantes necesarios para apoyar las actividades de construcción, fabricación y adquisición de los elementos necesarios para la construcción del edificio (Citado por Kamara 2012). El objetivo de la integración era el trabajo en colaboración eficaz y eficiente con el apoyo de las tecnologías (bases de datos integradas) y las disposiciones contractuales (marco legal) (Kamara, 2012).

Con base en estos aspectos se tomó la decisión de constituir una alianza público-privada en la que la financiación del proyecto para construir la infraestructura era con recursos privados y el Estado pagaba por el flujo de los servicios de estos activos en un compromiso a largo plazo (Citado por Kamara 2012). En el proyecto se concentraba el esfuerzo de colaboración entre las tres autoridades de bomberos y rescate (FRA) en el Reino Unido. Por razones de anonimato el proyecto se denominó “Fire and Rescue Authorities Collaborative” (FRAC) (Proyecto de Colaboración entre Autoridades de Bomberos y Rescate). Las tres entidades participantes se denominaron FRA1, FRA2 y FRA3. El alcance del proyecto era para el diseño y construcción de 6 nuevas instalaciones de bomberos de la siguiente manera:

- Una CFS en FRA1 (sustitución en el mismo sitio de una estación de bomberos existente).

- Dos CFS en FRA2 (reemplazo y reubicación de dos estaciones de bomberos existentes).
- Dos CFS en FRA3 (que se construirán en los nuevos sitios, pero para reemplazar cuatro estaciones de bomberos existentes).
- Un edificio en FRA3 (En el mismo sitio como uno de los parques de bomberos).

Dentro de la implementación del proyecto se estableció que la autoridad máxima del mismo sería la Junta Regional de Gestión (RMB), un órgano de colaboración entre los FRA regionales creado antes de iniciar el proyecto; se estableció un acuerdo de trabajo conjunto (JWA) para definir los costos, las compras, los procedimientos para la resolución de conflictos, salarios para el director del proyecto, entre otros. Las partes interesadas en el proyecto se agruparon en grupos:

1. Las tres autoridades que estaban en el acuerdo de colaboración y todas las organizaciones asociadas, los usuarios directos de los parques de bomberos.
2. Los consultores externos que asesoran en el proceso de compra de terrenos y ayudaban al equipo del proyecto en la evaluación de aspectos comerciales, técnicos, legales y financieros de las ofertas presentadas.
3. Los grupos comunitarios, servicios complementarios (servicio de ambulancia, salud, jóvenes en servicio social) y comunidad en general (en especial los vecinos de los parques de bomberos).
4. Gobierno central a través del Departamento de Comunidades y Gobierno Local (CLG) y su Majestad del Tesoro, que era quien concedía los créditos a la APP para el proyecto.
5. Los oferentes, que jugaban un papel importante en ayudar al equipo del proyecto en la ejecución del mismo.
6. Otros grupos de interés (por ejemplo, la Brigada de la Unión contra Incendios FBU), siendo este grupo también perteneciente al grupo de usuarios, se tenía de manera independiente ya que este reflejaba las condiciones de trabajo que podían afectar a sus miembros. Durante la ejecución de los proyectos el principal reto que se tuvo para la integración fue la incorporación de los puntos de vista de todas las partes interesadas en un documento breve, ajustándose a los recursos disponibles y las disposiciones legales que regían a las entidades participantes; a pesar de que la función principal de las tres entidades consistía en apagar incendios, los conceptos de cada comunidad acerca de lo que debía tener su estación de bomberos variaban para cada una de las estaciones.

Los mecanismos claves para que lograr la integración fueron los siguientes:

- La Junta Regional de Gestión que proporcionó las bases y el impulso para el proceso de colaboración entre las autoridades participantes.
- Niveles y consultas estructuradas dentro de cada FRA y por grupos de especialistas (por ejemplo, tierra, adquisiciones). La junta del proyecto a través de reuniones regulares sirvió como el integrador de todos los puntos de vista sobre el proyecto.
- Voluntad de aprender a través de la experiencia.
- Una sala de datos en línea, lo que ayudó al intercambio de documentos entre los equipos del proyecto, al igual que el correo electrónico y la comunicación telefónica.

Entre los retos y problemas del proyecto se encontraron los siguientes:

- El liderazgo del proyecto: el mecanismo de desarrollo exigía que los proyectos estuvieran en manos de los miembros elegidos en una junta y no en los asesores que correspondían al mando medio, por lo que se requería de un proceso de autorización que hacía que la toma de decisiones en algunas ocasiones fuera difícil de manejar, sin embargo, la relación del director del proyecto con los miembros de la Junta ayudó a agilizar la toma de decisiones.
- La continuidad del personal del proyecto: a pesar de que el proyecto era de las entidades, solamente tres personas (director del proyecto, dos representantes de FRA3) estuvieron involucrados en el proyecto durante toda su duración. La duración del proyecto (2 años) significó para algunos miembros del proyecto que estaban perdiendo su tiempo y el progreso en sus carreras. Esta falta de continuidad afectó la memoria colectiva del proyecto y la transferencia efectiva de aprendizaje en las diferentes etapas del proyecto.
- La estructura de cada FRA y la toma de decisiones del proyecto: las estructuras internas de cada entidad afectaron el proceso de toma de decisiones del proyecto contribuyendo a la generación de retrasos, ya que cada una de las acciones o propuestas tenían que ser aprobadas de manera independiente antes de llegar a la Junta del proyecto.
- El costo de la intervención de los interesados y el proceso general de compras: el proceso general de compras fue muy costoso, debido a la contratación de asesores externos especializados desde el inicio del proyecto. La participación de una amplia variedad de grupos de interés a través de consultas estructuradas también fue muy costosa, sin embargo, el equipo encontró que esto es muy beneficioso en la entrega de los edificios e instalaciones que reflejan las solicitudes de los usuarios finales.

### **3.2.2.2. Construcción edificio universitario**

Dentro de la ejecución de proyectos por IPD, la Universidad de Wisconsin en el año 2008 inicia la construcción de un nuevo edificio, cuatro pisos y tres niveles de subterráneos de 30.658 m<sup>2</sup>, en el que albergarían entidades del orden público y privado, dedicadas a la investigación interdisciplinaria. La financiación inicial del proyecto era por partes iguales del Estado de Wisconsin, la Fundación de Investigación, antiguos alumnos de la Universidad (WARF) y los exalumnos de la universidad John Morgridge y su esposa Tashia Morgridge. El valor del proyecto era de 162 millones de dólares y tenía un cronograma de ejecución hasta diciembre de 2010, dentro de los objetivos del proyecto estaba el desarrollar una infraestructura con un diseño ambiental y sostenible usando un 50% menos de energía y agua, flexibilidad en las instalaciones que favoreciera el trabajo en colaboración y una vida útil de 100 años. En el desarrollo del proyecto se elaboró un contrato multiparte entre el propietario, el diseñador principal y el contratista general, contando con la asistencia temprana del contratista en la fase de diseño y el apoyo de subcontratistas en el momento que fue necesario. De igual manera se utilizaron las herramientas BIM para tener integrados todos los componentes del proyecto. La Universidad estaba interesada en aplicar métodos de entrega alternativos frente al desarrollo tradicional que había tenido el campus.

Uno de los grandes retos que se tuvieron en el proyecto para la implementación de IPD, fue el cambio cultural que representaba pasar del modelo tradicional (intereses particulares) al modelo en colaboración (intereses del proyecto) en el que se trabaja por una propuesta de valor compartido. (Ingalls, 2009). La construcción del acuerdo multiparte tomó varios meses, tratando de buscar el consenso en el mismo, hasta lograr que los participantes clave accedieran a firmarlo, se estableció que el enfoque del proyecto sería un modelado dinámico de costos y se estableció un valor objetivo de diseño que no podía superarse (Ingalls, 2009).

Al incorporar en el proyecto el modelado dinámico se dio un cambio importante frente al modelo tradicional, pasando de un desarrollo del proyecto por fases, al establecimiento de un valor objetivo de diseño, por lo que este se enfoca en ofrecer la mejor solución para ese valor objetivo; esta forma de establecer el modelado de costos cambia el paradigma acerca de la forma de construir el proyecto, al pasar del modelo en el que se diseña y luego se verifica si se tiene la capacidad financiera para construirlo, a un modelo en el que se diseña en el marco de un cierre financiero previamente establecido, por lo que el grupo del proyecto se enfoca en convertir ese presupuesto objetivo en contratos comerciales. (Ingalls, 2009). El equipo de proyecto de WID-MIR, identificó seis componentes críticos que debieron ser abordados por la metodología integrada, por lo que se establecieron equipos de apoyo para cada componente (estructura, acabados, laboratorios), en estos grupos de apoyo se tuvo un representante del propietario, diseñador principal y constructor general, encargados de evaluar la

solución a esos componentes e informar al grupo principal; el objetivo a través de estos grupos de apoyo era favorecer la innovación para dar valor agregado a la solución del componente en estudio. La utilización de grupos de apoyo aporta soluciones mejores a las planteadas inicialmente, debido al conocimiento de los participantes de cada subespecialidad, para este proyecto la fase conceptual tuvo un plazo de 5 meses (Ingalls, 2009).

El uso de BIM en este proyecto mejoró el método de entrega integrado permitiendo el entendimiento y lenguaje común entre el grupo principal y, a su vez, de este con los grupos de apoyo desde la fase de diseño hasta la construcción. En el proyecto se tuvo un grupo de liderazgo tecnológico creando un manual de protocolo BIM para realizar un seguimiento del software que utilizaría cada empresa identificando la interoperabilidad del sistema y realizando seguimiento de la documentación; el manual identificaba sistemas y subsistemas individuales tanto desde el punto de vista del diseño como de la construcción, estableciendo las funciones de las subespecialidades para cada caso en todos los niveles, de igual manera se definió el alcance y el responsable, lo que fomentó la transparencia en el proceso, la coordinación, y disminuyó los reprocesos y los residuos (Ingalls, 2009). Para este proyecto se estableció una contingencia única en lugar de un presupuesto objetivo de diseño y la contingencia se decidió entre automática y discrecional.

La contingencia automática reconocía que las cosas iban a suceder, por ejemplo, la falta de coordinación en los dibujos, condiciones de campo inesperadas, entre otras, por lo que, en lugar de culpar a un equipo o a un integrante, se decidió abordarlas como “situaciones sin culpa” por lo que en ese momento se hizo uso de la contingencia automática. Para el caso de la contingencia discrecional, la administración y decisión sobre la misma se tomaba en conjunto en el grupo principal, como había quedado establecido en el contrato multiparte; en la medida que se entregaba el proyecto y conforme al cumplimiento o no con base en el presupuesto, se tomaban las decisiones con los fondos de contingencias no utilizados. Parte de los recursos del fondo fueron a una reserva de garantía por un año, en la medida que no se necesitaron fueron devueltos a los participantes (Lee Ingalls, 2009).

Con el desarrollo y conocimiento de la metodología de proyectos integrada –IPD– se tuvieron una serie de empresas con el interés de implementarla para mejorar los indicadores en sus proyectos. Otro caso que se revisó fue el del Palomar Medical Center West (PMCW), que consistía en un nuevo centro regional de trauma de 73.300 m<sup>2</sup>, con una dotación de 360 camas y un presupuesto objetivo de diseño de \$614 millones de dólares. Este centro regional inicio el proceso de construcción por el método tradicional, pasando durante su ejecución al método integrado de proyectos. Inicialmente el propietario del proyecto adelantó los contratos de manera individual con cada participante entre el 2004 y el 2008. El presupuesto inicial se había modificado dos veces, debido a la variación de las

condiciones del mercado nacional por incrementos en el valor de los suministros del orden del 60%, por lo que se tomó la decisión de revisar el método de ejecución. Por las condiciones del proyecto, dentro del proceso IPD, se emplearon diferentes métodos de programación como la utilización de BIM 100, asistencia de diseño, métodos de comprobación del plan escalonados y paquetes incrementales, en resumen, cada herramienta o método del estado de la técnica IPD implementado. (Chessum, 2009).

Cuatro meses después de iniciada la construcción y con el 70% de los contratos comerciales comprometidos (de los cuales el 65% eran de diseño-apoyo-construcción), los costos seguían subiendo y el cronograma se extendía demostrando falta de control del equipo, por lo que se toma la decisión de pasar del método tradicional a un formato IPD híbrido ya que la desconexión de los equipos era una amenaza para lograr los objetivos propuestos (Chessum, 2009). Pasar a IPD era un riesgo enorme por el avance que se tenía, pero buscaba que todos los participantes se comprometieran con los objetivos del proyecto y de alguna manera alinearlos con los objetivos particulares. Otro aspecto era llevar a los equipos de trabajo del propietario, diseñador principal y contratista general a un ambiente de igualdad frente al riesgo y la recompensa. En el desarrollo de un proyecto IPD puro se tiene un fondo común para el manejo de las contingencias (riesgo/recompensa), para el caso de la construcción del PMCW no fue posible establecerlo por las siguientes consideraciones:

- La fase temprana de diseño en la que se puede adelantar el proceso de colaboración por parte del contratista para el trabajo conjunto del equipo IPD y así establecer el fondo de riesgo/recompensa, ya había pasado.
- Los pagos realizados al equipo de diseño ascendían al 75% del valor del contrato, por lo que su capacidad financiera para contribuir en la constitución del fondo de contingencias era limitada.
- No se podía establecer un sistema de incentivos para el equipo de diseño y los contratistas comerciales en el desarrollo del proyecto (Chessum, 2009).

Por lo anterior, se hacía necesario examinar otra base para establecer el sistema de incentivos (riesgo/recompensa) que pudiera aplicarse a los participantes y generar un efecto integrador para el proyecto. Como solución, el propietario estableció una forma de pago de costos fijos más honorarios, lo que reducía el riesgo de los participantes, pero eliminaba cualquier beneficio derivado del aumento de los costos; además, se dejó la posibilidad de adicionar el sistema de incentivos individual relacionado de manera directa con el presupuesto o los factores de éxito del proyecto (Chessum, 2009).

Con la decisión de pasar del método de entrega tradicional a IPD, el propietario gana socios con el establecimiento de incentivos en caso de lograr ahorros en productividad y un apoyo para sobrellevar los sobrecostos del valor parcial ejecutado al eliminar la ganancia de los participantes por la variación en el costo de materiales. El equipo de diseño tiene un incentivo para mantener los honorarios

bajos, el contratista general y los contratistas comerciales están incentivados por la productividad. Se estableció un mecanismo de incentivos en caso de ejecutar el proyecto por debajo del costo objetivo de la siguiente manera:

- Equipo de diseño: costo fijo más utilidades con un incentivo de retorno del 5%, por los ahorros en el presupuesto y sin ganancia por los honorarios generados en la implementación de cambios en búsqueda de ahorros o por los servicios administrativos, debido a la prolongación del tiempo de construcción.
- Contratista general: porcentaje de su margen de rentabilidad en riesgo si excede el presupuesto, no pago por servicios administrativos en el caso de que se exceda el cronograma sin previo acuerdo y un incentivo de retorno del 25% de los ahorros frente al presupuesto objetivo.
- Contratistas de trabajos: costo de construcción fijo más un porcentaje como incentivo por trabajar en colaboración, se estableció que una parte del porcentaje se colocaba en riesgo en caso de que se superara el presupuesto y el pago del mismo en el caso de tener ahorros. El incentivo para estos contratistas fue otorgado al conjunto de los oficios, de tal forma que se tienen incentivos por grupo de oficios dependientes (acero, concreto, mecánico, eléctrico, entre otros) de tal manera que todos ganan o pierden juntos (Chessum, 2009).

De acuerdo con lo anterior, el proyecto bajo el esquema de IPD híbrido es diseñado para ser lo suficientemente flexible y poder dar manejo a las diferentes variables de riesgo y recompensar de forma escalonada a los diferentes participantes. Estas condiciones permitieron realizar los ajustes necesarios para continuar integrando los equipos de trabajo en el tiempo; al establecer esta forma híbrida, el primer paso es concretar una nueva línea base de costos en la que se tiene el presupuesto objetivo del proyecto y el cronograma de ejecución, a partir de estos dos componentes se diseña el programa de incentivos (Chessum, 2009).

Un paso inicial para implementar IPD y lograr la integración de todos los participantes, consiste en la construcción de confianza y establecer un sistema de incentivos claro y transparente para las partes. A pesar de que los integrantes del proyecto del PMCW utilizaban las herramientas tecnológicas de manera efectiva, no se tenía éxito en el desarrollo del proyecto debido a la falta de confianza entre ellos. La falta de confianza genera miedo al conflicto, lo que a su vez conduce a una falta de compromiso y responsabilidad impidiendo la integración. Para tener éxito en el cambio de un método de entrega tradicional al método integrado, se debe formar estratégicamente un equipo mínimo en el que se establezca la confianza de modo que influya en la unión de los diferentes equipos (Chessum, 2009).

Por lo tanto, el cambio en el método de entrega es un proceso continuo de largo plazo que se lleva a cabo a diferentes velocidades y con diferentes niveles de éxito, el paso inicial para lograrlo es la formación de un grupo principal del

proyecto (propietario, diseñador principal y contratista general), de tal manera que este grupo se convierta en el agente de cambio inicial, con una reestructuración de las relaciones de ese grupo con los demás participantes a través del establecimiento de nuevos acuerdos e incentivos; la implementación de estos cambios requería de un proceso estratégico en el que se diseñó la forma de participación de cada miembro del equipo IPD:

- Proceso: identificar los pasos probables para el desarrollo de la labor, sin embargo, en este proceso se hizo énfasis en contemplar que no todo iría de acuerdo con lo planeado.
- Análisis: identificar fortalezas y debilidades de los participantes y la capacidad del equipo central para influenciar en ellas.
- Estrategia: identificar dónde se pueden generar cambios para de esta manera el grupo principal influenciarlos (costo, programación, calidad).

