



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,

Canales y Puertos



**Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery).  
Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río,  
Cuba.**

**Trabajo de Fin de Master**

**Titulación:** Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civi

**Autor:**

Diego Ibañez Hood

**Tutor y Cotutor:**

Dr. Ing. Estructural Alberto Domingo Cabo

Arq. MSc. Francisco López Perez

**Curso: 2017-2018**

## DEDICATORIA

Este Trabajo Final de Master, va dedicado primeramente a Dios por estar siempre a mi lado y guiar mis pasos en la dirección adecuada, brindándome la sabiduría y el valor necesario para vencer cada obstáculo presentado en el día a día.

A mi abuela Emma Gonzalez, que desde la infancia llenó mi vida de amor y sabiduría, que ahora desde el cielo es testigo de todo el esfuerzo que he realizado para lograr mis sueños, metas y anhelos; a ti te debo toda mi gratitud, ya siempre serás mi ángel que guía y protege mi vida.

Además, expreso esta dedicatoria a mis padres Juan Carlos y Maria Isabel y a mi hermano Juan Carlos, quienes han sido una guía muy importante en este arduo camino, a mis amigos y todos aquellos que han formado parte fundamental en este Trabajo Final de Master. Para todos ellos por su apoyo y su ayuda incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Para mis padres, que me han brindado todo el apoyo incondicional en este largo proceso de aprendizaje, esfuerzo y sacrificio, que supieron comprender los malos momentos y mi ausencia en varias ocasiones importantes durante este tiempo. A pesar de la distancia siempre estuvieron presentes para motivarme y apoyarme durante este proceso. A ustedes que siempre han sido mi mayor inspiración, ya que todo este esfuerzo se ve reflejado ahora al poder culminar esta meta, plasmada hoy en este Trabajo Final de Máster.

Además, expreso mi más sincero agradecimiento, a todas aquellas personas que con su ayuda de una u otra manera, han colaborado en la elaboración del presente Trabajo Final de Master. En especial al Dr. Ing. Estructural Alberto Domingo Cabo, tutor de la presente investigación y al Arq. MSc. Francisco López Perez, cotutor del mismo por brindar parte de su tiempo y esfuerzo, para realizar el seguimiento, supervisión y las correcciones respectivas para la culminación de este trabajo, a pesar de las complicaciones geográficas.

<p><b>TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE MASTER:</b> Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.</p> <p><b>AUTOR:</b> Diego Ibañez Hood</p>	
<p><b>RESUMEN EJECUTIVO</b></p>	
<p><b>1. Planteamiento del problema a resolver:</b></p>	<p>El sector de la construcción es de gran importancia para la economía mundial, según datos del banco mundial, actualmente se destina 13% del PIB mundial para el desarrollo de las actividades de este sector. En un sentido opuesto, la productividad que tiene la construcción ha ido decreciendo, razón por la cual es pertinente investigar acerca de novedosos sistemas de gestión, su aplicabilidad y la incidencia que estos tienen sobre la productividad del sector, mejorando así la rentabilidad de las inversiones.</p>
<p><b>2. Objetivos:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir y describir IPD.</li> <li>• Definir las herramientas posibles a implementar, así como los interesados (stakeholders) que puedan servir para la implementación de los mismos.</li> <li>• Generar un mapa de fases y tareas para “Punta Colorada” desde el punto de vista de la gestión del proyecto con IPD.</li> <li>• Generar un mapa de interesados.</li> <li>• Integrar y analizar los mapas de fases, tareas e interesados.</li> <li>• Analizar las posibles ventajas y desventajas de la utilización del modelo planteado en la investigación.</li> </ul>
<p><b>3. Estructura organizativa:</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Introducción.</b> – En este capítulo se describe la situación actual de la gestión de proyectos de construcción y del proyecto al cual se aplicará el modelo propuesto en el presente trabajo.</li> <li>2. <b>Planteamiento del problema.</b> – En este capítulo se describe la situación actual de la industria de la construcción en cuanto al rendimiento y se describen algunos de los métodos de contratación de las infraestructuras, definiendo la necesidad de desarrollar metodologías para la gestión.</li> <li>3. <b>Justificación.</b> – En este capítulo se justifica la necesidad de generar un modelo de gestión para proyectos complejos y se describe la factibilidad de aplicarlo al proyecto “Punta Colorada”.</li> <li>4. <b>Objetivos y metodología.</b> – En este capítulo se describe el objetivo principal y los objetivos específicos de la investigación, a partir de estos se desarrolla la metodología a aplicar por medio de indicadores.</li> <li>5. <b>Marco teórico</b>– En este capítulo se hace una revisión exhaustiva de los modelos de contratación, de las organizaciones con enfoque a gestión de proyectos y sus aportes, y de las herramientas útiles para la gestión de proyectos.</li> <li>6. <b>Modelo de gestión de proyectos integrados: Aplicación al proyecto “Punta Colorada”</b>- En este capítulo se describe la aplicabilidad de los temas vistos en el marco teórico al proyecto. A partir de aquí, se desglosa el proyecto en sistemas y subsistemas para analizarlos como unidades. Posterior a esto, se hace un mapa de las fases y las tareas en la gestión del proyecto, junto con un mapa de los interesados y sus responsabilidades dentro del proyecto. Por último, se integran ambos mapas y se describen las responsabilidades adicionales surgidas de aquí.</li> <li>7. <b>Conclusiones</b>- En este capítulo, se enumeran las conclusiones y las recomendaciones del modelo generado y sus partes para verificar el aporte que tienen a los proyectos complejos y en particular al proyecto punta colorada.</li> </ol>
<p><b>4. Método:</b></p>	<p>La metodología utilizada en esta investigación consiste en partir del planteamiento del problema y la introducción, delimitando y sustentando con esto una hipótesis; a partir de ahí, se definió el objetivo principal y los objetivos específicos, identificando con esto indicadores para verificar el cumplimiento de los mismos.</p> <p>A partir de aquí, se definen los elementos necesarios a describir en el marco teórico, como los procedimientos de contratación y las herramientas para la gestión de proyectos.</p> <p>Una vez delimitado el marco teórico, se procedió a describir las fases y tareas que se requieren para gestionar el proyecto, y posteriormente los interesados para finalmente conjuntar ambos e identificar las necesidades adicionales que salen con la integración de estos.</p>
<p><b>5. Cumplimiento de objetivos:</b></p>	<p>A partir de los indicadores de cada objetivo, se formuló el índice, atendiendo primeramente a describir los elementos existentes en el marco teórico. Una vez</p>

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

	<p>definido se procedió a generar el modelo por pasos marcados en los mismos indicadores, determinando primero las actividades y las fases y consecuentemente los interesados. Determinadas estas variables, se procedió a integrarlos por medio de un flujo de proceso que se mapeo y se analizó para determinar las responsabilidades adicionales de los interesados y tareas con objeto de mejorar la comunicación entre ellos.</p>
<b>6. Contribuciones:</b>	<p>La contribución principal de este trabajo de fin de máster es de generar un modelo para gestionar proyectos complejos y de gran magnitud. El modelo es fácilmente trasladable a otros proyectos y puede ser utilizado como una base para poder trabajar en la gestión de los mismos.</p> <p>El modelo agrega a los conceptos de IPD algunas tareas y responsabilidades adicionales a las mencionadas por la AIA y agrega dos interesados adicionales, el coordinador BIM y el coordinador del equipo.</p>
<b>7.Recomendaciones:</b>	<p>El modelo presentado en el trabajo es útil para todo tipo de proyecto, sin embargo, por los costos que pudieran llevar por su gestión es recomendable usarlo en proyectos de gran envergadura y complejidad.</p> <p>El modelo recomienda la integración al equipo de un coordinador BIM, lo cual sería de gran ayuda al detectar que no todos los interesados del proyecto ya tienen implementada esta tecnología.</p> <p>El modelo recomienda dividir los proyectos a estudiar en sistemas y subsistemas para tratar a estos como unidades independientes, aunque también debe de realizarse acciones generales del proyecto.</p> <p>Se debería implementar mas seguido este tipo de metodologías, ya que puede generar una mejora en la optimización del coste y en los tiempos de ejecución de los proyectos analizados.</p>
<b>8. Limitaciones:</b>	<p>El modelo elaborado fue pensado y aplicado a un proyecto en particular, al extrapolarlo a otros proyectos se debe de cuidar la aplicabilidad del mismo.</p> <p>Debido al alcance de este trabajo, es posible desarrollar mas algunos conceptos vistos, así como el análisis del modelo para tener resultados adicionales.</p>

## RESUMEN

El sector de la construcción es un sector que productivamente tiene muchos matices y es poco industrializable por lo que muchos de sus procesos son únicos para cada uno de los proyectos a realizar.

La optimización y la mejora en el sector de la construcción es un tema que se ha tratado de ver desde distintos ángulos, algunos de ellos son las metodologías de contratación y la forma en la cual gestionar los proyectos.

Proyectos Integrados o IPD por sus siglas en inglés (Integrated Project Delivery) es un método de adquisición que incluye una serie de herramientas para la gestión y la contratación de proyectos de construcción. Los procedimientos de contratación, así como las herramientas que se utilizan en el IPD fueron descritos previamente de manera individual, pero el término de IPD conjuntó esta serie de herramientas y fue descrito por primera vez en 2007 por la AIA (American Institute Of Architects).

En el IPD se pretende buscar la integración de los participantes de un proyecto de infraestructura (stakeholders) en la búsqueda de objetivos únicos y en el tiempo adecuado para optimizar el proyecto. Con ello se busca definir el proyecto más detallado que en estrategias tradicionales, en las fases previas a la construcción, para después buscar la optimización de los procesos de construcción, reduciendo los costes de la construcción y velando siempre por mantener o mejorar la calidad esperada del producto final para cumplir de la manera más eficiente posible las funcionalidades buscadas dentro de su fase de explotación.

En el presente trabajo se analizará a fondo el IPD y las buenas prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute), así como las herramientas que puedan apoyar en esta metodología (BIM, LEAN, entre otras), para con esto generar un modelo de gestión del proyecto y aplicarlo al proyecto denominado “Punta Colorada” en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

## **ABSTRACT**

The construction sector is a sector that productively has many nuances and is not industrialized, so many of its processes are unique to each of the projects to be carried out. Optimization and improvement in the construction sector is an issue that has been tried to see from different points of view, some of them are procurement methodologies and the way in which to manage projects.

Integrated Project Delivery (IPD) is a delivery method that includes a series of tools for managing and contracting construction projects. The procurement procedures, as well as the tools used in the IPD were previously described individually, but IPD term with this set of tools was first described in 2007 by the AIA (American Institute of Architects).

IPD seeks to integrate the participants of an infrastructure project (stakeholders) in the search for unique objectives and in the right time to optimize the project. This seeks to define the project more detailed than in traditional strategies in the phases prior to construction, and then seek to optimize construction processes by reducing construction costs while always ensuring to maintain or improve the expected quality of the final product to meet as efficiently as possible the functionalities sought within its exploitation phase.

In this assessment, the IPD and the good practices recommended by the PMI (Project Management Institute) will be analyzed in depth, as well as the tools that can support this methodology (BIM, LEAN, among others), in order to generate a project management model and apply it to the project called "Punta Colorada" in the province of Pinar del Río, Cuba.

## RESUM

El sector de la construcció és un sector que productivament té molts matisos i és poc industrializable pel que molts dels seus processos són únics per a cada un dels projectes a realitzar

L'optimització i la millora en el sector de la construcció és un tema que s'ha tractat de veure des de distints angles, alguns d'ells són les metodologies de contractació i la forma en la qual gestionar els projectes.

Projectes Integrats o IPD per les seues sigles en anglés (Integrated Project Delivery) és un mètode d'adquisició que inclou una sèrie de ferramentes per a la gestió i la contractació de projectes de construcció. Els procediments de contractació, així com les ferramentes que s'utilitzen en l'IPD van ser descrits prèviament de manera individual, però el terme d'IPD va conjuntar esta sèrie de ferramentes i va ser descrit per primera vegada en 2007 per l'AIA (American Institute Of Architects).

En l'IPD es pretén buscar la integració dels participants d'un projecte d'infraestructura (stakeholders) en la busca d'objectius únics i en el temps adequat per a optimitzar el projecte. Amb això es busca definir el projecte més detallat que en estratègies tradicionals, en les fases prèvies a la construcció, per a després buscar l'optimització dels processos de construcció, reduint els costos de la construcció i vetllant sempre per mantindre o millorar la qualitat esperada del producte final per a complir de la manera més eficient possible les funcionalitats buscades dins de la seua fase d'explotació.

En el present treball s'analitzarà a fons l'IPD i les bones pràctiques recomanades pel PMI (Project Management Institute) , així com les ferramentes que puguen recolzar en esta metodologia (BIM, LLIGEN, entre altres) , amb açò generar un model de gestió del projecte i aplicar-ho al projecte denominat “Punta Colorada” en la província de Pineda del Riu, Cuba.

**CONTENIDO:**

I. Introducción .....	1
I.1. Punta Colorada .....	2
II. Planteamiento del problema .....	4
II.1. Hipótesis .....	6
III. Justificación .....	7
IV. Objetivos y metodología .....	9
IV.1. Objetivos específicos: .....	9
IV.2. Metodología de la investigación .....	9
V. Marco Teórico .....	12
V.1. Estado del Arte .....	12
V.2. En el ámbito investigativo .....	12
V.2.1. Modelos de contratación de proyectos en la construcción .....	12
V.2.1.1. Modelos de contratación típicos .....	13
V.2.1.2. Modelos de contratación colaborativos .....	13
V.3. Bases teóricas .....	14
V.3.1. En el ámbito normativo .....	14
V.3.1.1. Organizaciones con enfoque a la gestión de proyectos .....	14
V.3.1.1.1. Project Management Institute (PMI).....	14
V.3.1.1.2. Lean Construction Institute (LCI) .....	19
V.3.1.1.3. American Institute of Architects (AIA) .....	19
V.3.2. Herramientas para la gestión de proyectos.....	35
V.3.2.1. Building Information Modelling (BIM).....	35
V.3.2.1.1. Plan de ejecución BIM (BEP).....	37

V.3.2.2. LEAN .....	38
V.3.2.2.1. Construcción sin Pérdidas (Lean Construction) .....	40
V.3.2.3. Plataformas útiles para la gestión en proyectos de construcción.....	41
V.4. Conclusiones del marco teórico .....	42
VI. Modelo de gestión de proyectos integrados: Aplicación al proyecto “Punta Colorada”	43
VI.1. Aplicabilidad de IPD al proyecto.....	43
VI.2. Identificación de herramientas útiles en la gestión del proyecto .....	43
VI.2.1. Aplicabilidad del PMBOK al proyecto.....	43
VI.2.2. Aplicabilidad de BIM al proyecto .....	44
VI.2.3. Aplicabilidad de Lean al proyecto .....	48
VI.3. Desglose de sistemas dentro del proyecto.....	49
VI.4. Mapa de fases y tareas para “Punta Colorada” desde el punto de vista de la gestión del proyecto con IPD .....	51
VI.5. Mapa de interesados (stakeholders) .....	61
VI.5.1. Identificación de organizaciones y agentes externos que intervienen en el proyecto.....	61
VI.5.2. Identificación de responsabilidades .....	76
VI.6. Integración y análisis de mapas de fases, tareas e interesados.....	78
VI.6.1. Responsabilidades adicionales de los involucrados .....	81
VI.6.2. Conclusiones de la integración de fases, actividades e interesados .....	90
VII. Conclusiones.....	91
VIII. Bibliografía .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización regional del proyecto (Fuente: Google, 2018).....	2
Figura 2 Plano general del proyecto (Fuente: Punta Colorada S.A.).....	3
Figura 3 Render del proyecto (Fuente: Punta Colorada S.A.).....	3
Figura 4 Volumen del sector de la construcción a nivel mundial (Fuente: Mckinsey, 2015)	4
Figura 5 Productividad del sector de la construcción Vs. otras industrias (McKinsey&Company, 2015) .....	5
Figura 6 Modelos de contratación (Sanz, 2015).....	12
Figura 7 Costo y nivel de dotación de personal (Project Management Institute, 2013).....	16
Figura 8 Grado de incertidumbre y dificultad de cambio (Project Management Institute, 2013) .....	16
Figura 9 Mapa de fases de un proyecto según IPD (American Institute of Architects California Council, 2007).....	24
Figura 10 Distribución de costes en un proyecto de infraestructura (Construction Productivity Partnership, 2014) .....	36
Figura 11 Circulo de la improductividad (Pons, 2014).....	39
Figura 12 Relación de los interesados en un proyecto (Elaboración propia) .....	62
Figura 13 Ejemplo del mapa de fases, tareas e interesados (Elaboración propia) .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Procesos de la gestión de proyectos (Elaboración propia) .....	17
Tabla 2 Usos del BIM (Elaboración propia).....	36
Tabla 3 Las 5 "S"s (Elaboración propia).....	38
Tabla 4 Usos del BIM en el proyecto "Punta Colorada" (Elaboración propia).....	44
Tabla 5 Implementación de las herramientas Lean al proyecto "Punta Colorada" (Elaboración propia) .....	48
Tabla 6 Actividades por sistema (Elaboración propia).....	51
Tabla 7 Actividades generales del proyecto (Elaboración propia) .....	54
Tabla 8 Distribución del proyecto en fases (Elaboración propia).....	56
Tabla 9 Conceptualización de las fases del proyecto (Elaboración propia) .....	60
Tabla 10 Interesados en la fase de conceptualización (Elaboración propia) .....	63
Tabla 11 Interesados marina (Elaboración propia).....	63
Tabla 12 Interesados hoteles (Elaboración propia).....	64
Tabla 13 Interesados casas (Elaboración propia).....	65
Tabla 14 Interesados edificios especiales (Elaboración propia).....	65
Tabla 15 Interesados canal de navegación (Elaboración propia).....	66
Tabla 16 Interesados paisajismo (Elaboración propia).....	66
Tabla 17 Interesados campo de golf (Elaboración propia) .....	67
Tabla 18 Interesados caminos (Elaboración propia) .....	68
Tabla 19 Interesados sistema eléctrico (Elaboración propia) .....	68
Tabla 20 Interesados agua potable (Elaboración propia).....	70
Tabla 21 Interesados drenaje Sanitario (Elaboración propia).....	71
Tabla 22 Interesados urbanización (Elaboración propia) .....	72
Tabla 23 Interesados movimiento de tierras (Elaboración propia).....	73