En el proceso de cambio de método de entrega, se encontraron cuatro pasos determinantes para lograrlo:

- Apoyo jurídico al grupo central: contar con un abogado que represente el proyecto, de igual manera que cada participante contará con el suyo, este es un paso importante para crear confianza y poder revisar las fortalezas y debilidades del proyecto, apoyados en la innovación y la creatividad.
- Implementar un modelo de alto rendimiento: inicialmente para el grupo central del proyecto, con la incorporación de los otros participantes a medida que se involucran en el proyecto, alineando objetivos, definiendo estructuras para la toma de decisiones en un proceso de escalamiento.
- Evitar la presión para tomar decisiones tempranas (atajos) en el trabajo o reprocesos.
- Mantener la vigencia de las herramientas BIM en la terminación de la fase diseño y el inicio de la construcción, estas herramientas siguen siendo fundamentales en dar transparencia para construir confianza (Chessum, 2009).

El pasar del método de entrega tradicional al integrado representó para el proyecto una renegociación de los contratos, sesiones de trabajo para crear el equipo de alto rendimiento, demoras en la construcción de la obra que se estimaron en un millón de dólares aproximadamente. De igual manera los beneficios que se obtuvieron del proyecto se dividieron en tres categorías:

- Evitar costos: el tener incentivos para un grupo de actividades dependientes, motivó la coordinación oportuna de los diferentes participantes en la fase de planificación, lo que aumentó la productividad en taller y en la obra.
- Flexibilidad de costos: se tuvo una reducción de costos en más del 70% de las actividades, adicionalmente el equipo realizó una reducción del 6,5% del presupuesto objetivo de diseño por petición del propietario.

- Ahorro de costos: la fabricación del acero fue reprogramada con el uso de las herramientas BIM, lo que representó una reducción en el costo del 11% al evitar la consecución de una segunda grúa para el proyecto (Chessum, 2009).

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a presupuesto y cronograma, se pudo establecer que la decisión de pasar del método tradicional de entrega al método IPD híbrido, fue acertada aún con el avance previo que se tenía con el método tradicional. Adicional a estos beneficios, el desarrollo de proyectos con IPD lleva al proyecto y a sus participantes a trabajar en la búsqueda de la mejora continua y sostenible (Chessum, 2009).

### **3.2.3. IPD en vivienda**

Con base en observaciones empíricas realizadas para un proyecto de pequeña escala en Zelanda, una provincia que queda al sur-oeste de los Países Bajos, conformada por una serie de islas, se estableció que entre el 10 y el 25% de la eficiencia en el proceso de construcción de viviendas se pierde como consecuencia de rediseños no planificados y modificaciones *ad hoc* durante la fase de construcción. Estas ineficiencias resultan en retrasos en la entrega, calidad deficiente del producto final, alto precio para el cliente y menores ingresos para los participantes del proyecto. (HZ, 2007).

El uso de las tecnologías de la información facilitó la entrada de IPD en Nueva Zelanda, dentro de las mismas se destaca el uso de herramientas BIM. Si bien el uso de IPD se recomienda para proyectos de gran escala, gracias a la disponibilidad de herramientas tecnológicas apropiadas, en esta región se encontraron limitaciones para la integración de los diferentes actores de los proyectos, debido al poco acceso a las herramientas TIC para proyectos de mediana y pequeña escala, deteniendo el proceso de incorporación de IPD en estos. (Rizal, Sebastián. 2010). En el desarrollo de este tipo de proyectos, al usar IPD se buscaba la integración de la información de las diferentes disciplinas que se esperaba tuvieran implicaciones de constructibilidad, uso y mantenimiento para la edificación, con el fin de tomar las decisiones adecuadas en la fase de diseño; el siguiente paso consistía en involucrar los sub-contratistas y fabricantes de componentes para contribuir con su conocimiento de construcción y técnicas de producción en la fase de diseño. El arquitecto realizaba los ajustes para que el diseño fuera fácil de construir y de esa manera evitar los procesos de rediseño y las modificaciones en la fase de construcción. (Rizal, 2010).

El proyecto piloto fue implementado en la villa de Koudekerke y estaba comprendido por 4 viviendas independientes en un complejo residencial. Hasta ese momento los proyectos eran desarrollados por los métodos tradicionales de diseño en 2D y los documentos de construcción. El propósito del proyecto era

mejorar la práctica tradicional y aplicar modelado 3D y BIM en el proceso integrado de ingeniería y diseño, para poder comparar este nuevo enfoque con el tradicional, así los participantes del proyecto podían experimentar el descubrimiento de beneficios reales con la aplicación del método de entrega integrado. El desarrollador del proyecto tomaba el rol del cliente y contratista general, estableciendo contratos con los otros participantes del proyecto, arquitecto, ingeniero estructural, mecánico, eléctrico e hidráulico, fabricantes de piezas y proveedores. El cliente también gestionaba el diseño, construcción y proceso de entrega del proyecto; sencillamente el cliente era una compañía que iniciaba, diseñaba, construía y entregaba el proyecto al consumidor final, la estrategia de desarrollo del proyecto dependía de la demanda del mercado. A través del desarrollo del proyecto se realizaron una serie de sesiones de trabajo experimental usando BIM, estos procesos de aprendizaje tenían dos objetivos: el primero era mejorar la calidad del diseño comunicando las ideas por medio de un modelado en 3D, lo que mejoraba el proceso de visualización del proyecto y establecía un proceso de comunicación más sencillo y preciso con el cliente o consumidor final. Con la inclusión de los participantes claves del proyecto a través de un modelo basado en el diseño colaborativo, los cambios en la fase de construcción por errores o imprevistos por requerimientos del cliente eran reducidos significativamente; el segundo objetivo era eliminar los errores causados por los problemas de coordinación entre las diferentes disciplinas durante la fase de diseño. En las condiciones que se tenían en la ejecución de proyectos en lo referente a los retrasos y costos adicionales, los cuales se descubrían en la fase de construcción y se resolvían de manera autónoma. Se esperaba que el proyecto piloto tuviera impactos tangibles en términos de reducción de costos, mejora de la calidad del producto y cambios radicales en el uso de las tecnologías de la información en las medianas y pequeñas empresas.

Dentro del desarrollo del proyecto se realizaron una serie de sesiones de trabajo experimental usando un proyecto de una vivienda real como piloto, el equipo estaba representado por toda la cadena de suministro: cliente, arquitecto, ingeniero estructural, contratista de plomería, contratista eléctrico, fabricantes de piezas prefabricadas de concreto, fabricantes de closet, elementos de cocina y baño; estas sesiones de trabajo se fundamentaban en el interés común de la mejora de sus productos y servicios. Cada sesión de trabajo experimental era iniciada y organizada por uno de los participantes, planteando un problema crítico para el desarrollo de su labor; buscando una solución al problema específico con el proceso colaborativo de los otros integrantes, se encontraba la solución óptima quedando como una lección aprendida; cada participante incorporaba los resultados de la sesión experimental desde su área de trabajo de manera colaborativa utilizando herramientas BIM.

El experimento desarrollado en Nueva Zelanda se consideró exitoso de acuerdo a cuatro factores, el primero, la combinación entre la transferencia de conocimiento conceptual (derivados de la búsqueda de literatura y proyectos estratégicos de

investigación) llevando a la práctica los conocimientos aprendidos. El segundo factor fue el uso de un proyecto piloto, lo cual fue de mucha ayuda, porque permitía que todos los participantes involucrados reconocieran con facilidad los problemas reales en los proyectos de construcción con métodos tradicionales y con su experiencia pudieran introducir mejoras en el diseño con el apoyo de herramientas BIM. El tercer factor, era el uso continuo de modelos mejorados en 3D aplicando los principios BIM, fortaleciendo los procesos de aprendizaje. El conocimiento construido durante la sesión experimental de trabajo era condensado en el modelo, que iba siendo enriquecido por los participantes de varias disciplinas, empezando con modelos de la construcción en 3D y adicionando detalles a medida que se tenía más información. El cuarto y último factor, por decisión de cada mediana y pequeña empresa, fue la realización de un taller en la última sesión de trabajo experimental acerca del manejo de las TIC y las facilidades de uso, tanto para las pequeñas y medianas empresas, como para la incorporación de esta nueva metodología y las herramientas TIC al interior de sus organizaciones para nuevos proyectos.

Con base en lo anterior, se plantea la necesidad de implementar IPD en los proyectos de construcción. Mediante este sistema se tiene la intervención activa de todos los participantes del proyecto desde su inicio hasta la etapa de finalización en virtud de un acuerdo contractual multiparte, en el cual deben estar incluidos como mínimo el propietario, los profesionales de diseño y el contratista principal (Jhon W. Hinchey). De igual manera, otro aspecto importante en el esquema IPD es que tanto el riesgo como la recompensa del proyecto son compartidos por los participantes, mediante esta forma de entrega de proyectos se busca que los intereses de los participantes sean los mismos del proyecto, evitando las disputas y conflictos entre los participantes y en su lugar generar una relación de colaboración fundamentada en la confianza.

## **4. Método**

### **4.1 Metodología**

#### **4.1.1 Investigación transeccional o transversal**

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos de un solo momento, en un tiempo único; su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado; es como tomar una fotografía de algo que sucede. (Sampieri, Collado, Batista, 2006). Dentro de los estudios transversales se tienen los exploratorios, los cuales se utilizan con el propósito de comenzar a conocer una variable o conjunto de ellas, una comunidad, un contexto, un evento o situación; se trata de una exploración inicial en un momento dado (Sampieri, et al., 2006).

##### **4.1.1.2 Población objetivo**

La población objetivo del presente estudio son las entidades del orden nacional que adelantan procesos de contratación de proyectos complejos que se adelantan por licitación pública y que por el grado de planificación necesario en la metodología IPD, se considera, puede ser empleado como método de entrega alternativo. De igual manera, en estas entidades se toman las decisiones para las políticas públicas en procesos de selección.

##### **4.1.1.3 Selección de la muestra**

Para el proceso cuantitativo la muestra es un subgrupo de la población de interés, en el caso específico del trabajo de investigación se determinó que la muestra debía ser no probabilística. Las muestras no probabilísticas suponen un procedimiento de selección informal. Se utilizan en muchas investigaciones cualitativas y cuantitativas. La muestra dirigida selecciona sujetos “típicos” con la esperanza de que sean casos representativos de una población determinada (Sampieri, et al, 2006).

La principal ventaja de una muestra no probabilística (desde la visión cuantitativa) es su utilidad para determinado diseño de estudio que requiere no tanto una representatividad de los elementos de una población, sino una controlada elección de sujetos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema; para el enfoque cualitativo, al no interesar tanto la posibilidad de generalizar los resultados, las muestras no probabilísticas o

dirigidas son de gran valor, pues logran obtener los casos (personas, contextos, situaciones) que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de los datos. (Sampieri, et al, 2006).

De acuerdo con lo anterior, se considera que el tipo de investigación pertinente para el presente trabajo era una investigación cualitativa, no experimental, transversal descriptiva, con una muestra no probabilística; con los elementos aportados por este tipo de investigación se establecieron las limitaciones del modelo tradicional de entrega y las posibilidades de utilizar el modelo integrado de proyectos.

A continuación, se presenta el diseño de la investigación:

1. Revisión bibliográfica de la metodología IPD.
2. Realizar entrevistas a funcionarios de entidades públicas y contratistas privados.
3. Proponer una metodología para incorporar IPD en proyectos públicos de infraestructura.

#### **4.2 Desarrollo de la investigación**

Con el desarrollo de este trabajo se busca analizar las condiciones de los proyectos públicos de infraestructura en Colombia de acuerdo con el método de entrega tradicional utilizado en estos procesos, buscando establecer las limitaciones, ventajas del modelo y a partir de ese estado, verificar la posibilidad de proponer el Método de Entrega Integrado para lograr que estos proyectos tengan más eficiencia, transparencia y un mejor manejo de los recursos públicos.

El instrumento utilizado para la recolección de los datos fue la entrevista, por ser un instrumento que involucra al investigador con el participante, donde las preguntas se formulan en persona, por teléfono o vía internet, en la misma se hacen preguntas abiertas para obtener información detallada del participante acerca del tema de estudio. Este instrumento fue aplicado a los participantes mediante una selección no probabilística; la selección se realizó buscando encontrar las entidades que dictan los lineamientos para la política de infraestructura, en las que se pudiera establecer la disposición y capacidad de toma de decisiones en el tema estudiado. Dentro del proceso de aplicación del instrumento se tuvieron una serie de dificultades básicamente por dos factores: el primero, consecuencia de los escándalos de corrupción que se vienen conociendo en el país, por lo que varios funcionarios se abstuvieron de aceptar la entrevista, el temor a las entidades de control, a suministrar información que de una u otra manera estuviera ligada a dicha situación; el segundo, la agenda de funcionarios

de primer nivel que en varias ocasiones cancelaron las entrevistas acordadas y se negaron a atender la misma vía internet.

De acuerdo con lo anterior, se lograron realizar 11 entrevistas, entre funcionarios y contratistas privados, las que se estiman suficientes para tener la percepción de los participantes en los procesos de contratación; el método tradicional de entrega de proyectos se encuentra reglado para el país, por lo que las situaciones que generan problemas son comunes a todos, de esta manera no se considera que aumentar el número de entrevistas de una u otra manera pudiera alterar los resultados, una muestra de ello, se tiene a partir de las realizadas, en las que se coincide en las respuestas, las situaciones que generan los problemas de sobrecostos, demoras y reprocesos son las mismas. Con esta percepción de los actores y el componente teórico obtenido del estado del arte y el marco de referencia, se tuvieron las herramientas necesarias para elaborar una propuesta para implementar IPD.

En total se aplicaron 11 entrevistas entre funcionarios públicos de primer nivel del gobierno nacional y representantes de empresas reconocidas en el sector de la ingeniería y la construcción. A través de la aplicación de este mecanismo, se buscaba establecer la percepción de los actores dentro del método de entrega tradicional, su funcionamiento, limitaciones y beneficios. Se estructuraron 11 preguntas. En las primeras se quería establecer la percepción de cada uno de los participantes frente al modelo tradicional de entrega de proyectos; en el segundo, percibir la disposición para cambiar el método de entrega y el conocimiento de nuevas herramientas para la gestión de proyectos. Una pregunta se enfoca en la disposición de cambiar de modelo, este hecho es fundamental para el uso de una nueva metodología, cualquiera que fuese la escogida. Para el Método de Entrega Integrado, la base es las personas, por esto se debe dar un cambio cultural en la manera como se desarrolla el trabajo, pasar de la confrontación a la colaboración y, ésta última, parte de la voluntad de cada uno de los participantes en el proyecto de compartir conocimiento, renunciar a la búsqueda de culpables en los problemas para enfocarse en las soluciones y alinear los intereses particulares con los intereses del proyecto.

En el método tradicional de entrega de proyectos se tiene el desarrollo de un contrato de acuerdo con la disponibilidad de unos recursos para una obra específica; en este escenario el representante de la entidad procura al máximo que la ejecución de la misma sea en los términos del presupuesto planteado o por debajo del mismo; con el cumplimiento de la meta física, entre tanto, el constructor busca facturar el valor del contrato, sin importar el cumplimiento de la meta física y buscando la mejora de su rentabilidad a través de modificaciones en diseños y especificaciones, entre otro. La cultura de trabajo en este esquema, se apoya en la desconfianza, por lo que cambiar de modelo se convierte en un reto desde este contexto cultural, renunciar al individualismo para lograr a través del cumplimiento

de un objetivo colectivo los beneficios particulares. A continuación, se muestra el diseño de la entrevista aplicada:

Trabajo de Grado: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL IPD  
(INTEGRATED PROJECT DELIVERY) EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EN COLOMBIA**

**Entrevista**

Nombre: \_\_\_\_\_

Entidad: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_ Tiempo en el cargo: \_\_\_\_\_

**Introducción**

La siguiente entrevista se diseñó con el fin de estudiar la implementación de IPD (Integrated Project Delivery) en los proyectos de infraestructura pública en Colombia, pasando de un sistema de contratación de contraposición a un sistema basado en la colaboración, aplicando nuevas herramientas tecnológicas buscando la integración (virtual) del equipo de trabajo. Con este cambio metodológico en el sistema de contratación se busca mejorar la eficiencia y eficacia en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura, detectando de manera temprana los errores o choques de los diseños, evitando reprocesos, retrasos, desperdicios y sobrecostos, ésta será utilizada con fines netamente académicos y será confidencial, no se publicarán resultados individuales.

Cuestionario:

1. ¿Qué opinión tiene del actual sistema de contratación de infraestructura pública en Colombia?
  
2. ¿Cuáles considera las razones principales que generan sobrecostos y demoras en los proyectos de infraestructura pública en Colombia?

3. De los siguientes mecanismos de contratación, ¿cuál considera el más eficiente y por qué?

- Mínima cuantía.
- Selección abreviada.
- Licitación pública.
- Concesión.
- APP.

4. ¿Considera usted que el modelo actual genera situaciones de confrontación entre las diferentes partes del contrato (entidad, contratista, diseñador)?

5. ¿En el caso de la implementación de un nuevo modelo de contratación, en el que el principio rector del mismo sea la colaboración, estaría dispuesto a participar y contribuir para el éxito del mismo?

6. En la metodología IPD tenemos un grupo principal, conformado como mínimo por el cliente o su representante, el contratista principal, el diseñador; teniendo como factor diferenciador principal, la vinculación del contratista desde la fase de diseño. En este escenario, ¿cuáles consideran las principales barreras para su puesta en marcha?

7. ¿Considera usted que la fragmentación en la entrega tradicional de proyectos, afecta la confiabilidad en los resultados?

8. ¿Qué elementos tecnológicos utiliza para el desempeño de sus funciones?

- PC. \_\_\_\_
- Portátil. \_\_\_\_
- Tablet. \_\_\_\_
- Móvil. \_\_\_\_
- Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_

9. ¿Conoce acerca de la metodología de proyectos LEAN Construction? SI\_\_ NO\_\_. En caso de que la respuesta sea afirmativa explicar.