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

Tabla 24 Interesados campamento provisional (Elaboración propia) ..... 73

Tabla 25 Resumen global de interesados (Elaboración propia) ..... 74

## I. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción, actualmente se ha convertido en una industria cada vez más compleja y especializada.

Nuevas formas de gestionar los proyectos han llevado a los involucrados en modificar sus formas de trabajo, desde la comunicación, pasando por formatos estándares, plataformas digitales, así como colaboración con otros interesados en los proyectos, a menudo en diferentes localizaciones.

Los procesos de gestión han tenido una evolución radical en los últimos años dentro de la entrega de proyectos como son el DBB (Design Bid Build) CMAR (Construction Management at Risk) o DB (Design Build), en los cuales se busca brindar una satisfacción al promotor (Lichtig, 2006).

Algunas estrategias de contratación y adquisición contribuyen en la coordinación de actividades durante su ejecución, sin embargo, una mala planeación en el modo de ejecutar esta gestión puede llevar a no entender las formas en las que el equipo debe trabajar, tal como duplicación de actividades y sobrecarga de trabajo, llevando esto a una deficiencia en el proyecto y siendo reflejado en los resultados de rendimiento del mismo.

Los defectos explicados en el párrafo anterior conllevan generalmente a retrasos. Estos en los proyectos generan obligatoriamente sobrecostos, algunos de estos imputados al promotor por falta de explotación de la infraestructura en el tiempo que se tenía planificados, y otros sobrecostos, a los contratistas por inflaciones y excesos de pago en RRHH.

De acuerdo a lo anterior, es pertinente proponer nuevos sistemas de gestión, así como buscar la optimización de los actuales. Un aspecto muy importante a considerar es la integración de herramientas en los sistemas de gestión, ya que estos nos llevarán a unificar y estandarizar los trabajos realizados y lograr con ello una amalgama adecuada para la ejecución de los proyectos y su acercamiento a los resultados planteados durante su etapa de planificación.

## I.1. Punta Colorada

El proyecto a analizar en el presente estudio es denominado como “Punta Colorada” y se trata de un complejo turístico de 700 hectáreas ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba. Las características principales del proyecto incluyen:

- 1.600 unidades habitacionales entre casas, villas y bungalos
- Condominios y zonas residenciales
- Marina con aproximadamente 300 amarres
- 2 Campos de golf, con un total de 36 hoyos
- 3 Hoteles, con un total de 1250 habitaciones
- 700 ha de superficie
- Tiempo de ejecución: 7 Años
- Inversión aproximada de 700 Millones de Euros



Figura 1 Localización regional del proyecto (Fuente: Google, 2018)

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.



**Figura 2 Plano general del proyecto (Fuente: Punta Colorada S.A.)**

Se trata de un proyecto singular, basado en el desarrollo turístico, económico y productivo de una zona geográfica de gran valor para Cuba, y para el Caribe en general, en un momento histórico y único para la isla. Un proyecto que será referente mundial por su concepción, así como por su exclusividad, calidad y diseño.



**Figura 3 Render del proyecto (Fuente: Punta Colorada S.A.)**

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de la construcción es de gran importancia para la economía mundial, según datos del banco mundial, actualmente se destina 13% del PIB mundial para el desarrollo de las actividades de este sector, representando 9.5 trillones de dólares anuales (Banco mundial, 2017). En un sentido opuesto, la productividad que tiene la construcción ha ido decreciendo, y se ha rezagado en comparación con el resto de las industrias, razón por la cual es pertinente investigar acerca de novedosos sistemas de gestión, su aplicabilidad y la incidencia que estos tienen sobre la productividad del sector, mejorando así la rentabilidad de las inversiones.

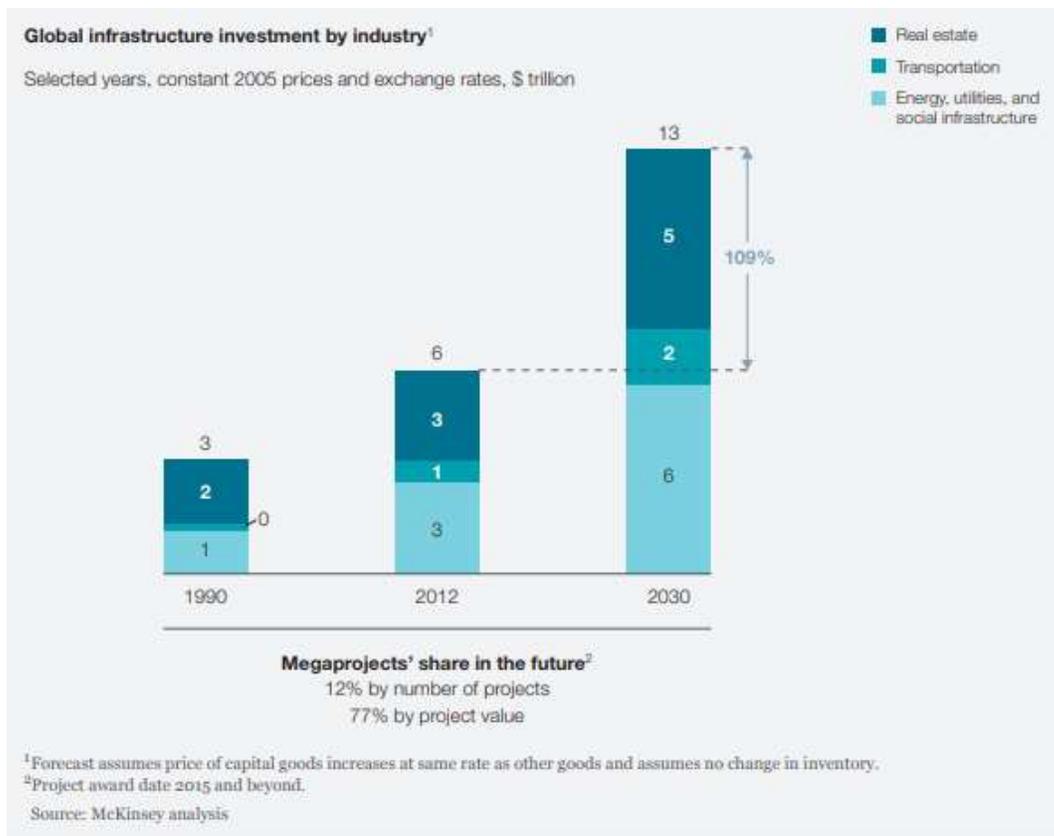
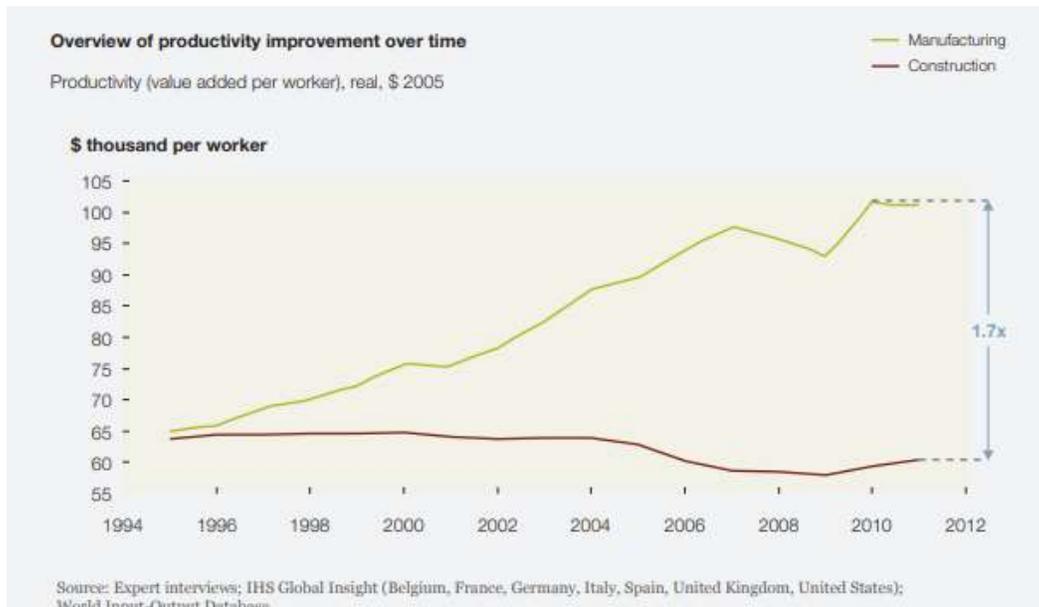


Figura 4 Volumen del sector de la construcción a nivel mundial (Fuente: Mckinsey, 2015)

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.



**Figura 5 Productividad del sector de la construcción Vs. otras industrias (McKinsey&Company, 2015)**

La optimización y la mejora en el sector de la construcción es un tema que se ha tratado de ver desde distintos ángulos, algunos de ellos son las metodologías de adquisición y la forma en la cual gestionar los proyectos.

La problemática anterior, desde un plano más particular en los proyectos de infraestructura generalmente inciden en sobre costes y atrasos a los proyectados en la planeación original de los mismos. Estos retrasos y sobrecostes son debidos a una serie de factores generados por el mismo proyecto, por sus interesados, las relaciones entre estos, la gestión de la información, entre otros muchos (Assaf & Al-hejji, 2006).

Existen muchas metodologías de gestión, diversas formas de contratación y procesos de adquisición que mezclados entre sí, ofrecen una gran diversidad de metodologías de gestión de proyectos como Diseño-Licitación Construcción (DBB), Construction Management at Risk (CM@R), Diseño Construcción (DB), Proyectos Integrados (IPD) entre otros. Es importante conocer las diferentes metodologías de gestión, sus ventajas y desventajas en comparación con otras metodologías; así como su aplicabilidad al proyecto en estudio, debido a que una incorrecta selección de metodología nos puede llevar a un completo fracaso en el proyecto.

Si bien es cierto que en la construcción podemos encontrar proyectos donde su planificación es sencilla de acuerdo a la semejanza en comparación con proyectos existentes, también es cierto que existen proyectos que son difícilmente comparables con otros, esto por la escala de magnitud, la integración de diferentes sistemas y la complicación técnica de los mismos. Las causas importantes son los problemas de financiamiento, los cambios en el diseño y el alcance, el retraso en la toma de decisiones y aprobaciones del propietario, dificultades para la obtención del permiso de construcción, y problemas de coordinación y comunicación. (Assaf & Al-hejji, 2006)

Dependiendo la magnitud del proyecto, la integración de diversos agentes involucrados es comúnmente multidisciplinar e internacional, lo cual genera que exista falta de comprensión en sus metodologías de trabajo, conllevando al gestor del proyecto a encontrar una solución en la cual se facilite el trabajo y la organización para los involucrados.

## **II.1. Hipótesis**

El desarrollo y la ejecución de una metodología para la gestión de un proyecto a lo largo de toda su vida, desde la conceptualización hasta la operación y mantenimiento, buscan mejorar la interacción entre los diferentes factores involucrados en el proyecto, factores inherentes del mismo, como los sistemas constructivos. Factores relacionados con los RRHH del proyecto y los factores que involucran la gestión como las herramientas utilizadas y la comunicación. La introducción de un modelo de gestión que delimite los factores mencionados permite un trabajo sistemático y una facilitación a la toma de decisiones.

La gestión consensada de un proyecto que involucre a la mayor cantidad de interesados y una estandarización en los medios y formas de comunicación, agilizan la visualización, entendimiento e intercambio de la comunicación.

Al diseñar y aplicar un modelo de gestión al proyecto "Punta Colorada" se busca optimizar técnica, económica y funcionalmente el proyecto.

### III. JUSTIFICACIÓN

En cuanto a proyectos complejos, han existido diversos esfuerzos por generar metodologías o recomendaciones para su gestión, en este estudio se analizarán las herramientas de Proyectos Integrados o IPD por sus siglas en inglés (Integrated Project Delivery) (American Institute of Architects California Council, 2007).

Este es un método de adquisición que incluye una serie de herramientas para la contratación y la gestión de proyectos de construcción. Los procedimientos de contratación, así como las herramientas que se utilizan en el IPD fueron descritos previamente de manera individual, pero el término de IPD conjuntó esta serie de herramientas y fue descrito por primera vez en 2007 por la AIA (American Institute Of Architects).

En el IPD se pretende buscar la integración de los participantes de un proyecto de infraestructura en la búsqueda de objetivos únicos y en el tiempo adecuado para optimizar el proyecto. Con ello se busca definir el mismo de una forma más detallada en estrategias tradicionales en las fases previas a la construcción, para después buscar la optimización de los procesos de construcción, reduciendo los costes de la construcción y velando siempre por mantener o mejorar la calidad esperada del producto final para cumplir de la manera más eficiente posible las funcionalidades buscadas dentro de su fase de explotación.

Este trabajo de fin de máster tiene como alcance el desarrollo de un **modelo de gestión de proyectos IPD**, así como la integración de herramientas de apoyo (BIM y LEAN) con la particular **aplicación al proyecto “Punta Colorada”**. Generando así un documento que cuente como referencia para su aplicación desde la etapa inicial del proyecto hasta su operación.

Basándonos en el caso de estudio “Punta Colorada”, podemos decir que este es un proyecto de gran magnitud, integrando diferentes sistemas y siendo este tipo de infraestructura nueva en Cuba, y singular en el resto del mundo. En el proyecto, participan organizaciones de diversos países tanto de Europa como de América del norte, Caribe y Sudamérica, por lo cual es importante gestionar la participación conjunta de estas entidades para garantizar los intereses comunes del proyecto.

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

IPD es considerada una buena opción para aplicar al proyecto “Punta Colorada, debido a la complejidad, a la intervención de diferentes actores y que dichos integrantes se encuentran en diferentes puntos geográficos. El objeto de este trabajo busca optimizar técnica, económica y funcionalmente el proyecto.

Implementar una metodología de gestión en el proyecto, implica la adecuación de la misma y su seguimiento para garantizar el correcto desarrollo de este. Buscar el mejor cumplimiento de los objetivos planteados por el promotor en la conceptualización; mejorando el rendimiento del mismo y haciendo que este megaproyecto que cuenta con una inversión aproximada de 700 MDD, que desarrollara durante 7 años aproximadamente, sea eficiente de una forma técnica, económica y funcionalmente.

## IV. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### Objetivo principal:

Generar un modelo de gestión de proyectos IPD y aplicarlo al proyecto “Punta Colorada” de manera que pueda ayudar a la optimización y mejora de la construcción, reduciendo los sobrecostos y aumentando su rendimiento.