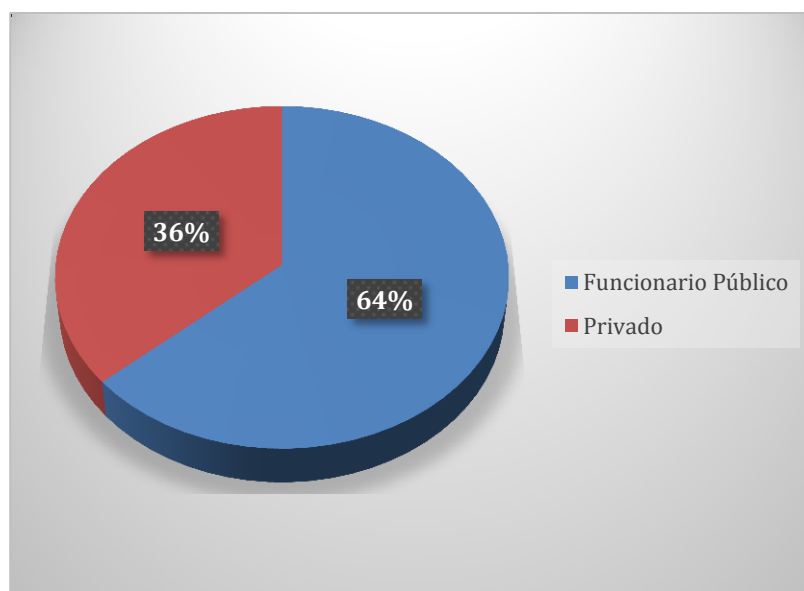
10. ¿Conoce acerca de la metodología de entrega integrada de proyectos (IPD)? SI\_\_ NO\_\_. En caso de que la respuesta sea afirmativa explicar.

11. ¿Conoce acerca del uso del BIM en los proyectos de construcción? SI\_\_  
NO\_\_. En caso de que la respuesta sea afirmativa explicar.

## 5. Interpretación de los datos obtenidos

Dentro del proceso de recolección de información, se tuvieron percepciones similares frente a los problemas que enfrenta el método tradicional de entrega, Aquello que genera las situaciones de confrontación, dentro del análisis de la información suministrada, se puede inferir la presencia de la confrontación entre los participantes al enfocar las respuestas de manera diferente de acuerdo con su posición frente al proyecto (funcionario/contratista); sin embargo, no todo es controversia, se tienen puntos de encuentro en la visión acerca del método actual, por lo que adelantar esfuerzos para emplear métodos de entrega alternativos podría mejorar los indicadores de gestión de los proyectos y participantes, construyendo herramientas eficientes de comunicación, que fomenten la colaboración y permiten a los participantes tener confianza en el otro. A continuación, se describen las características principales de los entrevistados.

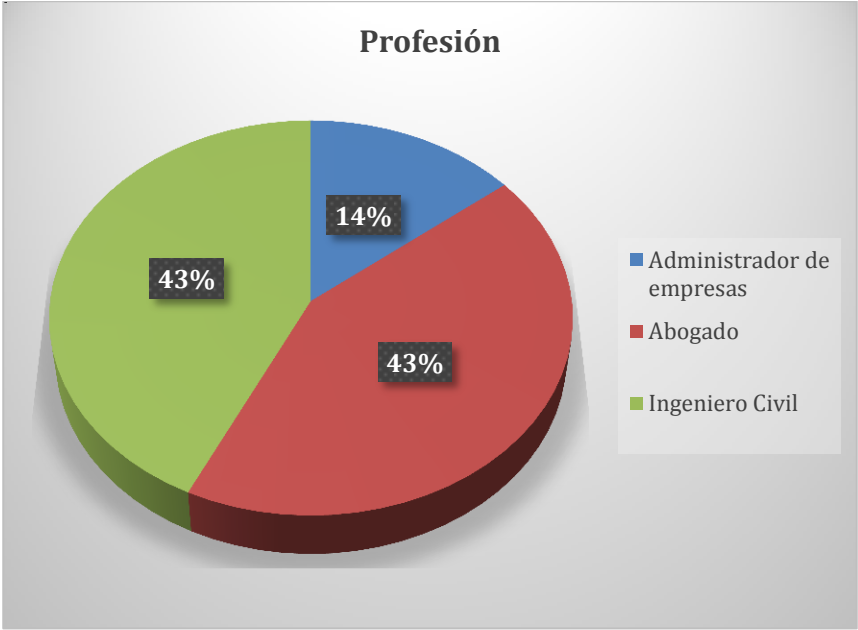
Figura 1. Clase de participante.



Fuente: elaboración propia

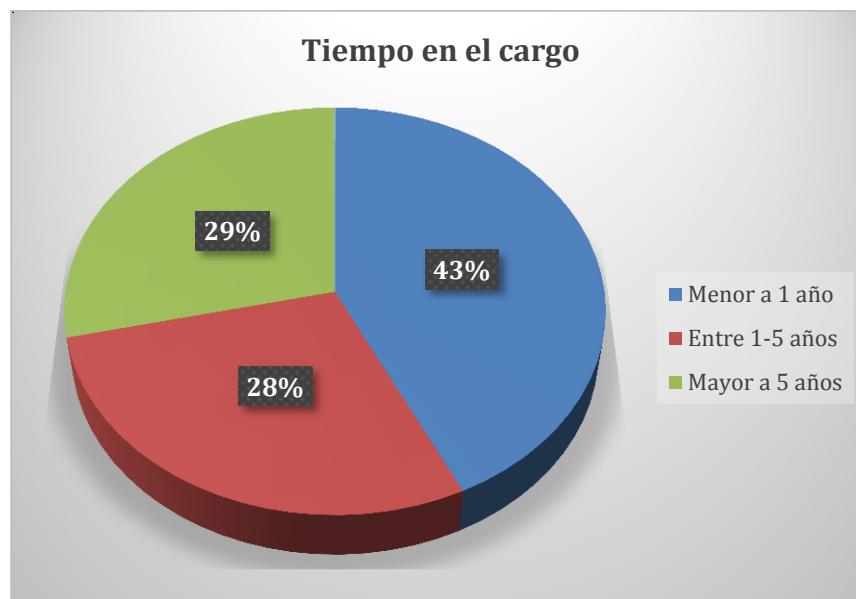
De los 11 entrevistados 7 fueron funcionarios públicos, 4 corresponden a contratistas privados. Para el caso de los funcionarios públicos a continuación se muestra la profesión y el tiempo en el cargo (figuras 2 y 3).

Figura 2. Profesión. Funcionarios públicos.



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Tiempo en el cargo funcionarios públicos.

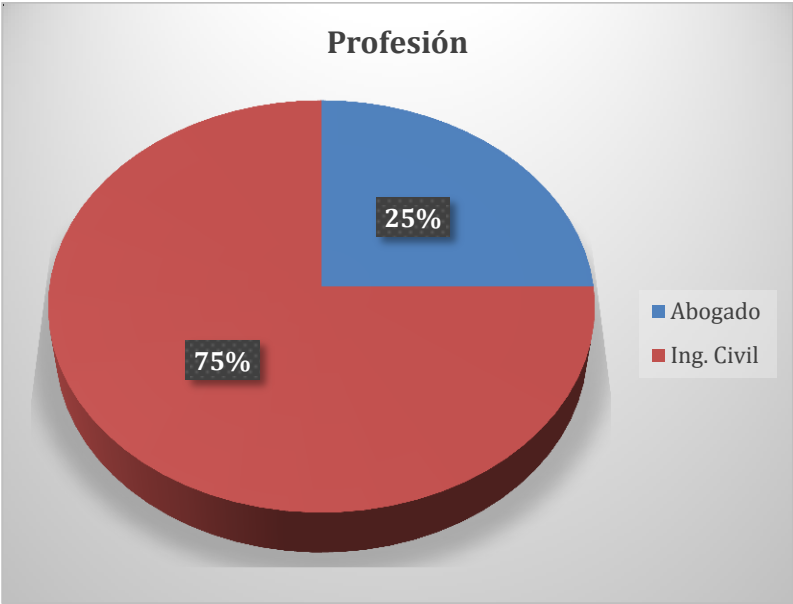


Fuente: elaboración propia

Para el caso del tiempo en el cargo se observó que dicha situación determina en gran medida la disposición del funcionario a participar en un proceso de cambio en el método de entrega, para los funcionarios con menor tiempo en el cargo se percibe una mayor disposición al cambio, a medida que el mismo aumenta empiezan a aparecer condicionamientos; una característica encontrada en los funcionarios con mayor tiempo en el cargo, fue la percepción del cambio en el funcionamiento de las entidades, considerando que las competencias profesionales de los nuevos funcionarios no cumplen con los requisitos necesarios para cumplir con la labor requerida por la entidad. Para los funcionarios encargados del componente jurídico, realizar cambios en la normativa para ajustarse a un nuevo modelo de entrega se considera probable, para los técnicos, el cambio de paradigma se hace más confuso, complicado, optando por plantear soluciones al modelo actual, con base en las experiencias exitosas.

Para el caso de los contratistas se estableció lo siguiente:

Figura 4. Profesión. Contratista privado.



Fuente: elaboración propia

Figura 5. Tiempo en la actividad contratista privado.



Fuente: elaboración

El tiempo de permanencia en la actividad para los privados fue mayor frente al tiempo en el cargo de los funcionarios públicos, lo que demuestra la alta rotación de personal en las entidades, esto implica afectación en el normal desarrollo de las entidades debido al tiempo necesario para el proceso de entrenamiento de los nuevos funcionarios, de igual manera este cambio de personal afecta el desarrollo de las obras, se pueden generar demoras o reprocesos por la necesidad de esperar que el nuevo funcionario conozca y entienda el proyecto para poder tomar decisiones frente a las solicitudes del contratista y la interventoría. Los privados tienen algunas restricciones frente al cambio de modelo, consideran que el funcionamiento del estado es complicado y que trabajar en colaboración puede poner sus empresas en riesgo.

## **¿Qué opinión tiene del actual sistema de contratación de infraestructura pública en Colombia?**

En Colombia se tiene un sistema de contratación reglado por las siguientes leyes: Ley 80 de 1993, 1150 de 2007, 1474 de 2011 y 1682 de 2013; este marco normativo recibe ajustes a través del tiempo, buscando la eficiencia y transparencia, sin embargo, a pesar de los esfuerzos el método tradicional sigue teniendo problemas en su ejecución, se siguen presentando demoras en la entrega, reprocesos, rediseños, impactando negativamente los costos del proyecto. A pesar de los esfuerzos de parte de las entidades, se tiene un sistema que se regla por la confrontación entre las partes, esto fue evidente en el desarrollo de esta pregunta, donde se notan las diferencias en las posiciones de los funcionarios frente a la de los contratistas; los funcionarios públicos entrevistados, consideraron el sistema eficiente, reconociendo las falencias que se presentan en algunos casos y considerando que puede ser susceptible de mejoras, desde lo contractual los funcionarios consideran que la evolución del método ha permitido que se tengan las garantías necesarias para la pluralidad de oferentes en igualdad de condiciones, la transparencia en los procesos también es una garantía, consideran que las deficiencias se dan en la parte técnica, principalmente por la falta de claridad en los diseños del proyecto. De igual manera consideran que en el enfoque actual los intereses del constructor no son los intereses del proyecto, lo que dificulta la ejecución de los mismos. “El sistema actual de contratación es rígido, enmarcado en una normatividad que lo regula, corresponde a las entidades dar cumplimiento a lo estrictamente normado, si quisiéramos innovar, realizar trabajos a partir de la experiencia o la imaginación, no podríamos hacerlo porque es un sistema muy rígido. Toda la contratación pública en cualquier modalidad está enmarcada en las normas, leyes, decretos y demás que regulan la contratación”. (Entrevistado No. 2. Anexo 2). “A nivel nacional es un programa que ha logrado eficiencia, con pliegos estandarizados, la distribución del riesgo previsible, las obligaciones contractuales, estableciendo reglas claras desde la etapa de pliegos para la solución de controversias, apoyados en la experiencia y participación de los funcionarios...”. (Entrevistado No.4, anexo 4)

Una de las grandes virtudes del método tradicional de entrega de proyectos es la búsqueda plural de oferentes, para de esta manera la entidad pueda seleccionar el contratista más idóneo; en la práctica se tiene una diferencia entre el sentir de la ley y la realidad, los procesos de contratación que se adelantan presentan restricciones a las empresas por lo que no se tiene esa pluralidad de oferentes que busca la normatividad.

Un elemento tecnológico importante en el desarrollo del método tradicional es el SECOP (Sistema Electrónico de Contratación Pública), herramienta que ofrece a los interesados en participar en procesos de contratación de obra pública (consultoría y construcción) la posibilidad de ofertar sus servicios en todo el país de manera gratuita, estableciendo un mercado competitivo en igualdad de condiciones.

Los funcionarios públicos consideran que los mecanismos para la vinculación de capital extranjero a través de las concesiones y las APP no han sido eficientes en la verificación de las condiciones de los proponentes, en especial lo concerniente a los indicadores financieros y, entre ellos, al índice de liquidez de las compañías, hasta el punto de que consideran que esas firmas vienen a trabajar con el sistema financiero colombiano y los recursos estatales.

Dentro del método de entrega actual, un aspecto que reviste importancia recae en el método de evaluación, el cual le da mayor importancia al precio sobre otras variables, lo que permite que “presenten una oferta muchas veces por debajo del presupuesto oficial con el fin de poder obtener el contrato y una vez lo logran, se procede a solicitar ajustes o reclamaciones alegando el desequilibrio económico del contrato, de esta manera y con el apoyo de las instancias judiciales buscar ganar el proceso y poder obtener mayor rentabilidad, se ve que los tribunales de arbitramento han tenido una gran acogida en el sector de los contratistas de obra.” (Entrevistado No. 6, Anexo 6)

En el grupo de los contratistas del estado, se nota una percepción distinta del método de entrega tradicional de proyectos, se evidencia que el sistema de contratación tiene una fase de pre-inversión mínima, con limitaciones de presupuesto para la ejecución de estudios y diseños, por lo que el nivel de detalle de los mismos no es el adecuado y esto da lugar a ambigüedades en el proyecto, “frente a los contratos de obra se puede decir que los problemas se dan en la fase de planeación y estructuración de proyectos, porque los gobernantes contratan para su periodo de gobierno, falta una visión de política de estado y no de periodo del gobernante. La visión de corto plazo hace que los tiempos para la formulación sean muy cortos, la inmediatez prima sobre la calidad lo que genera inconvenientes al proyecto, si se tiene una estructuración de proyectos deficiente el paso siguiente es una ejecución del proyecto con dificultades que son detectadas cuando el proyecto llega a manos del constructor seleccionado, un proyecto deficiente o con información incompleta lleva al contratista a solicitar aclaraciones, detalles de diseño, revisión de presupuesto y cronograma, lo que le ubica en una posición de enfrentamiento y choque con la entidad contratante, por lo tanto tenemos un contrato de obra problema y no un contrato solución.” (Entrevistado No. 8, Anexo 8). El desarrollo de las políticas públicas en materia de infraestructura se encuentra ligada más a los intereses del gobernante de turno que a una política pública general que permita el desarrollo sostenible en el tiempo, mejorando los sectores de la economía, con una infraestructura de

transporte competitiva, edificaciones funcionales, eficientes y sostenibles para los servicios de salud, educativos, sistema carcelario, institucional entre otros, se tiene una visión de corto y no de largo plazo para los diseños y ejecución de la obra. (Entrevistado No. 10, Anexo 10).

Es necesario crear conciencia al interior de las entidades acerca de la conveniencia de estructurar apropiadamente los proyectos, en el momento en el que se determina una necesidad, se debe buscar la mejor alternativa de solución, por lo que la fase de pre-inversión, estudios y diseños, requiere de los recursos necesarios para poder ofrecer la mejor solución técnica, ambiental, económica y sostenible. Los proyectos públicos de infraestructura ocupan un renglón importante en la economía del país, por lo que a medida que la calidad de esos proyectos se incrementa, se tendrán empresas mejor calificadas para asumir esos retos, por esto desde el estado deben establecerse los mecanismos para favorecer los procesos de innovación en el sector. Un aspecto relevante que no debe perderse de vista en el momento de asignar los presupuestos para los estudios y diseños, consiste en tener claridad acerca del costo que tiene realizar cambios o ajustes en la fase de planeación el cual es mucho menor que la corrección de los mismos en la fase de ejecución, el hecho de detectar de manera temprana los errores, facilita el éxito del proyecto y reduce las probabilidades de inconvenientes en la ejecución.

Para el sector privado, el modelo de concesiones 4G y las APP de iniciativa pública o privada, establecen un ambiente de desarrollo del proyecto de menor confrontación, esto ocurre debido al traslado de la mayoría de los riesgos al contratista, por lo tanto la integralidad que se le entrega al privado (estudios y diseños, componente ambiental, arqueológico, trabajo social con las comunidades, gestión predial, cierre financiero del proyecto, entre otros), hace que las rivalidades y confrontaciones disminuyan. El contratista es el responsable de realizar los diseños con el detalle necesario para disminuir la incertidumbre en la fase de ejecución del proyecto, buscar alternativas de solución favoreciendo la innovación, para encontrar el menor costo y la mejor solución, el estado cambia su rol, pasando de ser el tenedor de la infraestructura, a pagar por unas condiciones de servicio de acuerdo con unas especificaciones de salida establecidas en el comienzo del proyecto.

La responsabilidad del no cumplimiento de las especificaciones de salida, demoras en la entrega, afectaciones por clima, son responsabilidad del contratista y por lo tanto busca gestionarlas de la mejor manera para disminuir su ocurrencia al máximo, no se da el proceso de culpa hacia otro actor del proyecto, simplemente el estado cancela un valor por los servicios prestados de acuerdo con el estándar establecido, estableciendo un sistema de penalidades en caso de no cumplir, en este esquema aún no se tiene claridad normativa en la forma de compensar al contratista en caso de ofrecer una solución con especificaciones superiores a las establecidas en el estándar.