### IV.1. Objetivos específicos:

- Definir y describir IPD.
- Definir las herramientas posibles a implementar, así como los interesados (stakeholders) que puedan servir para la implementación de los mismos.
- Generar un mapa de fases y tareas para “Punta Colorada” desde el punto de vista de la gestión del proyecto con IPD.
- Generar un mapa de interesados.
- Integrar y analizar los mapas de fases, tareas e interesados.
- Analizar las posibles ventajas y desventajas de la utilización del modelo planteado en la investigación.

### IV.2. Metodología de la investigación

**Objetivo 1:** Definir y describir IPD de manera que permita entender los procesos y métodos que se llevan a cabo en la gestión de proyectos complejos, sirviendo para su aplicación en el caso en particular del proyecto “Punta Colorada”

### Indicadores:

- Generar una descripción a detalle de IPD
- Extraer de las recomendaciones de IPD un mapa de fases de manera genérica
- Extraer, de acuerdo a las recomendaciones y bibliografía de IPD, las tareas a ejecutar en las diferentes fases del proyecto de manera genérica
- Describir una lista de interesados genérica, de acuerdo a las recomendaciones y bibliografía de IPD
- Cumplimiento del resultado del objetivo
- Conclusiones y recomendaciones

**Objetivo 2:** Definir las herramientas posibles a implementar, así como los interesados que puedan servir para la implementación de los mismos y que permita la interoperabilidad entre medios digitales, análogos y actores del proyecto, generando respuestas adecuadas para la toma de decisiones y medición de rendimiento del proyecto.

**Indicadores:**

- Integrar a partir de las recomendaciones del PMI las mejores prácticas para la gestión de proyectos su aplicación con IPD y con el proyecto “Punta Colorada”
- Integrar a partir de la bibliografía y documentos científicos la información relevante acerca de BIM. Definir su aplicabilidad a proyectos IPD y al proyecto “Punta Colorada”
- Integrar a partir de la bibliografía y documentos científicos la información relevante acerca de LEAN y LEAN Construction. Definir su aplicabilidad a proyectos IPD y al proyecto “Punta Colorada”
- Cumplimiento del resultado del objetivo
- Conclusiones y recomendaciones

**Objetivo 3:** Generar un mapa de fases y tareas para “Punta Colorada” desde el punto de vista de la gestión del proyecto con IPD. Esto servirá para tener una visualización mas clara del proyecto, sus fases y las tareas que se tienen que realizar dentro de estas, permitiendo también, tener adecuadamente definida la comunicación entre los actores, sus responsabilidades y la interoperabilidad durante el desarrollo del proyecto.

**Indicadores:**

- Verificar la aplicabilidad del proyecto “Punta Colorada” a la metodología explicada anteriormente de IPD
- Identificar las herramientas útiles aplicables al proyecto y la implantación de las mismas
- Generar un mapa de fases y tareas para el proyecto “Punta Colorada”
- Cumplimiento del resultado del objetivo
- Conclusiones y recomendaciones

**Objetivo 4:** Generar un mapa de interesados (stakeholders) del proyecto “Punta Colorada”

**Indicadores:**

- Respecto a la información del proyecto, identificar las organizaciones que intervienen en él, así como agentes externos que tengan alguna repercusión en el proyecto.
- Definir las responsabilidades principales de cada interesado en el desarrollo del proyecto.
- Cumplimiento del resultado del objetivo
- Conclusiones y recomendaciones

**Objetivo 5:** Integrar y analizar los mapas de fases, tareas e interesados del proyecto “Punta Colorada” con motivo de tener una mejor visión de las responsabilidades de cada interesado, sus relaciones con los otros interesados y las responsabilidades inherentes al trabajo que cada uno de ellos desarrollan. Con esto se podrá determinar una correcta estrategia de comunicación entre ellos.

**Indicadores:**

- Integrar al mapa de fases y tareas los interesados del proyecto “Punta Colorada”
- Desarrollar un mapa de relaciones entre los interesados.
- Definir responsabilidades que surjan de la integración de los mapas
- Definir procesos de comunicación entre los interesados y sus particularidades en los diferentes procesos del proyecto “Punta Colorada”
- Cumplimiento del resultado del objetivo
- Conclusiones y recomendaciones

## V. MARCO TEÓRICO

### V.1. Estado del Arte

### V.2. En el ámbito investigativo

#### V.2.1. Modelos de contratación de proyectos en la construcción

En la contratación de proyectos de infraestructura, los modelos de contratación tradicionales diferencian claramente las fases de diseño y construcción, siendo esto altamente criticado por la pérdida debida a los sobrecostos y a la calidad del proyecto final.

Los principales factores analizados que perjudican al resultado final son la falta de integración y de comunicación efectiva. Los problemas mencionados han llevado al desarrollo de diferentes métodos de contratación, permitiendo una mayor integración y colaboración entre las partes y apuntando a la integración como un factor de éxito. (Sanz, 2015)

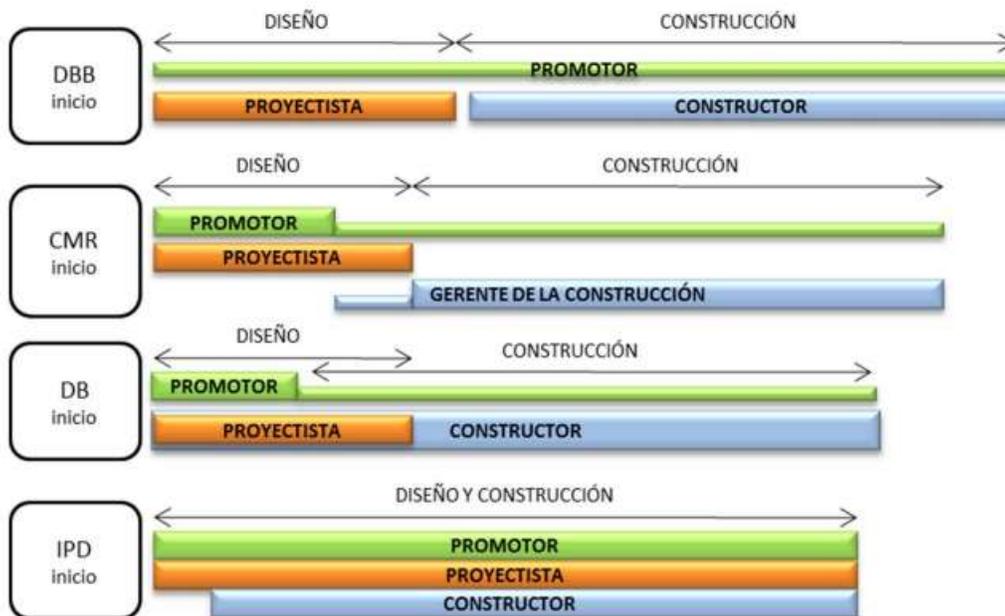


Figura 6 Modelos de contratación (Sanz, 2015)

### **V.2.1.1. Modelos de contratación típicos**

#### **Diseño – Licitación – Construcción (DBB)**

Este se trata del método comúnmente denominado como método tradicional, en el cual el promotor contrata de manera independiente con el diseñador y con el constructor. Las firmas de ingeniería son contratadas para desarrollar el 100% de los documentos de diseño. El promotor o representante posteriormente fija licitaciones a un precio establecido a los contratistas para la ejecución de los trabajos de construcción. El diseñador y el constructor no tienen una obligación contractual entre ambas partes, y el promotor tiene todo el riesgo asociado a la terminación del proyecto (Beckgroup, 2012).