Los contratistas consideran que, para el caso de obra pública adelantada por licitación, se tienen mayores problemas, “los diseños realizados no son del rigor técnico necesario que me permita establecer las variables que inciden en el proyecto” (Entrevistado No. 10, anexo 10). “Por eso se ven escándalos de corrupción, obras sin terminar, obras que no pueden ser puestas en servicio, con desperdicio de recursos, debido a que no se tiene un doliente, no hay quien se haga cargo de todo”. (Entrevistado No. 9, anexo 9). El sistema de contratación pública en Colombia es perverso, no tiene vigencia, fue diseñado para un momento diferente, hace que las obras terminen costando más y demorándose más. (Entrevistado No. 10, anexo 10).

Las falencias del sistema de contratación actual parten de la fase de estructuración y planeación, la que no es desarrollada con el rigor técnico necesario, se hace necesario desde las entidades corregir esta forma de trabajo en la fase de pre-inversión, tratando de eliminar las ambigüedades en diseños y especificaciones para evitar las confrontaciones.

**¿Cuáles considera usted son las razones principales que generan sobrecostos y demoras en los proyectos de infraestructura pública en Colombia?**

La gran mayoría de los entrevistados coinciden en la falta de precisión de los estudios y diseños, procesos de selección del constructor con fallas en la estructuración del proyecto se convierten en modificaciones y reclamaciones en la fase de ejecución que llevan a disputas y en algunos casos reconocimientos adicionales que llevan a un mayor valor del contrato. Regularmente los sobrecostos y demoras obedecen a las diferencias que se encuentran entre el diseño planteado y la ejecución en obra, las modificaciones que empiezan a sufrir los diseños con lo encontrado en el desarrollo de la obra. (Entrevistado No. 5, anexo 5). Tener planeación deficiente del proyecto implica reprocesos, retrasos, sobrecostos, que en la fase de ejecución tienen un costo mayor al tratar de resolverlos. La falta de planeación de los proyectos, parece estar ligada al periodo de gobierno de los mandatarios, la necesidad de ejecutar los recursos por ser vigencias anuales, hacen que prime la velocidad sobre la calidad y precisión en la estructuración y por consiguiente no tener el nivel de detalle necesario.

Es importante mencionar que al establecer los estudios y diseños, como el mayor factor de disputas y controversias entre el constructor y la entidad, no trae consigo la afirmación de la falta de calidad o profesionalismo de los diseñadores, no se traslada la responsabilidad en cuanto a su calidad profesional, los problemas en los estudios y diseños se refiere a las limitaciones que la entidad establece para la ejecución de esos estudios, limitaciones de orden económico y de tiempo, por lo que se reduce el número de exploraciones del terreno, la profundidad de las mismas, el nivel de detalle, la evaluación de alternativas de diseño y la

construcción de la solución, la entidad establece una necesidad de acuerdo con un plan de desarrollo y está obligada por la ley a la ejecución de los recursos, por lo que el desarrollo de los diseños se ve limitado, de esta manera el resultado obtenido no es un producto de la mejor calidad con la rigurosidad técnica requerida, es un producto condicionado por intereses administrativos y no técnicos. El sistema de contratación actual utilizado en la obra pública se rige por los principios del gasto público, en el cual deben enmarcarse los diseñadores y constructores dentro del mercado de ejecución de proyectos de infraestructura pública.

De igual manera el trámite de las licencias y permisos ambientales, los estudios arqueológicos, la gestión predial, la consulta a las comunidades, los territorios indígenas o de conservación, son situaciones que si no se evalúan adecuadamente generan retrasos, lo que afecta la estructura de costos del proyecto. (Entrevistado 1, anexo 1).

Otro factor a tener en cuenta es el nivel de relación que se establece entre el contratista y contratante, la cual es eminentemente contractual (transaccional); los intereses de las partes no son los intereses del proyecto, se proyectan costos iniciales del proyecto que no coinciden con el cumplimiento de la meta física, pero partiendo de la base de adición del contrato hasta donde la norma lo permite (50%), por lo que desde el momento en el que se publican los pliegos existe una diferencia entre el valor del proyecto y la meta física esperada, este hecho indica un sobre costo en el proyecto que no corresponde con la realidad, lo que ocurrió fue que la entidad ofertó un proyecto que no contaba en ese momento con los recursos suficientes para la ejecución. “En la obra pública se trata de consumir lo autorizado tanto para consultoría como para obra, se lleva al límite de la norma, ampliaciones en plazo, ligadas a ampliaciones en dinero, factores externos que afectan el proyecto, es muy difícil que una obra se entregue como se proyecta; las actuaciones del contratista alegando el desequilibrio económico del contrato ya hacen parte de la cultura del contratista, se nota desconfianza entre las partes”. (Entrevistado No. 2, anexo 2). El aspecto de las adiciones requiere especial cuidado, toda vez que en algunos proyectos se inicia un proceso de selección por un valor inicial, pero la entidad desde ese momento es consciente que el mismo debe ser adicionado, en algunas ocasiones esto ocurre por la misma configuración de los presupuestos de las entidades o por solicitud del mandatario, por lo tanto, lo que a la luz de la normatividad se entiende como adición realmente no lo es. (Entrevistado No. 10, anexo 10).

Con el método de entrega tradicional de proyectos se llega al escenario de los problemas contractuales, escenario en el que las decisiones acerca del rumbo del proyecto ya no dependen del juicio técnico sino del jurídico, la disputa no la gana quien tenga la razón técnica sino quien tenga el mejor respaldo jurídico, en este escenario de disputa, los funcionarios públicos quedan enfrentados entre la solución del proyecto y el miedo a una decisión que los lleve ante las entidades de

control en una investigación. “Es un sistema que condena al fracaso las obras, son escasas las obras que se terminan en el tiempo y costo planteado debido al sistema de contratación, independientemente de la calidad de los participantes, cuando se piensa que todos los participantes van a colaborar en el beneficio del proyecto, de inmediato se piensa que se trata de una actuación por fuera del marco legal, no hay forma de que la entidad asuma que el diseño tiene falencias”. (Entrevistado No. 10, anexo 10).

La dinámica de desarrollo de los contratos de obra está en el campo de las modificaciones o variaciones en la ejecución del mismo, la forma de resolverlas, estimarlas e incluso anticiparlas es la razón que debe concentrar los esfuerzos de los participantes en la fase de estructuración y diseño, con el fin de reducir su ocurrencia en obra. Esto no quiere decir que el proyecto no pueda sufrir cambios en la fase de ejecución y que esas modificaciones requieran de una mayor cantidad de recursos, por eso se debe revisar cada caso en particular.

Otra razón para los inconvenientes en los contratos de obra parte el modelo de pago del contrato por precio unitario, que incentiva al contratista a no terminar la obra física sino a facturar el monto del contrato, independiente del cumplimiento de la meta física, facilita que contratistas puedan tratar de imponer modificaciones a los ítem del contrato; creando ítem con precios que dan mejores rentabilidades y no ejecutar aquellos que no las tienen, finalmente el ingreso o utilidad es mayor para el contratista pero no para el proyecto, se factura el valor del contrato, independiente del cumplimiento o funcionalidad de la obra contratada. (Entrevistado No. 11, anexo 11).

**De los siguientes mecanismos de contratación: Mínima Cuantía, Selección Abreviada, Licitación Pública, Concesión, APP, ¿cuál considera el más eficiente y por qué?**

En la revisión de la literatura, se encontró que una de las principales desventajas del método de entrega integrado frente al método tradicional, corresponde a los costos y el tiempo empleado en la fase de planeación del proyecto; IPD demanda un tiempo mayor en la fase de diseño que puede ser compensado con los ahorros que se tiene en la fase de ejecución, sin embargo, en la literatura también se establece que para proyectos relativamente sencillos que no requieran la participación de diferentes especialidades pueden seguir siendo abordados por el método tradicional, con la incorporación de conceptos de colaboración, transparencia, confianza, alineación de objetivos particulares con los objetivos del proyecto, que permitan el acercamiento de las partes y el éxito del proyecto.

El escalamiento y uso de cada uno de los procedimientos lo determina el valor a contratar, el cual de una u otra forma está ligado al grado de complejidad del mismo hasta llegar a la APP o concesión. “Cada una de las modalidades tiene sus beneficios y sus reparos, cuando una entidad acierta en la escogencia de un contratista responsable y un interventor que hace cumplir las normas, especificaciones y calidad de los materiales, es probable que no se tengan mayores inconvenientes en el desarrollo del contrato; en caso contrario, cuando se elige sin saberlo (la selección es por papeles, donde se verifica capacidad técnica, financiera, económica) un contratista que se interesa en su utilidad y cómo aumentarla se desvía el rumbo de la obra. Los procesos se escogen de acuerdo con el valor a contratar y la complejidad de la obra.” (Entrevistado No. 3, anexo 3).

La agencia para la contratación pública Colombia Compra Eficiente, establece la siguiente clasificación para las modalidades de selección:

- Licitación pública: aplica por regla general.
- Selección abreviada: aplica cuando el valor de la obra está en el rango de la menor cuantía de la Entidad Estatal y cuando se trata de servicios para la Defensa y Seguridad Nacional.
- Contratación directa: esta modalidad es de carácter restrictivo, y por lo tanto sólo aplica cuando se trate de urgencia manifiesta o de la contratación del sector defensa y seguridad nacional que requiere reserva.
- Mínima cuantía: es un procedimiento sencillo y rápido para escoger al contratista en la adquisición de bienes y servicios cuyo valor no exceda el diez por ciento (10%) de la menor cuantía de las Entidades Estatales. Esta modalidad de selección tiene menos formalidades. (Guía para procesos de contratación para obra pública, Colombia Compra Eficiente, agosto, 2016).

A continuación, se presenta la tabla de rangos para la aplicación de los procedimientos de selección de acuerdo con la normatividad establecida:

Tabla 4. Modalidad de selección de acuerdo al valor

<b>Presupuesto anual de la Entidad Estatal (SMLMV)</b>	<b>Menor cuantía (SMLMV)</b>	<b>Mínima cuantía (SMLMV)</b>
Igual o mayor a 1.200.000	1.000	100
Entre 850.000 y 1.200.000	850	85
Entre 400.000 y 850.000	650	65
Entre 120.000 y 400.000	450	45
Menos de 120.000	280	28

Fuente: Manual de la Modalidad de Selección de Mínima Cuantía. Colombia Compra Eficiente.

Las APP no han tenido mayor aplicabilidad, debido a que no todo el sector privado está en condiciones de adelantar este tipo de obras, por lo que son mínimas las que se han conformado. Para el caso de las concesiones que en sus principios fueron poco eficientes, por la falta de conocimiento en la aplicabilidad de los principios de las mismas, el aspecto económico y el cierre financiero fueron componentes álgidos en la estructuración de las mismas, por la falta de personal capacitado en las entidades. Con el paso del tiempo han ido evolucionando, son proyectos macro, contratos económicos, en la que se establece la rentabilidad de un privado al desarrollar un proyecto; son recomendables para el estado ya que vinculan capital privado para el desarrollo de infraestructura pública, sin embargo, no han sido ajenas al fenómeno de la corrupción, el manejo irregular que se tiene en algunas, en las que se realizan adiciones o mejoras de las condiciones originales. “La licitación, se limita a la capacidad presupuestal del estado para cada proyecto (flujo de caja de la entidad); el tiempo de ejecución reduce el alcance del objeto contratado, casi siempre quedan desfinanciados los proyectos

frente al alcance total, muy pocos los proyectos en los que se realiza el 100% de la obra, incluso con la adición del 50% en dinero por múltiples circunstancias. El contrato de obra pública es atípico porque en el desarrollo del mismo surgen una serie de variables exógenas, como orden público, que no permiten que la planeación soportada desde el punto de vista técnico y académico se plasme en la realidad, la supervisión de parte de la entidad a la ejecución del contrato en campo es deficiente, por lo que se queda a merced de los contratistas e interventores. Las entidades deben tener de nuevo una supervisión estricta y al detalle para la correcta ejecución de las obras.” (Entrevistado No. 6, anexo 6).

Para los funcionarios públicos, en términos generales, todos los sistemas son eficientes pero susceptibles de problemas, se tienen los procedimientos ajustados a los montos asignados para cada entidad, consideran la licitación pública el mecanismo por excelencia para obra pública en la que los recursos para su ejecución son en su totalidad del estado, la posibilidad de contar con un número amplio de oferentes (ilimitado) aumenta la posibilidad para la entidad de escoger el mejor proponente, en el caso de las concesiones estiman que su uso ha permitido el desarrollo de infraestructura de servicios de transporte de buena calidad, el Estado hace uso de este método de entrega con sus diversas modalidades para ajustarse a las realidades económicas y presupuestales. “El modelo actual en las licitaciones o en cualquier otra de las formas de contratación de obra pública, parte de un presupuesto mal estructurado, porque los diseños no están completos, porque al diseñador no se le autorizaron los estudios de la calidad y detalle que se requerían, por lo que se termina contratando por un valor inferior al que realmente vale, y después llega un proponente que por la necesidad de trabajo oferta por un valor aún inferior, por lo que se tienen es una serie de problemas y dificultades por resolver, adiciones que realizar porque la obra finalmente cuesta lo que debe costar, los sobrecostos se dan por falta de precisión en los diseños”. (Entrevistado No. 10, anexo 10).

Para los contratistas, el contrato de obra pública bajo cualquiera de las modalidades mencionadas, es ineficiente, tiene problemas de corrupción, malversación de recursos, obras inconclusas, problemas de estudios y diseños entre otros, el contratista se limita a desarrollar la obra contratada, sin aportes o mejoras al proceso, no se tiene una evaluación de alternativas, en la obra pública se contrata por un valor y una meta física, por su parte la entidad busca que se cumplan las dos metas, en cambio, el contratista busca facturar lo contratado independiente del estado en el que quede la obra (cumplimiento de la meta física).

En el sector privado se estima que las APP y concesiones son mejores herramientas para la construcción de obra pública, básicamente por la gerencia integral que ejerce el constructor, limitando el fraccionamiento de actividades y responsabilidades. “APP lógicamente, lo que sea obra pública, está rodeado de problemas de corrupción, obras inconclusas entre otros, por ser un sistema ineficiente en la mayoría de los casos, eficiente en menos de un 5%, por el

contrario APP y concesión que son casi lo mismo, en donde todos los riesgos están del lado del contratista este está obligado a hacer las cosas bien hechas, porque le duele por ser sus recursos, cuando es con recursos públicos, el contratista se descuida, hace una obra por la que se va a ganar un dinero, pero no hace aportes adicionales, alternativas que puedan ser técnica o económicamente favorables para el proyecto, en obra pública debe primar el interés en la ejecución del proyecto pero no ocurre. En APP, el contratista es el encargado de conseguir los recursos para garantizar un cierre financiero del proyecto, gestionar los recursos y ser el garante del proyecto hasta su terminación, por lo que los problemas de licencias, compra de predios, atención y trabajo con las comunidades, son del contratista, esa integralidad hace que el proyecto sea más exitoso. No se puede desconocer que tienen fallas, actos de corrupción, pero no es tan frecuente como en el caso de obra pública con recursos 100% del estado. En la APP se demora más la estructuración y planeación del proyecto, es preferible invertir un poco más en esta fase y no tener improvisación en la fase de construcción". (Entrevistado No. 9, anexo 9).

APP, aunque tienen inconvenientes por factores externos la percepción del riesgo del país, la corrupción, por lo que el sector bancario percibe esos temas y encarece la financiación de esos proyectos, pero las APP permiten que el sector privado se involucre en proyectos públicos que son atractivos desde el punto de vista de rentabilidad. (Entrevistado No. 8, anexo 8). Las APP y concesión son lo mismo, con la ley 1508 para la participación privada, en la que el privado tiene más manejo del proyecto que recibe, si el estado se lo entrega mal se mete en un problema gigante, desde el punto de vista de ejecución se pueden esperar mejores resultados de la APP por la manera en que está diseñado y por la transferencia del riesgo, el concesionario sólo empieza a recibir ingresos en el momento en que termina las obras, en relación a un factor de calidad y de condiciones de prestación del servicio, por lo que a partir de la forma en que se contratan las APP se pueden traer mecanismos para aplicar a la contratación en obra pública. (Entrevistado No. 10, anexo 10). Sin duda por el modelo actual la concesión, pero es entendible que en el país no todo se puede hacer por concesión, ya que ésta tiene una característica y es que sea interesante para el sector privado y mucha de la obra pública que se requiere hacer no es atractiva para el privado, por lo que se tiene que trabajar en obra pública, revisando el modelo de entrega y pasar de pago por precios unitarios al pago por unidad funcional real, por obra física funcionando algo así como precio global fijo o por obra terminada. (Entrevistado No. 11, anexo 11).

De acuerdo con lo encontrado, se tiene que en lo concerniente a concesión y alianzas público privadas, el resultado del producto entregado es mejor, la integralidad de las responsabilidades y los riesgos en uno de los participantes (diferente al Estado), permite que puedan ser gestionados de mejor manera, cuando el dinero de la obra lo aporta el estado, los participantes entran en una

zona de confort que no le aporta al proyecto y se limitan al cumplimiento de lo contractual, protegiendo cada parte sus intereses.

La integralidad del proyecto en un privado y el cambio de método de entrega, pasando de un modelo tradicional con una especificación de entrada a un modelo en el que el estado establece una especificación de salida y se paga por un servicio que debe cumplir con dicha especificación, motiva al privado a realizar el trabajo con celeridad, responsabilidad y calidad, lo lleva a invertir el tiempo y recurso necesario en la fase de planeación, para de esta manera garantizar los resultados y disminuir los costos de mantenimiento, para obtener como mínimo la rentabilidad proyectada. Este cambio de modelo, establece una condición nueva, incorporar la fase de operación en el contrato, esta condición lleva al contratista a construir con los mejores estándares, favorece la innovación y establece una relación de largo plazo entre las partes.