#### **Construction Management At Risk (CM@R)**

CMAR proporciona servicios de consultoría durante la fase de diseño del proyecto y se contrata con un costo negociado, más una base de precio máximo garantizado en lugar de una oferta cerrada al precio más bajo. Por ejemplo, CMAR ha sido definido por un estado como: "Un método de entrega de proyectos en el que el encargado de compras celebra un único contrato con un oferente que asume el riesgo de la construcción a un precio máximo garantizado contratado de forma general, y proporciona servicios de consulta y colaboración en relación con la construcción, durante y después del diseño de un proyecto de capital. (Weisberg & Krauze, 2018)

### **V.2.1.2. Modelos de contratación colaborativos**

#### **Diseño Construcción (DB)**

Bajo este método, el promotor, típicamente contrata a una sola entidad (diseñador y constructor) para ejecutar tanto el diseño y la construcción en un solo contrato. Partes del todo el diseño y/o construcción pueden ser desarrolladas por el mismo promotor o por entidades externas. DB es caracterizado por sus altos niveles de colaboración entre las disciplinas de diseño y construcción, y con una sola entidad tomando el riesgo del proyecto. Típicamente, el constructor general es el responsable contractual de este modelo de contratación (Beckgroup, 2012)

## **Proyectos Integrados (IPD)**

Integrated Project Delivery (IPD) es un método de estructura de contratación que busca integrar personas, sistemas, estructuras de negocio y prácticas en un proceso que colaborativamente explote el potencial de la experiencia y talento de todos los interesados del proyecto, con el afán de optimizar la productividad del proyecto. A través de la integración de contribuciones de conocimiento y experiencia en etapas tempranas del proyecto a través de las nuevas tecnologías, permite a todos los miembros del equipo alcanzar su máximo potencial mientras se expande el valor que proveen durante el ciclo de vida del proyecto. (Hassan, 2013)

### **V.3. Bases teóricas**

#### **V.3.1. En el ámbito normativo**

##### **V.3.1.1. Organizaciones con enfoque a la gestión de proyectos**

###### **V.3.1.1.1. Project Management Institute (PMI)**

El Project Management Institute PMI es una organización que asocia a profesionales relacionados con la gestión de proyectos, siendo esta la más grande en su rubro con más de 500.000 miembros en más de 500 países fundada en 1969 (PMI, 2016). A principios de los años 90's PMI publicó en su primera edición el PMBOK (Project Management Book Of Knowledge) el cual es un libro con herramientas y una descripción general de gestión de proyectos, convirtiéndose rápidamente en un pilar para la gestión de proyectos.

### **PMBOK**

El PMBOK, como se mencionó anteriormente es un libro que tiene una extensa descripción de la gestión de proyectos, con herramientas llamadas “Buenas Prácticas”, principalmente, el PMBOK se compone en 13 temas enumerados a continuación:

- I. Introducción
- II. Conceptos Básicos de la administración de proyectos
- III. Procesos de la dirección de proyectos
- IV. Gestión de la integración del proyecto
- V. Gestión del alcance del proyecto
- VI. Gestión del tiempo del proyecto

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto "Punta Colorada" ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

- VII. Gestión de los costos del proyecto
- VIII. Gestión de la calidad del proyecto
- IX. Gestión de los recursos humanos del proyecto
- X. Gestión de las comunicaciones del proyecto
- XI. Gestión de los riesgos del proyecto
- XII. Gestión de las adquisiciones del proyecto
- XIII. Gestión de los interesados del proyecto

El PMBOK realiza una descripción genérica de los interesados del proyecto enumerando a los siguientes:

- Patrocinador
- Clientes y usuarios
- Vendedores
- Socios de negocios
- Grupos de la organización
- Gerentes funcionales
- Otros interesados

El ciclo de vida es descrito por el PMBOK de acuerdo a 4 fases primordiales en la vida de todo proyecto, Inicio del proyecto, Organización y preparación, Ejecución del trabajo y Cierre, Definiendo en estos el grado de recursos necesarios para su ejecución y la dificultad de cambios tal y como se muestran en las siguientes figuras.

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.



Figura 7 Costo y nivel de dotación de personal (Project Management Institute, 2013)

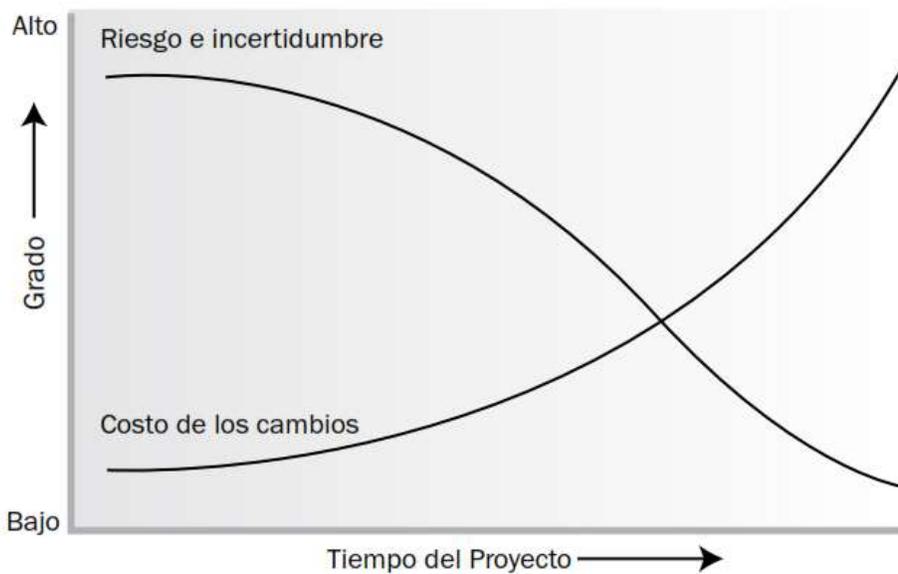


Figura 8 Grado de incertidumbre y dificultad de cambio (Project Management Institute, 2013)

El PMBOK, define todas las actividades a realizar en la gestión de un proyecto a través de dos conceptos fundamentales que son los **Grupos de procesos** y las **Áreas del conocimiento**, en el cual el primero está definido de acuerdo a la etapa de desarrollo en la

que se encuentre el proyecto y las segundas de acuerdo a la función que ejecuta cada tarea; en total, el PMBOK considera 47 procesos tal como se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 1 Procesos de la gestión de proyectos (Elaboración propia)**

Áreas del Conocimiento \ Grupo de Procesos	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
<b>4. Gestión de la Integración del Proyecto</b>	4.1 Desarrollar el acta de constitución del proyecto	4.2 Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	4.3 Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto	4.4 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto	4.6 Cerrar el proyecto o fase
				4.5 Realizar el control de cambios	
<b>5. Gestión del Alcance del Proyecto</b>		5.1 Planificar la gestión del alcance		5.5 Validar el alcance	
		5.2 Recopilar requisitos			
		5.3 Definir el alcance		5.6 Controlar el alcance	
		5.4 Crear la EDT/WBS			
<b>6. Gestión del Tiempo del Proyecto</b>		6.1 Planificar la gestión del cronograma		6.7 Controlar el cronograma	
		6.2 Definir las actividades			
		6.3 Secuenciar las actividades			
		6.4 Estimar los recursos de las actividades			
		6.5 Estimar la duración de las actividades			
		6.6 Desarrollar el cronograma			

Áreas del Conocimiento \ Grupo de Procesos	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
7. Gestión de los Costes del Proyecto		7.1 Planificar la gestión de costos		7.4 Controlar los costos	
		7.2 Estimar los costos			
		7.3 Determinar el presupuesto			
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la gestión de la calidad	8.2 Realizar el aseguramiento de la calidad	8.3 Controlar la calidad	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificar la gestión de los recursos humanos	9.2 Adquirir el equipo del proyecto		
			9.3 Desarrollar el equipo del proyecto		
			9.4 Dirigir el equipo del proyecto		
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la gestión de las comunicaciones	10.2 Gestionar las comunicaciones	10.3 Controlar las comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la gestión de los riesgos		11.6 Controlar los riesgos	
		11.2 Identificar los riesgos			
		11.3 Realizar análisis cualitativo de los riesgos			
		11.4 Realizar el análisis cuantitativo de los riesgos			
		11.5 Planificar la respuesta a los riesgos			
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la gestión de adquisiciones	12.2 Efectuar las adquisiciones	12.3 Controlar las adquisiciones	12.4 Cierre de adquisiciones

Áreas del Conocimiento \ Grupo de Procesos	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
<b>13. Gestión de los Interesados del Proyecto</b>	13.1 Identificar a los interesados	13.2 Planificar la gestión de los interesados	13.3 Gestionar la participación de los interesados	13.4 Controlar la participación de los interesados	

#### **V.3.1.1.2. Lean Construction Institute (LCI)**

Lean Construction Institute (LCI) es una organización sin fines de lucro fundada en 1997. Este instituto opera como un catalizador a la transformación de la industria a través de Lean Project Delivery (Gestión Lean de Proyectos) usando un sistema operativo centrado en un lenguaje común, principios fundamentales y prácticas básicas. Su visión se centra en la transformación del sector de la construcción a través de la implementación LEAN (LCI, 2018).