**¿Considera usted que el modelo actual genera situaciones de confrontación entre las diferentes partes del contrato (entidad, contratista, diseñador)?**

La confrontación es la esencia del método de entrega tradicional, las condiciones de los contratos, la forma de constituir las pólizas, el establecimiento de los riesgos de parte de la entidad, fomenta la desconfianza entre los participantes; en el modelo actual todas las partes desconfían entre sí, lo que los lleva a no admitir las solicitudes de cambio del proyecto, el diseñador estima que el contratista lo que quiere es obtener más dinero, por eso quiere modificar el diseño, la entidad queda en la mitad del conflicto, teniendo que entrar a dirimirlo, sin contar en ocasiones con el personal idóneo para hacerlo, el contratista busca resolver las solicitudes en el menor tiempo posible para no entrar en sobrecostos que en caso de no ser reconocidos le representarán una pérdida de dinero, por su parte el interventor no autoriza ningún cambio sin antes consultarlo con la entidad y los diseñadores. Esta situación se convierte en un problema circular que no permite solución. “La confrontación existe y seguramente esta situación hace parte de la dinámica de la ejecución de obras, gran parte del secreto del éxito del administrador y responsable del presupuesto para ejecutar la obra está en la capacidad de concertar esos tres elementos y de darle solución a los problemas puntuales que en algún momento puedan suscitarse, tiene que ver mucho también con el manejo gerencial del contratante.” (Entrevistado No. 1, anexo 1). “Si, efectivamente, en mi experiencia eso he encontrado, lleno de controversias, el Estado aplica el principio potestativo de que es el rector, director del proceso y aplica todo su poder sobre ese contratista que está ejecutando el contrato, en algunos casos la autoridad del Estado no admite discusión de ninguna naturaleza, el estado es dominante en el contrato en todos los aspectos, lo que lleva al contratista a ejercer las acciones legales para demandar y solicitar revisiones de los contratos, otro aspecto es la demora por parte del estado en el pago de las

actas, que hace que el contratista busque financiadores privados afectando la calidad de la obra para poder obtener rentabilidad.” (Entrevistado No. 2, anexo 2).

Se genera confrontación, es una situación que se da en todo el mundo donde se encuentran básicamente con los mismos problemas, la entidad busca el bien común y el contratista busca el bien particular, lo que se da en el medio es una función de alineamiento o acoplamiento de incentivos.” (Entrevistado No. 4, anexo 4).

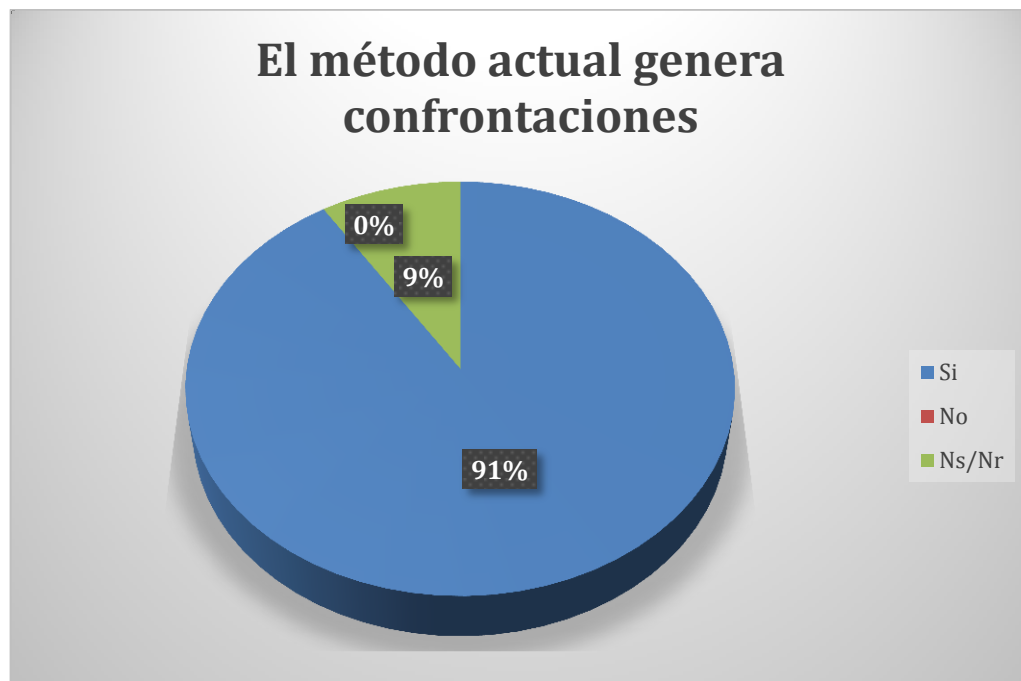
La confrontación se establece como la constante en los procesos contractuales adelantados por las entidades, parte normal y natural de estos procesos, esta condición no debe ser perenne, deben buscarse los elementos para poder sortear la situación de rivalidad y trabajar en colaboración. La rivalidad parte de la normatividad vigente que establece que el constructor del proyecto no puede haber participado en el proceso de diseño, quien diseña no puede construir y viceversa y se tiene un interventor que debe hacer cumplir los diseños en acuerdo con el supervisor que designa la entidad, en ese modelo de tres siempre puede haber interpretaciones diversas de cómo puede hacerse la obra, pero siempre se encontrará una solución. Es importante hacer énfasis en la importancia de los diseños, si están bien elaborados, bien estudiados con gente capacitada se logran cosas muy importantes y sin tropiezos. (Entrevistado No. 3, anexo 3).

Sí, porque la políticas de la entidad cambian con el cambio de gobierno, el presupuesto para estudios es exiguo, por lo que aún con estudios en fase III no se puede proceder a dar inicio a la obra, los estudios pueden estar desactualizados en el momento de ejecutar el contrato por diversos factores, actualización de las normas, variación en los costos de materiales por lo que se deben actualizar en el momento de licitar, esto le abre al contratista la posibilidad de modificar los diseños del contrato, lo que es grave es que dichos cambios en la mayoría de los casos no buscan mejorar la calidad del proyecto, por el contrario lo que busca es tener mayor cantidad de obra o mejor paga para tener mejores ingresos, las interventorías no son las mejores porque los profesionales presentados para ganarse el contrato cambian en el momento de iniciar el contrato por otros de menores calidades profesionales. La ley 80 se refiere al desequilibrio económico del contrato que debe evaluarse en las dos direcciones, es claro que el estado no busca el desequilibrio del contrato en su favor. (Entrevistado No. 6, anexo 6).

El no definir claramente el alcance del proyecto en la etapa de diseño, afecta el resultado del mismo, ese aspecto es considerado por los participantes como determinante en la aparición de controversias. “Sí, claro, en una licitación la entidad tiene sus diseños sus presupuestos y los privados participan porque necesitan un contrato, tener flujo de caja; Los contratistas piensan que los errores que se evidencian en los procesos de convocatoria se corrigen en la fase de ejecución, lo que es una mala decisión, porque las entidades tienen puntos de control, limitación de recursos que llevan a los proyectos a terminar en un tribunal de arbitramento, una demanda judicial”. (Entrevistado No. 7, anexo 7).

Las controversias aparecen por “el diseño del sistema de contratación” la sola forma de transferencia de riesgos y de redactar el contrato genera controversias y problemas. Con una obra bien diseñada, bien presupuestada, y con una buena interventoría se puede tener éxito en la ejecución, pero los contratos siempre terminan en demandas y la mayoría de los problemas se generan desde la fase de licitación, el sistema no tiene flexibilidad para que los funcionarios y los otros participantes del proyecto puedan ayudar para la solución de los problemas y lograr construir la obra. Llegando al caso que aún la entidad teniendo claridad del problema prefiere la demanda a reconocer costos mayores para que un juez sea quien defina el pago. (Entrevistado No. 10, anexo 10).

Figura 6. Presencia de confrontaciones por el método de entrega tradicional.



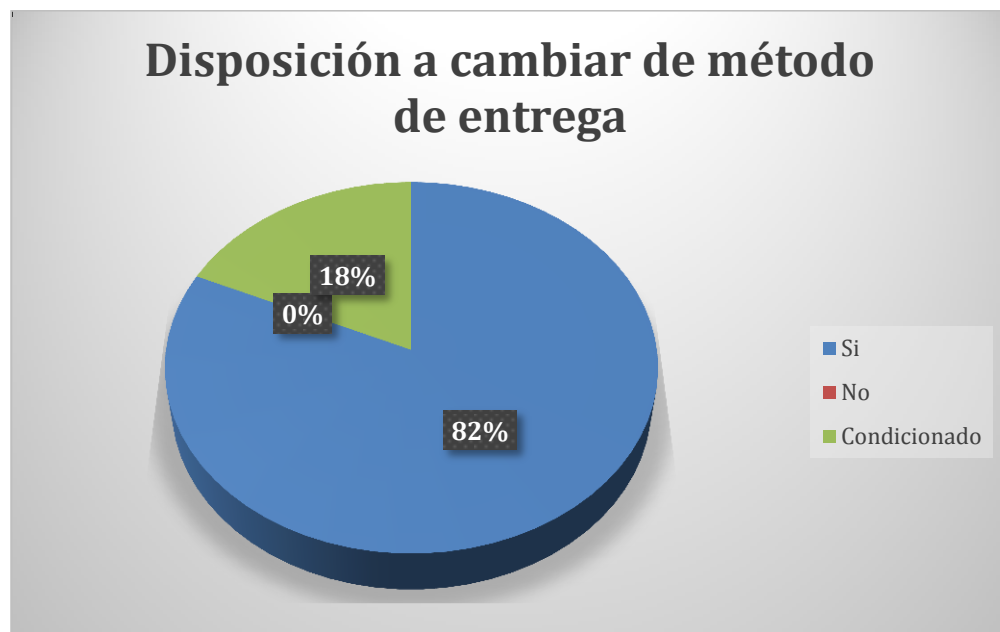
Fuente: elaboración propia

El 91% de los entrevistados considera que las confrontaciones existen y afectan el desarrollo de los proyectos, generan sobrecostos, demoras y reprocesos, por esto, buscar una metodología que elimine las rivalidades y conflictos que se presentan en los contratos de obra pública, debe ser uno de los principales objetivos de las entidades que regulan la materia en el país, con el fin de que la eficacia en estos

proyectos se convierta en una constante, el desarrollo de los proyectos en colaboración permitirá tener mejores productos, el crecimiento del sector de la construcción con el ingreso de nuevas prácticas y la innovación, será un proceso en el que todos los participantes salen beneficiados.

**En el caso de la implementación de un nuevo modelo de contratación en el que el principio rector del mismo sea la colaboración, ¿estaría dispuesto a participar y contribuir para el éxito del mismo?**

Figura 7. Disposición a cambiar método de entrega.



Fuente: elaboración propia

El 82% de los encuestados estaría dispuesto a cambiar de método de entrega, lo cual es alentador porque una de las principales barreras para la implementación de un nuevo método de entrega es cultural, dentro de lo que se encuentra la disposición a cambiar de método de entrega, modificar las reglas, los paradigmas, salir de la zona de confort. Esta disposición en especial de los funcionarios públicos, puede estar relacionada con el tiempo en el cargo, el 64% de los funcionarios públicos tenían un tiempo en el cargo inferior a un año, por lo que

pueden tener mayor disposición al cambio. “Sin duda trabajar en un ambiente de colaboración facilita la ejecución del contrato y de hecho ese es el rol del contratante o de la persona que está en cabeza de la entidad contratante. Sin embargo, se deben crear o adoptar herramientas más eficientes y eficaces para esa colaboración, herramientas que hoy en día la tecnología aporta simplemente es un tema de cultura, de aprovechamiento de la tecnología y creo que ahí hay un campo muy importante por desarrollar.” (Entrevistado No. 1, anexo 1).

En el modelo actual cada uno está protegiendo sus propios intereses, el contratista constructor simplemente se fija en cómo puede modificar el diseño para el beneficio de su contrato, no hay interacción entre diseñador y constructor, la relación con la entidad contratante es muy débil, los profesionales de las entidades no están a la altura de lo que se requiere para las obras. (Entrevistado No. 11, anexo 11).

Esta posición refleja el grado de desconfianza que se desarrolla en los proyectos de infraestructura, las partes consideran que su rol dentro del contrato es defender sus intereses particulares, un aspecto a mejorar es precisamente la desconfianza, este es el principal generador de choques, cada participante parte de la mala fe que viene en la solicitud del otro, por lo que los problemas no son resueltos hasta no agotar el proceso de verificación y re-verificación de las solicitudes de cambio, llevándonos a demoras. La desconfianza genera escalamiento del conflicto, superar esta condición ayudará enormemente en el beneficio del proyecto. “Las confrontaciones siempre han existido por los intereses particulares de cada participante que no son los intereses del proyecto.” (Entrevistado No. 9, anexo 9).

Sería interesante establecer unos mecanismos que permitan ejecutar las obras dentro de unos parámetros de respeto, solidaridad, colaboración, anteponer los intereses eminentemente comerciales y llegar a la colaboración. (Entrevistado No. 2, anexo 2).

El marco normativo actual no favorece la colaboración, sin embargo, proyectos de construcción en hospitales de Estados Unidos bajo las normas de confrontación, han incorporado un lenguaje del método integrado que favorece la colaboración, por lo que revisar a fondo estos proyectos puede dar indicios de cómo ir migrando de modelo. Claro que sí, se estaría en disposición de hacerlo, sin embargo, no debemos descuidar que es lo que hoy regla la contratación actual, por lo que se tendrían que proponer modificaciones al sistema de contratación. (Entrevistado No. 3, anexo 3).

Para los contratistas privados, el término colaboración les genera resistencia, muestra clara del cambio cultural que se tiene que dar para poder implementar IPD, al mencionar el término, lo primero que se preguntan es (¿eso significa perder dinero?), “colaborar sí, pero con condiciones, que eso no implique perder”. Cuando se habla de colaborar, también se debe garantizar la ganancia de todas las partes, que el privado tenga una rentabilidad aceptable, que el estado tenga la

obra en condiciones adecuadas, un contrato a precio global en el que el contratista sea responsable de todo, pero se necesita una muy buena estructuración con una tabulación de riesgos muy bien definidos, que los elementos del contrato sean tan claros, tan transparentes que los privados se interesen por el negocio.(Entrevistado No. 8, anexo 8).

Una forma de colaborar con la entidad, se puede dar de una manera más rápida si en el momento de la integralidad del contrato la tenga el contratista, se le transfieren los riesgos, para que pueda gestionarlos. En los contratos APP es donde se pueda dar mejor la integración, en este modelo hay una transferencia del riesgo hacia el contratista para el beneficio del proyecto, el sistema de contratación de obra pública debe ir migrando hacia la integralidad en la construcción de obras públicas. (Entrevistado No. 8, anexo 8).

En términos generales, los contratistas esperan y solicitan al estado cambios en materia del método de entrega tradicional, “el actual no es eficiente”, se requiere hacer los ajustes desde lo normativo, para poder incorporar la mayor cantidad de mecanismos que permitan el desarrollo de los proyectos en colaboración. Si bien es cierto que se tienen limitaciones jurídicas que deben ser abordados con mayor profundidad como el fondo de incentivos (riesgo/recompensa), la constitución de las pólizas de responsabilidad, entre otros, mientras se pueden resolver, se pueden ir incorporando mecanismos de gestión que permitan dar el cambio cultural y abonar el terreno para adoptar la metodología completa.

**En la metodología IPD, tenemos un grupo principal, conformado como mínimo por el cliente o su representante, el contratista principal, el diseñador; teniendo como factor diferenciador principal, la vinculación del contratista desde la fase de diseño. En este escenario. ¿Cuáles considera las principales barreras para su puesta en marcha?**

La principal barrera es la ley de contratación, un sistema rígido que ubica a cada uno de los participantes en una posición defensiva que no favorece la colaboración, el modelo actual fomenta la desconfianza; por lo que habría que cambiar todo el marco legal colombiano de contratación, la norma establece que los contratistas son colaboradores del estado, pero los mecanismos que utiliza no lo permiten. Las obras son supuestos de unas condiciones que se espera encontrar en campo, pero pueden aparecer imprevistos, situaciones no planeadas, que deben ser resueltas por lo que se debe considerar en el marco legal las modificaciones que sufre el contrato, a veces los sobrecostos ocurren porque era un imprevisto que no pudimos evidenciar en la fase de diseño y que no están ajenas a la ejecución normal de las obras, a veces el sobrecosto no es anormal, pero para los abogados el presupuesto es fijo y no se puede pasar, consecuencia

de la rigidez del sistema, otro componente es la forma legal de los contratos, no permite que se puedan plantear soluciones alternativas, porque me contrataron para un objeto específico. (Entrevistado No. 10, anexo 10). Lo anterior plantea otro inconveniente derivado del modelo de entrega, el estado establece unos pliegos en los que define la solución y no permite las propuestas alternativas, limitando la innovación.