#### **V.3.1.1.3. American Institute of Architects (AIA)**

El American Institute of Architects, (AIA) o Instituto Americano de Arquitectos por su traducción al español, es una organización sin fines de lucro fundada en 1857 que actualmente cuenta con más de 90.000 miembros activos. La AIA está avocada a dar un valor agregado a los arquitectos y a brindarles las herramientas necesarias para el mejor desarrollo de su trabajo. (AIA, 2018).

Uno de los trabajos mas significativos de la AIA fue en el 2007 con el desarrollo de una guía IPD, en la cual describen una metodología de gestión basada en trabajo colaborativo, esta metodología está desarrollada a continuación.

#### **Definición de IPD**

Como se explicó anteriormente Integrated Project Delivery (IPD) o Proyectos integrados en su traducción al español, es un enfoque de gestión de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras y prácticas empresariales en un proceso que aprovecha de forma colaborativa los talentos y las percepciones de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el propietario, reducir los residuos y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

Los principios de IPD pueden ser aplicados a una variedad de contratos y los equipos de IPD pueden incluir miembros que van más allá de la tríada básica (DBB) de propietario, arquitecto y contratista, incluyendo a los consultores de diseño, a los contratistas secundarios, proveedores y permitiendo que se incluyan todos los interesados particulares del proyecto, por ejemplo, a un asesor BIM. En todos los casos, los proyectos integrados se distinguen por ser altamente efectivos en la colaboración entre el propietario, el diseñador principal, el diseñador secundario y constructor, comenzando desde el diseño inicial y continuando hasta la entrega del proyecto. (American Institute of Architects California Council, 2007) (Traducción propia).

La guía de IPD publicada por la AIA en 2007, provee información y herramientas en los principios de IPD, y explica cómo utilizar la metodología IPD en proyectos durante el diseño y construcción.

a gestión de proyectos se basa en 9 fundamentos principales los cuales son prescritos con el fin de mejorar las relaciones entre los participantes del proyecto y para mejorar los resultados del mismo. Estos 9 principios se enumeran a continuación:

1. Respeto mutuo y confianza
2. Beneficio y recompensas mutuas
3. Innovación y toma de decisiones colaborativa
4. Integración de los participantes clave en el proyecto desde una etapa temprana
5. Definición temprana de las metas del proyecto
6. Planificación intensiva
7. Comunicación abierta
8. Tecnología apropiada
9. Organización y liderazgo

IPD, al igual que en métodos tradicionales, deja la expectativa de riesgos. Esto es porque el éxito en IPD es medido a través de metas compartidas y, en muchos casos, consecuencias financieras de su éxito o fracaso. (American Institute of Architects California Council, 2007)

### **Interesados en IPD**

IPD define una serie de interesados en el proyecto, los cuales tienen tareas y roles de acuerdo a la fase en la que se encuentre el proyecto, los interesados del proyecto según la AIA son los siguientes:

**Promotor:** Es el dueño del proyecto, principal inversionista y, en varios casos, el operador de la infraestructura. Esta figura deberá ser el último responsable en la toma de decisiones del proyecto, encargado por delimitar y fijar las metas del mismo.

**Diseñadores:** Encargados de la realización y coordinación del diseño del proyecto, IPD define dos tipos de diseñadores, el diseñador principal, quien es encargado del diseño de los elementos principales del proyecto, y los consultores en diseño, quienes son actores expertos en sistemas particulares del proyecto y quienes estarán encargados del mismo. La función primaria del diseñador principal es la de realizar el diseño general del proyecto, y coordinar el diseño con los consultores de diseño, contratistas, y proveedores. El diseñador principal recibirá la retroalimentación de otros actores con el fin de optimizar el diseño y evitar problemas futuros. Los consultores en diseño serán los encargados de sistemas específicos en los que están especializados, así como en ofrecer comentarios y retroalimentación al diseñador principal para la coordinación de los diseños.

**Contratistas:** Los contratistas serán los responsables de la ejecución del proyecto. Para esto, previo a la construcción, deben de retroalimentar al diseñador con el refinamiento del programa, y los costes del proyecto. También deberá de coordinar las adquisiciones del proyecto con los proveedores y subcontratistas, así como dar siempre sus comentarios respecto al diseño.

**Proveedores:** Los proveedores son los agentes encargados de proveer un servicio y/o producto específico dentro del proyecto, los proveedores deberán de entregar el tiempo, coste y metodología para la ejecución de su alcance.

**Administración Pública:** La Administración pública es la única encargada del otorgamiento de permisos y autorizaciones del proyecto, basándose en las normas y estándares del marco jurídico del proyecto y analizando de forma técnica el proyecto.

**Coordinador:** El coordinador, es el facilitador de las reuniones y de la información del proyecto. Es el encargado de gestionar la forma de realizar el trabajo entre los interesados del proyecto, delimitar las responsabilidades de los interesados y del correcto funcionamiento del equipo, velando siempre por el aprendizaje en grupo y por las metas del proyecto.

**Asesor BIM:** Aún no definido por el manual de IPD, el asesor BIM se propone como un agente de apoyo para la implantación del BIM en el proyecto. El asesor BIM será el encargado de definir las plataformas de trabajo del modelo, recibir y gestionar la información de los diseñadores y del contratista para su integración en un único modelo BIM. El asesor BIM es el encargado de realizar un Plan de Gestión BIM (BEP por sus siglas en inglés) y de gestionar la información pertinente al modelo BIM. Además de ser el agente coordinador e integrador del modelo, el Asesor BIM también deberá de fungir como apoyo tecnológico a los miembros del equipo del proyecto.

### **Mapa de fases**

En el afán de dirigir los esfuerzos en realizar las modificaciones del proyecto en la etapa mas temprana posible, IPD reestructura las fases de un proyecto basándose en **¿Qué vamos a hacer?, ¿Cómo lo vamos a hacer?, ¿Quién lo va a hacer? Y la realización del proyecto.**

Con estos planteamientos IPD define 8 fases enlistadas a continuación tal y como se muestra en las siguientes figuras:

### **Fases y Objetivos**

1. Conceptualización
  - a. Desarrollo de metas de rendimiento en cuanto al tamaño, la sustentabilidad, el rendimiento económico y las métricas del rendimiento exitoso
  - b. Estructura de costes
    - i. Los costes se pueden vincular al modelo BIM para la toma de decisiones rápidas
    - ii. Los costes son detallados por sistema para su entendimiento del rango de costes y la importancia de cada sistema
    - iii. Estudios de posibles mejoras por elementos claves
    - iv. Benchmarking comparando los costes del proyecto con el mercado

- c. Programa Inicial vinculado al modelo de desarrollo
  - d. Acuerdo de metodologías de comunicación y tecnologías a utilizar incluyendo la plataforma BIM a utilizar, la administración y mantenimiento del modelo BIM y la fuente de veracidad de los datos. Además, se deberá definir los criterios de interoperabilidad, los protocolos de intercambio de información, el nivel de detalle de desarrollo (LOD) y la gestión de tolerancias.
2. Diseño por criterio (Anteproyecto)
- a. Continuar con el siguiente nivel de detalle en cuanto a:
    - i. Alcance
    - ii. Forma, colindancias y espacios relacionales
    - iii. Selección y diseño inicial del mayor sistema de construcción
    - iv. Estimación de costos (Con un nivel de detalle adecuado para la fase)
    - v. Programa (Con un nivel de detalle adecuado para la fase)
3. Diseño detallado
- a. La infraestructura debe de ser definida completamente, coordinada y validada
    - i. Los principales sistemas son definidos incluyendo el equipamiento dentro del alcance del proyecto
    - ii. Todos los elementos de construcción están completamente diseñados y coordinados
    - iii. Los acuerdos deben de ser alcanzados con las tolerancias entre partes para asegurar la constructibilidad y para permitir la mayor prefabricación posible
    - iv. Los niveles de calidad del proyecto son definidos en esta etapa
  - b. Las especificaciones del proyecto deben de completarse basadas en sistemas prescritos y acordados
  - c. El costo debe de establecerse con un alto nivel de precisión
  - d. El programa de construcción debe de ser establecido con un alto nivel de precisión
4. Documentación a implementar
- a. Los medios y métodos de construcción son finalizados y documentados
  - b. El programa de trabajo es terminado y acotado entre las partes
  - c. El coste de construcción es terminado y acotado entre las partes
  - d. Los costes son vinculados al modelo
  - e. Las especificaciones son terminadas completamente al modelo
  - f. Los documentos de implementación deben de definir y visualizar el proyecto para participantes que no han sido integrados en el equipo
    - i. Deben de definir al proyecto como apto de financiamiento para los bancos
    - ii. Deben realizarse los documentos de licitación para las partes externas al proyecto
  - g. Los planos de taller son altamente detallados
5. Revisión de la administración
- a. Solicitud y gestión de todos los permisos y las autorizaciones necesarias para la ejecución del proyecto
6. Procura (Comisionamiento)