La principal barrera es la ley, que ha establecido dos tipos de contratos, el de diseño, que debe ser desarrollado en su totalidad, una vez se tenga el diseño y se le asignen los recursos, se procede a seleccionar el contratista de obra, entre esos dos momentos ha transcurrido un tiempo importante, por lo que diseñador y constructor no coinciden en el mismo tiempo para el proyecto, la única forma de tener interacción es cuando el contratista hace observaciones, por lo que su primer encuentro es en un escenario de confrontación, la ley establece restricciones al diseñador para presentarse al contrato de obra, separando claramente las fases del proyecto. En el caso de que la norma permita integrar estos dos componentes se reducirán los grandes problemas que se presentan al licitar y ejecutar la obra pública; se contrata un constructor limitado por unos diseños de los que no pudo participar (entrevistado 10, anexo 10). Otra barrera es la falta de planeación, la urgencia de ejecutar los recursos y el hecho de no poder hacerlo por la demora en los diseños, es conveniente buscar un método en el que se eviten riesgos como el de las adiciones en dinero, tener en equipo al diseñador y constructor, podemos establecer con los diseños hasta donde podemos llegar con el recurso disponible (entrevistado No.2, anexo 2). Para el caso en el que se adelante una contratación desde cero, sin estudios y diseños sin duda alguna si beneficiaría mucho que el constructor y el diseñador trabajen de la mano porque finalmente el constructor deberá construir lo diseñado debido a su participación en la construcción del mismo, se da transparencia también para que haya rapidez en la ejecución. Es un tema de planeación y en estas circunstancias desde que se tenga una mejor planeación sin duda alguna se tendrá una mejor ejecución de la obra. (Entrevistado No. 1, anexo 1).

La principal barrera es el escenario jurídico o legal, en el pasado se han hecho esfuerzos por avanzar de manera conjunta en diseños y construcción, en proyectos viales bajo la figura de diseño integral (construcción y diseño) donde el constructor diseña; en ese momento una directriz del Ministerio de Transporte determinó que no se podían adelantar procesos de selección del constructor, hasta no tener los diseños en fase III, es importante revisar esas experiencias en las que al contratar diseños y obra de manera integral, el grado de cumplimiento de la meta física estimada en los estudios previos, se ve reducida, se evidenció que cuando el contratista diseña, prefiere trabajar con unos márgenes de seguridad superiores, con el fin de evitar problemas de calidad y garantías (mayores espesores de asfalto, materiales ubicados a mayor distancia y de mejor calidad, entre otros), esa reducción de la meta física propuesta genera dificultades con la comunidad y los entes de control. Por lo anterior se deben establecer reglas

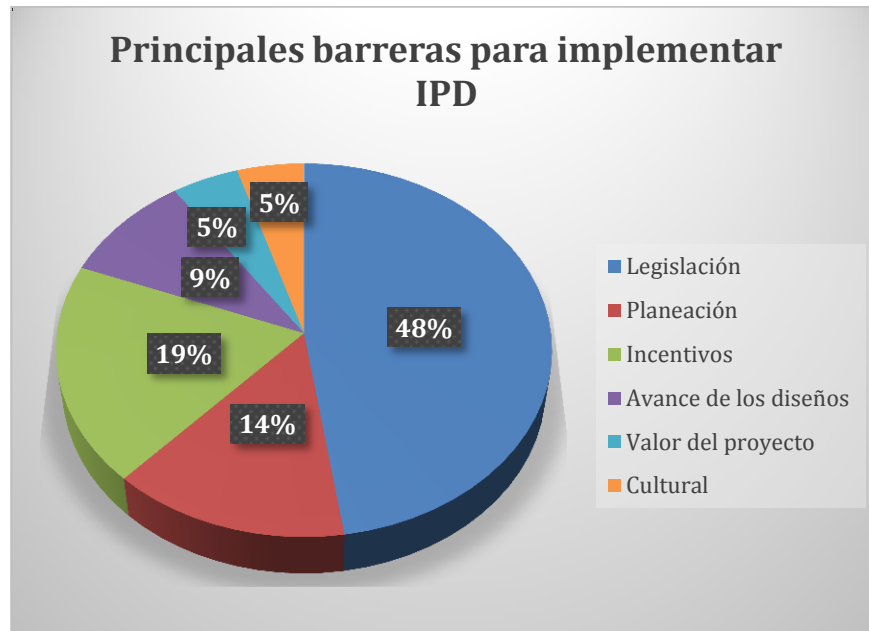
claras para que el constructor en su afán de facturar no proponga soluciones sobredimensionadas que generen mal uso de los recursos disponibles. (Entrevistado No. 3, anexo 3).

Por otro lado, se tiene que la participación del contratista desde la fase inicial de diseño está prohibida en la ley 1474 artículo 82 y en la ley de infraestructura, porque se deben tener una serie de condiciones como que el diseño se encuentre en la fase de factibilidad, redes de servicios públicos, consideraciones ambientales, sociales, prediales, para poder sacar un proceso a licitación pública, es contra la ley tener un contratista para empezar una fase de diseño, es inaceptable porque no tiene los preceptos para armar la ecuación económica de un contrato. (Entrevistado No. 4, anexo 4).

Frente a la propuesta expuesta, considero que podría funcionar mejor tener un constructor diseñador, básicamente tener un contrato a precio global, donde se selecciona un contratista que diseña y construye. La opción de contratar a precio global, con una estructuración previa de las condiciones básicas del proyecto, con una tabulación de riesgos tan suficientemente clara, que le permita al contratista privado establecer la rentabilidad, las variables que pueden afectar el proyecto y la posibilidad de revisar la ejecución del mismo; llegar al punto donde el Estado disminuya sus riesgos de responsabilidad, que el proyecto sea atractivo para el privado, pero que no implique un riesgo exagerado que le represente tener una pérdida porque resultó un proyecto totalmente distinto al que se pensó cuando se estaba estructurando. (Entrevistado No. 8, anexo 8).

La principal barrera es la ley de contratación actual, cuyo diseño y método de entrega es inadecuado, se tiene que revisar la posibilidad de sistemas como llave en mano, que necesitan mayor plazo, que pueden parecer más costosos, pero que una vez se tiene el resultado completo se evidencian los ahorros, la entidad verifica que la solución cumpla con una serie de criterios de servicio, especificaciones, es pasar a un modelo en el que se tiene una necesidad e invito a los diseñadores y constructores a presentar alternativas de solución, la entidad escoge la mejor propuesta y verifica que se cumpla. La ley actualmente en Colombia exige que se tenga un diseñador independiente del constructor, pero regularmente el diseñador no piensa en el proceso constructivo de lo que diseña, por lo que el constructor empieza a tener problemas, las diferencias entre el diseño y el método constructivo incide en las modificaciones al diseño, por facilidad de construcción, disponibilidad y modulación de formaletas, entre otros. (Entrevistado No. 10, anexo 10). La limitación es jurídica y cultural, la participación temprana del constructor debe ser para el beneficio del proyecto y no para que éste busque la manera de mejorar su utilidad por el hecho de su participación en la fase de diseño. (Entrevistado No. 11, anexo 11).

Figura 8. Principales barreras para implementar IPD.



Fuente: elaboración propia

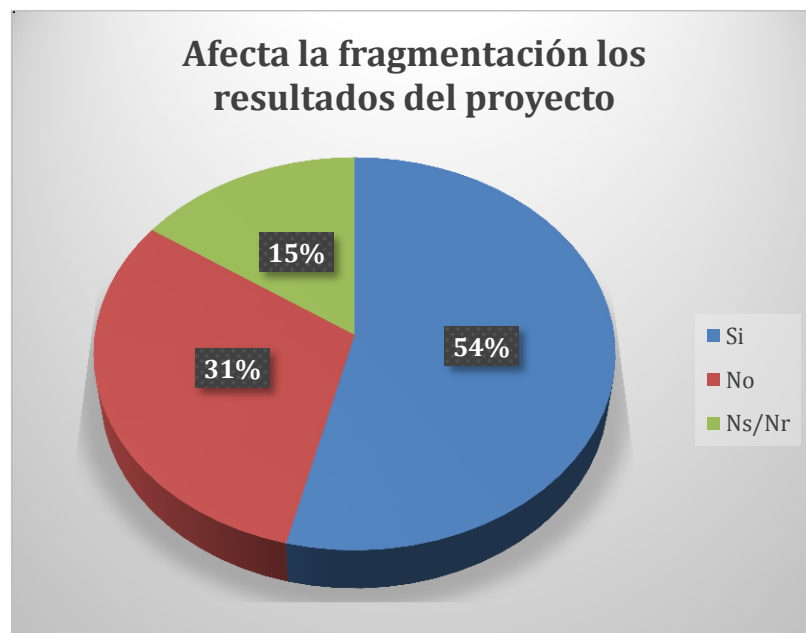
Como resumen se puede establecer que el 48% de los entrevistados consideran como barrera principal la legislación, por lo cual se deben adelantar los esfuerzos necesarios con el fin de incorporar mecanismos que favorezcan la colaboración como primer paso para la incorporación de IPD. El 19% considera que el fondo de incentivos es la segunda barrera para la implementación del modelo, sin embargo, esta barrera es consecuencia de la normatividad actual, debido a la imposibilidad de mezclar dineros públicos y privados, por lo que el cambio normativo podría resolver esta barrera; el resto de barreras se considera que pueden ser superadas con cambios en el lenguaje en los contratos, como se ha experimentado en otros lugares del mundo. Estos cambios en los contratos favorecen el cambio cultural del modelo de confrontación al modelo en colaboración.

**¿Considera usted que la fragmentación en la entrega tradicional de proyectos afecta la confiabilidad en los resultados?**

En el marco de esta pregunta, se tienen diferentes percepciones frente a la afectación que la fragmentación de los proyectos genera en la confiabilidad de los resultados del proyecto. El 54% de los encuestados lo considera probable, debido a la poca o nula interlocución entre el equipo de diseño y el contratista. En el caso

de esta pregunta, los funcionarios defienden este proceso, con base en las interventorías que tienen los contratos, las cuales deben garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos para cada uno de ellos. Si, sin duda alguna, esa fragmentación hace que el constructor no tenga relación directa o indirecta con el diseñador, y a su vez el diseñador con otros componentes como el ambiental, se deben integrar los diferentes procesos y componentes para lograr fluidez en la ejecución de la obra. (Entrevistado No. 10, anexo 10).

Figura 9. La fragmentación afecta los resultados del proyecto.



Fuente: elaboración propia

Si ocurre, la entidad actúa con los escasos presupuestos, por lo que puede terminar los diseños de determinado proyecto, pero no seguir a continuación con el proceso de selección del constructor, el tiempo transcurrido entre los diseños y el inicio de la obra, abre la posibilidad para la revisión de la vigencia de los estudios y diseños y la solicitud de cambios, con esto puede proponer materiales diferentes a los iniciales que le permitan mejorar la rentabilidad del contrato. (Entrevistado No. 6, anexo 6).

Los contratos se estructuran a medias, se piensa en hacer una obra, pero desde el principio se piensa en la adición, lo cual implica que un contrato se adicione, pero no por estar mal presupuestado, por el contrario, la entidad determina no sacar el proyecto por su valor total por conveniencia o razones presupuestales en razón de la vigencia de sus presupuestos, esto hace que obras complejas se dificulten en su ejecución por presiones ajenas al proyecto. Esta situación genera que los proyectos queden con deficiencias desde la fase de estructuración, el factor que prima en los proyectos no es el componente técnico, por el contrario, son los intereses políticos, presupuestales, entre otros, ese fraccionamiento afecta el resultado del proyecto. (Entrevistado No. 8, anexo 8).

Por supuesto que sí, cuando al contratista le entregan unos diseños que son totalmente nuevos y desconocidos y las dinámicas de desarrollo modifican las condiciones del sitio de la obra del momento de diseño al momento de construcción; el constructor tiene que empezar a revisar los diseños y hacer ajustes a los mismos, finalmente terminan diseñando de nuevo el proyecto, las dinámicas de desarrollo, hacen que los estudios pierdan vigencia rápidamente, no se tiene una coordinación interinstitucional eficiente, lo que representa sobrecostos, demoras, incluso mala imagen ante la comunidad por deficiente planeación, por lo que es mejor cuando todo está en manos del constructor, el estado debe buscar las herramientas para mejorar esos aspectos y tener una mejor planeación. (Entrevistado No. 9, anexo 9).

Si, se afecta porque las obras son sistemas, no solamente en el diseño sino en la ejecución, la contratación de varias empresas de diseño hace difícil el conseguir que todo se articule para un producto final, por lo tanto, entre más integral sea el proceso de contratación mejor será el resultado al final. (Entrevistado No. 9, anexo 9).

La forma como se estructuran, diseñan y construyen los proyectos de obra pública es perversa; algo por discutir es la solicitud de los consultores porque exista un banco de proyectos, lo que es interesante porque en la práctica se encuentra que cuando se consiguen los recursos no se tienen los proyectos estructurados, por lo que en tanto la entidad adelanta la estructuración del proyecto (estructuración - ejecución) se acaba el periodo del mandatario, por lo que los administradores públicos de turno prefieren no hacerlo, el banco de proyectos es interesante, pero se debe tener en cuenta que las ciudades cambian permanentemente, tanto a nivel urbanístico como normativo, en sólo dos años cambia la normatividad, se tienen edificaciones nuevas, las necesidades de movilidad de las personas han cambiado, por lo que el diseño de hace dos años, puede no ser la solución indicada, debe buscarse un punto intermedio entre los dos extremos, esa es la discusión que se debe dar, formar un sólo equipo de trabajo resuelve mucho el problema, así sean dos empresas, una para diseño y otra para construcción que incluso tengan la misma forma de pago, debe tender a un modelo de contrato en

el que el diseño y la construcción estén íntimamente ligados. (Entrevistado No. 11, anexo 11).

El 31% de los encuestados no considera que la fragmentación afecte los resultados. Es posible, sin embargo, los diseños tienen interventoría por lo que en teoría no requerirían ajustes, la realidad en la ejecución de los contratos de obra presentan diferencias, para las concesiones se tiene que los diseños se encuentran en la fase de factibilidad y se tiene una fase de pre-construcción a cargo del constructor, por lo que para las concesiones no aplicaría el tema del fraccionamiento del proyecto. (Entrevistado No. 7, anexo 7).

Desde la parte jurídica no se evidencia ese componente, debe revisarse desde la parte técnica, pero la experiencia indica que no se debe a la fragmentación de las fases del proyecto, lo que se argumenta desde el punto de vista técnico es la falta de profundidad y detalle en los estudios y diseños de los proyectos, que en la fase de construcción se traducen en modificaciones que implican demoras o sobrecostos. (Entrevistado No. 5, anexo 5).

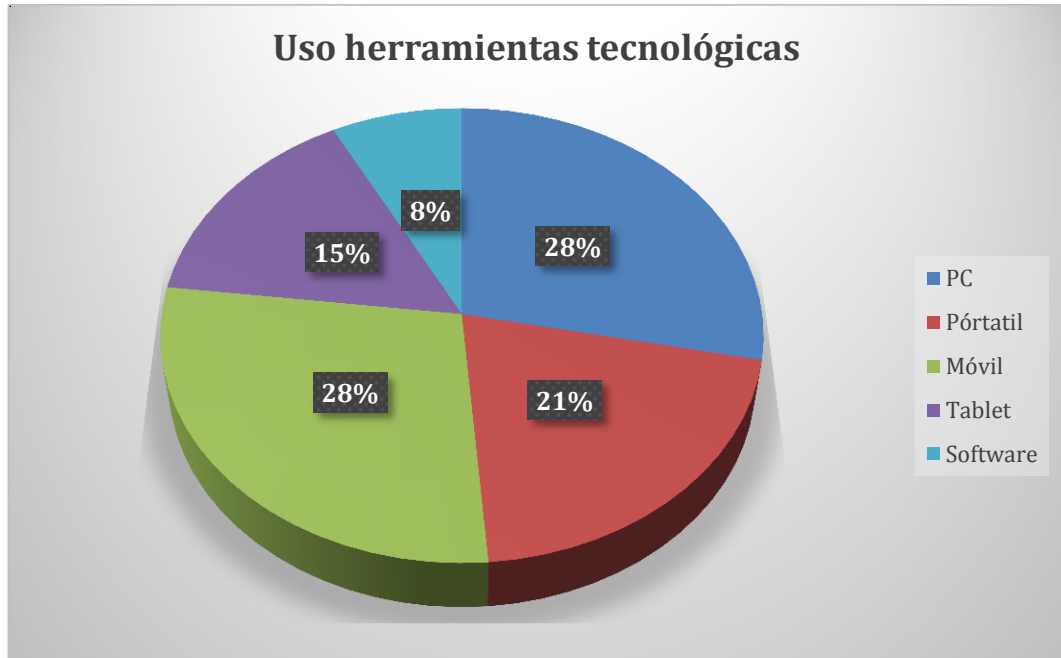
La ley nos obliga a tener unos diseños, para poder construir los análisis de precios unitarios. En el caso en que inicie un proyecto sin conocer las fuentes de abastecimiento, los precios de materiales, las distancias a los centros de materiales, se podría interpretar como una falta de planeación por lo que se tendrían problemas con las entidades de control. En el caso de la entidad se deben tener unos diseños iniciales que son una guía para que el constructor en la fase de pre-construcción tenga la posibilidad de hacer modificaciones sobre los estudios y diseños existentes necesarios y suficientes para construir la obra objeto del contrato, ajustes, actualizaciones, complementaciones, unificaciones, modificaciones, se hacen en conjunto con el interventor y deben ser revisadas por la entidad, con unas reglas de juego claras. 1. ecuación económica del contrato original. 2. Están acotadas en tiempo y tienen la revisión periódica del interventor en un esquema que ha funcionado, pero se tiene la ecuación económica del contrato que es la que enmarca esos ajustes, no la considera tan fragmentada, al menos en la entidad. (Entrevistado No. 4, anexo 4).

La selección del diseñador marca el primer derrotero de éxito del contrato, con un excelente diseño, se puede ejecutar las obras por tramos, fases, establecer una correcta ejecución de la obra, en el país se tienen muchas experiencias exitosas, por lo tanto no se puede establecer que por algunos contratos con problemas se generalice al gremio de los constructores y se estigmatice como corrupto, se tienen diseñadores y constructores buenos que ejecutan las obras demostrando que el actual sistema de contratación es bueno y funciona. (Entrevistado No. 3, anexo 3).

**¿Qué elementos tecnológicos utiliza para el desempeño de sus funciones (PC, Portátil, Tablet, Móvil)? Otro ¿Cuál?**

El uso de las tecnologías de la información cada día mejora el rendimiento de las diferentes actividades que se emprenden, el sector de la construcción es de los más rezagados en la incorporación de nuevas herramientas que ayuden en el proceso de mejora continua. Todos los participantes utilizan alguna herramienta tecnológica para el desempeño de sus funciones, sin embargo, apenas el 8% de los encuestados hace uso del manejo de software especializado en el control de las obras, en las entidades públicas no se cuenta con programas de software para el manejo, control de las obras y el diseño. Los nuevos métodos de entrega ofrecen la posibilidad de la integración virtual del equipo de trabajo, el trabajo coordinado de los diferentes subcontratistas de la obra, permitiendo de esta manera que los reprocesos y retrasos por inconsistencias en los diseños, en la obra pública estas nuevas herramientas aún no ganan el espacio suficiente para transformar el proceso de entrega de los proyectos, los diferentes estudios se realizan de manera independiente. La totalidad de los entrevistados tiene acceso a las herramientas tecnológicas para el desarrollo de sus funciones, lo que facilita las actividades en obra. En la entidad se tiene un software en el que el reporte de las obras, que agiliza el trámite de las actas, disminuyendo el tiempo del trámite del acta. (Entrevistado No. 3, anexo 3). Se tienen aplicaciones que funcionan desde el móvil, inventarios de obras, control y monitoreo de equipos, la empresa trata de innovar en el uso de aplicaciones para el mejor desempeño de las tareas. (Entrevistado No. 8, anexo 8). El desarrollo de aplicaciones y elementos como los drones, facilitan el ejercicio de la labor de campo y una articulación con la oficina. (Entrevistado No. 8, anexo 8). Es importante fomentar la incorporación de las nuevas tecnologías de la información dentro del desarrollo de la obra pública.

Figura 10. Uso de herramientas tecnológicas.



Fuente: elaboración propia

**¿Conoce acerca de la metodología de proyectos Lean Construction? SI\_\_ NO\_\_ En caso de que la respuesta sea afirmativa explicar.**

El 64 % de los encuestados no conoce acerca de la metodología de proyectos Lean Construction. A través de la revisión de la literatura se establece la complementariedad que existe entre IPD y Lean. IPD ofrece los términos y la motivación para el trabajo en colaboración, por su parte, Lean proporciona los medios para optimizar el rendimiento de los equipos de trabajo para lograr los objetivos del proyecto (Renée Cheng, 2016b). La metodología Lean es importante en el cambio cultural de trabajar en los proyectos, su enfoque hacia el aumento de la productividad, la eliminación de pérdidas o actividades que no generan valor, el evitar reprocesos, es parte esencial de IPD, por lo que se debe fomentar desde las entidades públicas un proceso de capacitación de funcionarios con el fin de dar a conocer estas nuevas técnicas y poder empezar la transformación cultural para el método de entrega integrado.

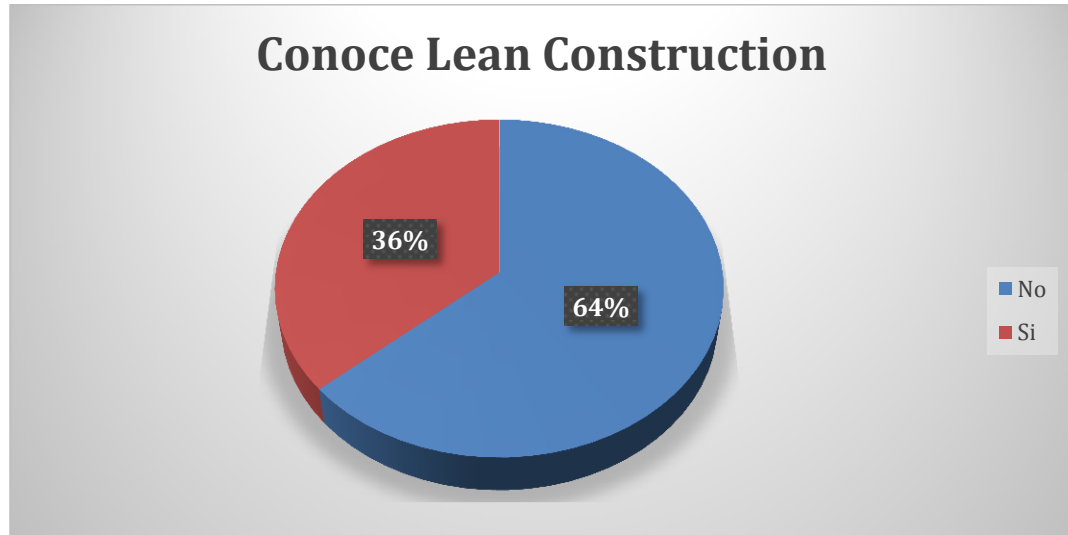
Es una metodología que se utiliza en construcción, en gestión de operaciones y tiene que ver con reducir los inventarios, reducción de recursos para obtener el máximo potencial. (Entrevistado No. 4, anexo 4).

Sí, algo que le llama la atención es el tema del riesgo compartido y la parte en que cada parte se vuelve participe simultáneamente, que se convierte en lo difícil de lograr la participación de todos, pero en momentos diferentes, lo difícil es hacer coincidir las partes del proyecto en el mismo tiempo. (Entrevistado No. 8, anexo 8).

Sí, una metodología que empieza a optimizar rendimientos, costos desde la misma fase de programación con la línea de balance que involucra a todos los ingenieros a pensar que están haciendo, programaciones de corto, mediano y largo plazo, estadísticas, mejorar mis indicadores, la mayor parte de las empresas trabajan de esa forma, cambia un paradigma grande es en la programación y más para vías o proyectos lineales la línea de balance que se define en Lean Construction le decimos métodos de tiempo-camino o métodos de programación lineal, donde abandonamos cosas como el diagrama de Gantt tradicional que no dice nada en obras lineales, para entender que la programación no sólo es de tiempo sino de espacio, dónde puedo ejecutarla obra, cuándo lo puede hacer, problemas de tiempo (invierno), lo que da más certeza en el control y seguimiento de costos. (Entrevistado No. 10, anexo 10).

Sí, hace mucho tiempo, pero muy orientado a la construcción de edificios, no en obras de infraestructura. (Entrevistado No. 11, anexo 11).

Figura 11. Lean Construction



Fuente: elaboración propia

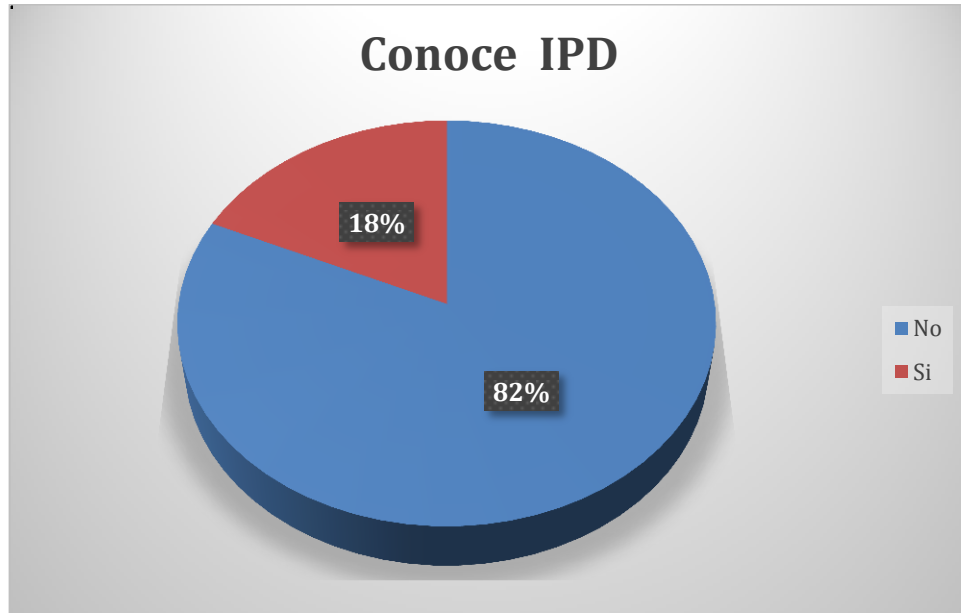
**¿Conoce acerca de la metodología de entrega integrada de proyectos (IPD)?  
SI \_\_ NO \_\_ En caso de que la respuesta sea afirmativa explicar.**

Por su parte, el conocimiento acerca de IPD es aún menor, el 82% de los entrevistados no conoce acerca de la metodología, si bien es cierto que es una metodología que se encuentra en desarrollo en el mundo, es importante conocer las tendencias de mejora en la entrega de proyectos de infraestructura, teniendo en cuenta que el sector es de los más rezagados en la mejora de la productividad, la incorporación de nuevas metodologías y técnicas de construcción. Se debe hacer un esfuerzo por la divulgación, conocimiento y aporte para continuar con la implementación de IPD, de acuerdo con las experiencias en otros lugares del mundo y porque no, desde Colombia ayudar en la construcción y ajuste del modelo.

Lo había hablado con dos personas, sin el nombre técnico, un modelo en el que somos socios. (Entrevistado No. 4, anexo 4).

Realmente muy poco, parcialmente en cursos o conferencias, pero es lo que los constructores debemos conocer (Entrevistado No. 9, anexo 9).

Figura 12. IPD.



Fuente: elaboración propia

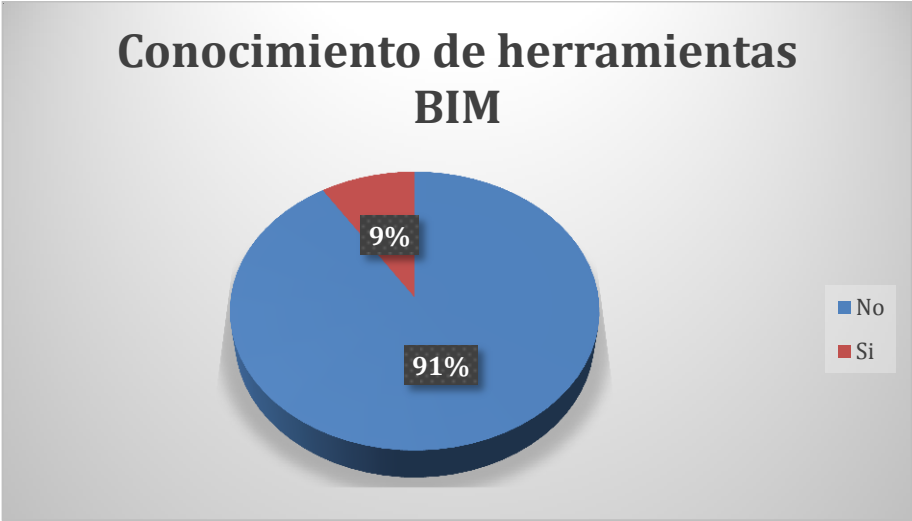
**¿Conoce acerca del uso del BIM en los proyectos de construcción? SI\_\_ NO\_\_ En caso de que la respuesta sea afirmativa explicar.**

En cuanto al manejo de las herramientas BIM, su funcionamiento y la interoperabilidad que estas ofrecen, el grado de desconocimiento es aún mayor, el 91% de los encuestados no conoce acerca del uso de estas herramientas, reiterando la necesidad de facilitar el conocimiento de las nuevas técnica, metodologías y herramientas tecnológicas para mejorar la productividad y el desempeño del sector.

Sí la conozco, pero no la he aplicado porque en la parte que me desempeño es muy difícil, porque para el modelado de una vía se necesita mucha información y cómo salen los contratos la información brilla por su ausencia, por lo que las condiciones pueden variar. El Estado a los diseñadores no les paga bien y se nota al tener una vía contratada por el Estado y una vía concesionada. Para poder simular se necesita un buen diseño y el Estado no está dispuesto a pagar lo que cuesta el diseño bien hecho, hasta que el Estado no esté dispuesto a pagar lo que

vale un buen diseño, se puede utilizar el método de diseño que se quiera y no va a funcionar (Entrevistado No. 11, anexo 11).

Figura 13. Herramientas BIM



Fuente: elaboración propia

## **6. Propuesta para implementar IPD en proyectos de infraestructura pública en Colombia**

El Método de Entrega Integrado de proyectos (IPD) requiere un esfuerzo importante en la fase de planeación y estructuración del proyecto, el acoplamiento de los actores clave en su fase inicial, la flexibilidad de cada uno de los integrantes para compartir información, su experiencia adquirida, es uno de los mayores retos y factores de éxito o fracaso; por esto desde el punto de vista de ejecución de recursos y duración del proyecto, se sugiere que este método de entrega sea aplicado a proyectos de infraestructura que se adelanten por licitación. Para los procesos de menor valor se sugiere que se incorporen los aspectos referentes a la colaboración, innovación, alineación de los intereses particulares con los del proyecto, esta sugerencia parte del monto a contratar y el bajo grado de complejidad de las obras que no requiere de un grupo interdisciplinario para su ejecución; en este grupo se podría ubicar la construcción y remodelación de edificios institucionales administrativos, centros penitenciarios, centros educativos, clínicas y hospitales, que requieren del acople de una serie de profesionales en la fase de diseño y construcción; por lo que el tener el equipo clave en la fase temprana de diseño (entidad, diseñador, constructor) y la formación de grupos de apoyo a medida que avanza el diseño que fortalezcan el trabajo sincronizado arquitectónico, estructural, gestión de instalaciones, eficiencia energética, entre otras. Este método de entrega, permitirá que se pase de una fase de proyecto idea-diseño-construcción, a una fase en la que se involucre el mantenimiento de la edificación y la eficiencia de la misma (consumo energético, eficiente manejo del agua, entre otras), por un periodo de tiempo determinado. Este componente permitirá que en la fase de diseño se tengan en cuenta consideraciones adicionales que en la actualidad no están.

En cuanto a la infraestructura vial, de acuerdo con el funcionamiento de las concesiones 4G y la llegada del modelo de asociaciones público privadas (APP) ya sean de iniciativa pública o privada, se considera que el modelo actual ha disminuido el proceso de confrontación que se deriva en la licitación para obra pública (se refiere únicamente a licitación por el monto de los proyectos a ejecutar, los cuales no aplican para los otros procesos de selección de obra pública). En el modelo actual de concesión, el constructor de la obra es quien la diseña y gestiona los aspectos complementarios como licencias y permisos ambientales, estudios arqueológicos, gestión de predios, consultas a comunidades, entre otros; esta integralidad que se le otorga al constructor, limita el surgimiento de confrontación, el objetivo del proyecto es el mismo del constructor, entregar una obra de acuerdo con una especificación de salida (niveles de servicio) y su pago está condicionado al cumplimiento de ellos; dejando el proceso constructivo a discreción del constructor, de esta manera se favorece la innovación en los procesos de diseño y construcción en busca del cumplimiento del objetivo del

proyecto. En este modelo falta afinar aspectos como el reconocimiento de un mayor pago por niveles de servicio superiores al estándar, que de acuerdo con lo mencionado por los funcionarios de las entidades se viene construyendo de la mano de las entidades de control.

Para el caso de las APP, la integralidad en el proyecto de igual manera es significativa; para el caso de iniciativas privadas, el proponente realiza por su cuenta y riesgo los diferentes estudios y diseños y propone a la entidad una solución a una necesidad evidente que puede o no ser aceptada por ésta y el pago de lo ofrecido se hace de acuerdo con niveles de servicio previamente establecidos para un periodo de tiempo determinado. A diferencia de las concesiones, las APP pueden aplicarse para proyectos de infraestructura pública (hospitales, centros penitenciarios, edificios institucionales administrativos, centros educativos), con la condición de que una vez surtido el plazo del proyecto, la infraestructura debe retornar al estado. De este tipo de obras se exceptúa el desarrollo de vivienda de interés social por el hecho de no retornar al estado una vez se cumpla el plazo establecido. Una limitante importante para la mayor aplicabilidad de las APP, es el monto establecido en la Ley para este tipo de proyectos: 6.000 smmlv. (Ley 1508, 10 enero 2012). Por lo anterior, los proyectos por debajo de ese valor deben adelantarse por licitación pública. Debido a esto se establece para el método de entrega propuesto en este trabajo, el valor máximo de los proyectos a desarrollar sería de 6.000 smmlv.

Dentro de IPD se tienen seis características que determinan el que un proyecto sea considerado enmarcado en la metodología. Un proyecto IPD puro, será aquel que reúna estas seis características, en caso contrario se tiene que para proyectos que no logran involucrar las características contractuales como son: riesgo y recompensa compartida, contrato multiparte, exención de responsabilidades, son considerados proyectos IPD-ish, IPD-lite (AIA, A Guide 2007).

Teniendo en cuenta el cambio cultural que representa pasar del método de entrega tradicional al método de entrega IPD, el marco normativo que aplica para la ejecución de las obras con recursos públicos se recomienda implementar IPD-ish, IPD lite, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. IPD recomienda establecer un fondo con aportes de los participantes del proyecto, tanto del grupo principal como de los grupos de apoyo en caso de considerarse conveniente. Este aspecto es especialmente sensible desde el punto de vista jurídico debido a la mezcla de recursos públicos y privados que se daría, de igual manera en el caso de que el proyecto fuera exitoso y se tuviera derecho a la recompensa o reconocimiento por superar la meta propuesta, se podría estar cometiendo un delito ante las entidades de control, por lo que es un tema de un resorte eminentemente jurídico que se

sale del alcance del presente trabajo y que dificulta el proceso de implementación de IPD en el marco de la obra pública.

2. Contrato multiparte: el desarrollo de este modelo de contrato aún sigue en etapa de formación en el mundo, debido a los múltiples desafíos que impone en cuanto al tema de las pólizas. Las empresas aseguradoras revisan y guardan cautela frente a la forma como deben constituirse estas frente a los integrantes del proyecto y los agentes externos al mismo, por lo cual no se considera prudente que dicho elemento sea incluido en el cambio de la metodología; de igual manera es un componente netamente jurídico que debe ser abordado desde esa perspectiva y por lo tanto no está en el alcance del presente trabajo
3. Exención de responsabilidades: como se ha mencionado con anterioridad, estas características determinan el modelo IPD puro, que hacen que su aplicabilidad en el sector público sea aún más complicada. Por el carácter de los recursos, en el sector privado, en el que se limita a un acuerdo de voluntades, podría resolverse de mejor manera, pero la legislación actual le exige al estado una función de vigilancia y exigencia hacia los contratistas que proteja los derechos de todos los habitantes, por lo cual en este aspecto se retorna al componente jurídico que debe ser ampliamente revisado de acuerdo con los avances que en esta materia se han dado en el mundo.

Quedan por revisar los principios que buscan la colaboración en la ejecución del proyecto, que pueden desde el punto de vista jurídico y de acuerdo con lo manifestado por los expertos de las entidades ser revisados, analizados y plantear una salida jurídica para su incorporación y aplicabilidad de la nueva normativa, estos principios son:

- Participación temprana: la vinculación temprana de los participantes clave, facilita la colaboración y evita los procesos de confrontación ya que reduce el grado de incertidumbre con el que el constructor seleccionado llega a la ejecución de la obra, la vinculación de éste desde la fase temprana de diseño fortalece el proceso, ayuda a que el diseño incorpore un aspecto importante como es la constructibilidad, que se evidencien las posibles fallas del mismo y puedan ser solucionadas, como se puede evidenciar en la revisión de proyectos ejecutados con este método de entrega, los sobrecostos y reprocesos en esta fase cuestan mucho menos que en la

fase de ejecución. El hecho de contar con una estructura para las APP, puede dar los puntos de partida para que desde el punto de vista jurídico se incorporen los elementos necesarios para dar viabilidad jurídica a este componente de IPD.

- Decisión de colaboración y control: este aspecto se enfoca en el aspecto cultural de los integrantes del proyecto, en IDP, es fundamental que los participantes sean transparentes y compartan el conocimiento con los demás, de esta manera el proceso de toma de decisiones en la junta central del proyecto (entidad, diseñador, constructor) sea de manera unánime. Para el desarrollo de esta característica se necesita la voluntad de los participantes y un cambio cultural en los proyectos de infraestructura, pero puede ser incorporada sin mayores limitantes.
- Objetivos conjuntamente desarrollados y validados: En IPD, los objetivos del proyecto son desarrollados por todos los participantes de manera conjunta, los criterios de ejecución se definen con base en los aportes de los participantes, las métricas, los puntos de control, se establecen en la junta del proyecto de manera colegiada y cada uno aporta desde su campo de acción para el logro de los mismos. De igual manera se refiere a una variable de carácter cultural, por lo que puede ser abordada desde cada uno de los participantes, creando consciencia en la necesidad de articular los objetivos particulares con los del proyecto.

De acuerdo con lo anterior se considera viable el realizar la incorporación de estas tres características. Para cambiar el modelo de entrega de proyectos para la obra pública, será objeto de ajuste en lo jurídico para la vinculación del constructor y subcontratistas desde la fase temprana de diseño, pero de acuerdo con lo explorado con los jurídicos de las entidades es factible de surtirse.

Un aspecto importante a contemplar será la forma de vinculación del contratista; este aspecto será fundamental para el éxito del proyecto. En la actualidad se tiene un diseño de contrato en el que el contratista oferta un costo directo (obtenido a partir de unos precios unitarios) y un costo indirecto (AIU), pero las entidades no hacen control del costo real del proyecto, por lo que se presenta el interés de modificarlos o mejorarlos y de esta manera mejorar la rentabilidad esperada. Con la incorporación de IPD, se plantea la necesidad de que los costos directos del contrato sean conocidos por los otros participantes del proyecto y que de igual manera se ejerza control sobre los mismos, por lo que el constructor estaría enmarcado en los costos indirectos y de ellos establecería su utilidad, este

aspecto es importante de revisar dentro del cambio de cultura de los participantes del proyecto, con este cambio se eliminarían las confrontaciones por acuerdo de precios, Ítem nuevos no pactados y demás, por la transparencia que el modelo ofrece.

Por lo anterior se sugiere la siguiente configuración de IPD, de acuerdo con el marco teórico encontrado y los referentes para este método de entrega:

- Formación del equipo de trabajo: se adelantan los procesos de convocatoria para el equipo de trabajo, su funcionamiento, se sugiere que se establezcan los costos indirectos del proyecto, los cuales se constituirán en el pago a los contratistas por concepto de sus servicios. El costo directo de la ejecución será controlado por el grupo de trabajo y se hará el pago al contratista conservando la estructura del presupuesto actual (costo directo + costo indirecto), se establece el valor objetivo de diseño de la entidad.
- Definición de roles, responsabilidades y alcances: establecimiento del grupo gerencial del proyecto, con sus respectivas obligaciones y alcance, de igual manera se definen los demás participantes del proyecto y el alcance de cada subcontratista vinculado, la vinculación de los subcontratistas será a través de un contrato suscrito con el constructor, pero visible y transparente para el grupo gerencial del proyecto.
- Definir resultados del proyecto y su medición: se establecen los objetivos del proyecto, los resultados, metas e indicadores de medición del proyecto.
- Consideraciones Legales: construcción del marco normativo del proyecto, ajustado a las leyes de contratación, se establece el mecanismo de vinculación de los diferentes actores.

## **7. Proyección o beneficio social**

El uso de nuevas tecnologías es determinante para el desarrollo del sector de la construcción, uno de los renglones más importantes en la dinámica económica del país, por la vinculación de mano de obra de manera intensiva; por esto es necesario que en el sector se empiece a revisar la fórmula para la ejecución de proyectos de infraestructura del sector público, la incorporación de mejores prácticas empresariales benefician las partes, con más y mejores proyectos y un menor costo en la ejecución de los mismos. Por esto con el presente trabajo se pretenden explorar las nuevas tendencias en el modelo de ejecución de proyectos, a través del cual se zanján las diferencias entre cada uno de los actores del proyecto (estado, diseñador, constructor); para que los esfuerzos de cada uno se centren en el resultado del proyecto, a medida que el proyecto gana, se logran los resultados, cada uno de los participantes lo hace de igual manera.

El hecho de compartir el riesgo, pero de igual manera compartir la recompensa, es un modelo diferente e interesante. En este modelo todos los participantes luchan por el éxito del proyecto a través del cumplimiento de sus objetivos, en tiempo, costo, calidad, entre otros. Para lograr estos objetivos, cada participante arriesga parte o la totalidad de sus utilidades como un fondo de salvamento del proyecto, de este fondo saldrán los recursos para atender aquellas situaciones imprevistas que exijan aporte de dinero, sin embargo, al terminar el proyecto, también se comparte la recompensa en el caso de éxito.

El sector de la construcción pública es uno de los que goza de menor prestigio en el mercado, por los múltiples señalamientos de corrupción, sobrecostos, reprocesos, proyectos inconclusos; el proceso de cambio, como en la mayoría de los sectores de la producción, generará traumatismos, por lo que la incorporación de nuevas metodologías, técnicas y herramientas tecnológicas, que ayuden al mejorar la productividad y eficiencia podrían ayudar en el cambio cultura del mismo.

El presente trabajo se convierte en el primer paso para generar el debate acerca de la conveniencia del cambio de modelo de contratación pública en Colombia, se espera que a medida que IPD pueda ir perfeccionando su modelo en el mundo, su implementación en Colombia pueda ser más simple, el tema contractual es uno de los mayores retos que tiene la metodología, pero para la resolución del mismo podemos empezar a aportar desde el país.

## **8. Discusión Final y recomendaciones**

El incluir métodos de entrega alternativos, fortalece los procesos de desarrollo de las entidades y la innovación en los procesos constructivos, fortaleciendo el crecimiento y desarrollo de la industria del diseño y la construcción, por lo que se deben aumentar los esfuerzos en este sentido y así mejorar la competitividad del sector. Por esto, la implementación del método de entrega integrado, es una opción viable para el desarrollo de proyectos de infraestructura pública en el país; pasar del sistema de confrontación al de colaboración permitirá mejorar los indicadores de los proyectos, acercar las partes en la ejecución del proyecto y lograr mayor impacto en las comunidades. Para poder dar este gran cambio se debe trabajar en diferentes componentes: jurídico, cultural, tecnología, entre otros.

### **8.1.Marco Jurídico**

La Legislación actual en materia de infraestructura en Colombia, facilita la presencia de confrontaciones y desconfianzas entre los diferentes participantes, para el caso de las actuaciones de los funcionarios hace que estos no actúen para el beneficio del proyecto, por el contrario los invita a marginarse de las posibles soluciones por temor a una posible investigación de las entidades de control, por lo que, el futuro del proyecto queda en la decisión de un comité de arbitramento o un juez quien dirime las diferencias, finalmente quien tiene la última palabra sobre el futuro del proyecto, no lo conoce a fondo. Para el caso de los contratistas, los lleva a buscar su rentabilidad y el logro de sus intereses personales sin importar el éxito del proyecto.

Uno de los factores principales de confrontación en el método de entrega tradicional es el diseño, por lo que se debe hacer énfasis en las entidades del estado, acerca de la conveniencia e importancia de la calidad y detalle en la fase de planeación y estructuración de los proyectos, los cambios y ajustes realizados en esta fase cuestan menos dinero que en la fase de construcción, favorecen la innovación y generan ahorro de recursos.

Las limitaciones jurídicas que establece implementar IPD, requieren de una revisión profunda desde lo jurídico, la constitución de un contrato multiparte, el fondo de incentivos (riesgo/recompensa), la constitución de las pólizas de responsabilidad, entre otros, representan un cambio normativo importante, por lo que en tanto se avanza en el mundo en la resolución de estos temas, se pueden ir incorporando mecanismos de gestión que permitan dar el cambio cultural y abonar el terreno para adoptar el trabajo colaborativo y la alineación de los intereses del proyecto.

Los proyectos de infraestructura son dinámicos, por lo que los de obra pública no son la excepción, debido a las variables que se involucran en su desarrollo, además de los cambios externos que los afectan, por lo anterior su evaluación y control deben funcionar de igual manera para facilitar el cumplimiento de los objetivos iniciales, por lo que se hace necesario un marco jurídico que favorezca la confianza y transparencia entre los participantes.

Se necesita el desarrollo de una política pública de infraestructura de servicios, que permita el desarrollo de la innovación, la articulación de las diferentes entidades el desarrollo de proyectos complejos que impliquen tiempos de ejecución superiores al de las administraciones (4 años), con el fin de optimizar recursos y ofrecer soluciones a largo plazo.

El funcionamiento de los comités de arbitramento no ha sido el mejor para algunos casos ampliamente conocidos, por lo que tampoco han sido la solución para la resolución adecuada de las diferencias en los proyectos con el método de entrega tradicional.

Por otra parte, el método de entrega actual, favorece las dificultades para la entrega del proyecto y más en el caso de las adjudicaciones al menor precio, en el que se permite la posibilidad de precios artificialmente bajos que van en detrimento de la calidad de la obra, por lo que es una práctica que debe eliminarse.

En el método de entrega integrado, se plantea pasar de la especificación de entrada a una especificación de salida, con unos estándares de servicio previamente establecidos, por lo que incorporar la fase de mantenimiento es un componente importante para mejorar el estado de entrega de los activos, la sostenibilidad y la innovación, con el fin de aliviar los costos de la fase de mantenimiento.

## **8.2. Entorno de Colaboración**

Todo cambio genera traumatismos, incomodidades, procesos de desaprender y volver a aprender, esto es uno de los grandes retos de implementar IPD en los proyectos de obra pública en Colombia. La tradición de lo que se viene ejecutando, la aversión al cambio de algunos funcionarios, pueden ser el mayor obstáculo para poder implementar los cambios necesarios para IPD. Los sistemas están apoyados en las personas, por lo que cambiar el método de entrega requiere un cambio cultural, convirtiéndose en uno de los retos principales en cualquier cambio metodológico, el pasar de la cultura de la desconfianza, la confrontación, al ambiente de colaboración requiere de esfuerzos enormes al comienzo, con el paso del tiempo, se tendrán los resultados positivos del trabajo

en colaboración, la transparencia en los procesos, el alinear los resultados del proyecto con los particulares brindará mejores resultados.

En el desarrollo de las obras públicas se debe considerar el desarrollo del territorio, los cambios de expansión y articulación del mismo, las restricciones ambientales, las necesidades de las comunidades, buscando la eficiencia de los recursos públicos, en un ambiente de colaboración se dará de mejor manera la articulación de las diferentes entidades, logrando un desarrollo sostenible y mejorando uno de los aspectos encontrados en el trabajo de campo, en el que se evidenció desarticulación de las entidades del estado.

Otro aspecto a revisar, sería la conveniencia de crear un banco de proyectos, en el que se determinen las prioridades y se asignen recursos para la ejecución de las mismas, sin embargo, se debe considerar que el plazo de los proyectos diseñados no supere los tiempos de cambio de las dinámicas urbanas de desarrollo.

En el esquema actual de entrega de proyectos, el control que ejercen las entidades de control, afecta el desarrollo de los mismos, por lo que, en un entorno colaborativo, es importante vincular estas entidades (contraloría, procuraduría y fiscalía) a formar parte activa de estas propuestas, con el fin de poder flexibilizar la normatividad dando agilidad a los procesos, bajo la premisa de la transparencia.

Un nuevo marco de trabajo, debe incorporar la formación de los participantes en los procesos de contratación en nuevas prácticas de trabajo, que eliminen las costumbres actuales regidas por la corrupción, la mala calidad y la rivalidad por el recurso disponible, por factores como la transparencia, el interés del proyecto y el resolver las dificultades en equipo, renunciando al concepto de asociar la culpa a un participante.

### **8.3. Incorporación de la tecnología**

La incorporación de las herramientas de la tecnología en los proyectos de obra pública es mínima, por lo que se hace necesario la capacitación de los funcionarios, la compra de software de parte de las entidades, que faciliten la articulación y control de los proyectos. Dentro de las entrevistas se pudo evidenciar que tan sólo el 8% hace uso de software para el desempeño de sus funciones, de igual manera el 9% conoce acerca de BIM, por lo que la incorporación de estas herramientas se hace necesario para la competitividad del sector y el fortalecimiento del trabajo en colaboración. El sector de la construcción es uno de los más rezagados en la incorporación de nuevas métricas y en el uso de las herramientas tecnológicas, por lo que se hace necesario crear canales de comunicación con mayor acceso en el país al conocimiento para conocer acerca

de las nuevas técnicas y metodologías que puedan ofrecer mejorar la productividad y el desarrollo tecnológico del sector.

## Referencias

AZHAR Nida; KANG Youngcheol and AHMAD, Irtishad. Critical Look into the Relationship between Information. En: American Society of Civil Engineers. September ,2014, Vol 31, no 5, p. 9101-9112

BYNUM, Patrick and ISSA, R. A. Building Information Modeling in Support of Sustainable. En: Journal of Construction Engineering & Management. January 1, 2013. Vol, 139, no. 1. p. 24-43

CHENG, Renée. Motivations and Means: How and Why IPD and Lean Lead to Success. Research Report: Lean Construction blog 2016.

CHESSUM, Thomas, W. Palomar Medical Center West Project Makes a Midstream Shift. [en línea] Tradeline Newsletters. Citado Febrero 10 disponible en: <https://www.tradelineinc.com/reports/2009-8/palomar-medical-center-west-project-makes-a-midstream-shift> 8-30-2009

Fedesarrollo. Tendencia Económica Informe Mensual de Fedesarrollo (125). [en línea] citado Mayo 10. Disponible en: <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/2948>

KAMARA, John M. Integration in the project development process of a Private Finance Initiative (PFI) project Architectural. En: Engineering & Design Management. 2012, Vol. 8, no. 4, p.228-245.

MACOMBER, Hall. Don't Let Traditional Contracts Inhibit Lean Integrated Projects. [En línea] citado febrero 8. Disponible en:

<https://www.tradelineinc.com/reports/2012-10/dont-let-traditional-contracts-inhibit-lean-integrated-projects>

GOBIERNO DE COLOMBIA. Manual de la modalidad de selección de mínima cuantía. Colombia compra eficiente

\_\_\_\_\_. Guía para procesos de contratación de obra pública. Colombia compra eficiente

PIKAS, Ergo, KOSKELA, Lauri , SAPOUNTZIS, Stylianos , DAVE, Bhargav and OWEN, Robert. Overview Of Building Information Modelling In Healthcare Projects. P.1-12

REGAN, Michael, LOVE, Peter E.D. and SMITH, Jim. Public infrastructure procurement: a review of adversarial and non-adversarial contracting methods. En: Journal of Public Procurement, Winter, 2015, Vol 15,no 4. p. 405-538.

RIZAL, Sebastián. Integrated Design and Engineering using Building Information Modelling: A Pilot Project of Small-Scale Housing Development in The Netherlands. En: Architectural engineering and design management. 2010, Vol 6, p. 103–110

The American Insitute Architects. Integrated Project Delivery: A Guide. (Versión 1). [online) Citado Mayo 9. Disponible en: [https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD\\_Guide\\_2007.pdf](https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf)

SAMPIERI, Roberto. COLLADO, Fernández, BATISTA, Pilar 2006. Metodología de la investigación.4 ed. McGraw- Hill, 2006

WESTOVER, Erik & CHARPENTIER, Jim. Integrated delivery pays off for Kirkland hospital. En: Seattle Daily of Journal Commerce. 2013, p.1

## **Anexos**

Anexo 1. Entrevista 1.

Anexo 2. Entrevista 2.

Anexo 3. Entrevista 3.

Anexo 4. Entrevista 4.

Anexo 5. Entrevista 5.

Anexo 6. Entrevista 6.

Anexo 7. Entrevista 7.

Anexo 8. Entrevista 8.

Anexo 9. Entrevista 9.

Anexo 10. Entrevista 10.

Anexo. 11. Entrevista 11.