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

- a. En esta fase, se deben de definir y realizar las contrataciones necesarias para la ejecución del proyecto. De la misma manera, los materiales y equipos a utilizar durante la construcción deberán de estar contratados.
7. Construcción
- a. En esta etapa deberá de ser sustancialmente cumplido el proyecto, estando listo para su operación, buscando principalmente:
    - i. Que virtualmente no haya requerimientos de Información
    - ii. Menor esfuerzo de la gestión de la construcción
    - iii. Mejor entendimiento del diseño por la visualización BIM
    - iv. Lograr una disminución en el desperdicio y en el riesgo de seguridad y salud
    - v. Tener un programa similar a la realidad para observar la coordinación de trabajos y las desviaciones del programa
8. Cierre
- a. Entrega de un modelo “As Built” para su uso a largo plazo en gestión de la infraestructura, mantenimiento y operación.
    - i. El modelo puede ser utilizado para monitoreo integrado, sistemas de seguridad y control, automatización, entre otros.
    - ii. Comparación del rendimiento actual con el planteado
    - iii. Referenciación de garantías e información de mantenimiento y operación

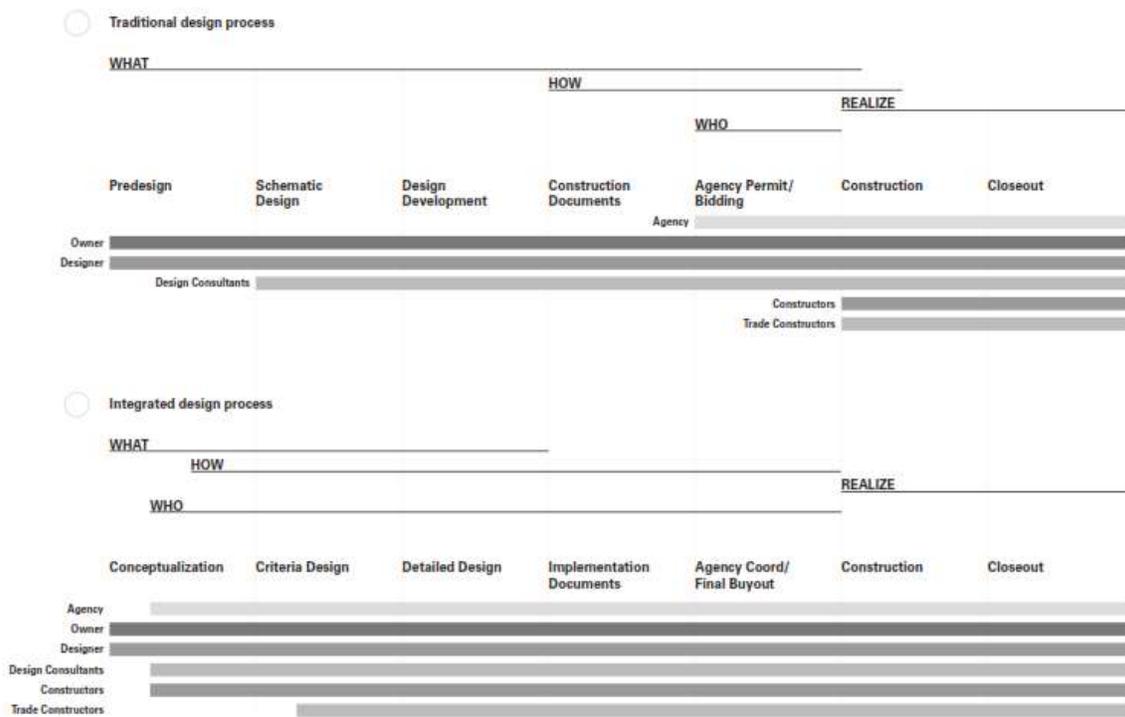


Figura 9 Mapa de fases de un proyecto según IPD (American Institute of Architects California Council, 2007)

## Tareas de un Proyecto IPD

A Partir de las fases propuestas, IPD considera XX tareas en la realización de un proyecto IPD; estas tareas están vinculadas con las fases en la que se realiza y las responsabilidades que tienen los interesados para su ejecución. Las tareas a ejecutar son las siguientes:

### Conceptualización

#### 1. Promotor

- Establecer metas de funcionalidad, desempeño de la infraestructura, programa y presupuesto basados en el caso de negocio de la empresa
- Proveer la inversión estableciendo hitos financieros críticos
- Determinar el método de contratación del proyecto
- Dirigir la selección del equipo
- Proveer información del sitio (topografía, condiciones del suelo, estudios de impacto ambiental, entre otros)
- Proveer parámetros de pólizas y programas de seguros, mitigación en la seguridad y salud)
- Establecer procesos internos para input de usuarios, revisiones y aprobaciones, así como de toma de decisiones
- Proveer al equipo de información legal que afecte al proyecto

#### 2. Coordinador del equipo

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación, organización y dirección del equipo
- Concordancia del equipo con los requerimientos del dueño
- Programa general del proyecto
- Información necesaria para el proyecto

#### 3. Diseñador principal

- Validación de oportunidades y opciones de la propuesta al resultado final del proyecto
- Confirmar que el programa del sitio cumple con códigos y estándares y que está alineado con las metas del proyecto
- Visualizar la infraestructura en LOD 100 y preocupaciones sobre el sitio
- Identificar diseños de sustentabilidad que tengan un impacto en costo del proyecto
- Diseñar el programa

#### 4. Consultor en Diseño

- Retroalimentación en sistemas de construcción para alcanzar las metas de rendimiento

- Identificación de requerimientos del proyecto y de los sistemas que afectarán los entregables

#### **5. Contratista principal**

- Información de costes
- Constructibilidad
- Programa inicial de procura y construcción, incluyendo su integración al modelo

#### **6. Contratistas secundarios**

- Coste inicial para su alcance
- Coste opcional para alcances adicionales
- Constructibilidad para el alcance aplicable
- Programa inicial para el alcance aplicable

#### **7. Proveedores**

- Costes específicos
- Identificar de elementos de entrega a largo plazo
- Proveer hojas de datos de productos
- Proveer información del ciclo de vida y de la eficiencia energética del proyecto

#### **8. Administración Pública**

- Revisar limitaciones del proyecto, requerimientos normativos y los requerimientos de prueba e inspección
- Validar la aplicación/revisar calendario

### **Diseño por criterio (Anteproyecto)**

#### **1. Promotor**

- Arbitro final en las metas y estándares del proyecto después de consultar
- Establecer criterios de decisión para evaluar propuestas con operaciones actuales y futuras
- Toma de decisiones en opciones existentes
- Facilitar especificaciones y coordinarlas con el equipo
- Facilitar retroalimentación al equipo con revisiones del trabajo
- Revisar y aprobar documentos de criterio (anteproyecto)

#### **2. Coordinador del equipo**

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación, organización y dirección del equipo

- Dirigir la selección del equipo
- Coordinar la asignación de responsabilidades, acciones y requerimientos
- Coordinar y controlar el rendimiento del equipo
- Coordinar el programa general del proyecto

#### **3. Diseñador principal**

- Integración de las entradas de diseño de todos los miembros del equipo
- Confirmar las experiencias del usuario/operario con su relación con el proyecto
- Crear relaciones espaciales y de colindancias del proyecto
- Coordinar la selección de los sistemas mas importantes y los requerimientos de rendimiento

- Integrar requerimientos normativos de construcción
- Alinear metas de sustentabilidad con el proyecto y los sistemas propuestos
- Refinamiento del programa del proyecto

#### **4. Consultor en Diseño**

- Seleccionar el mayor sistema de construcción y establecer los requerimientos de rendimiento del proyecto
- Localizar las mayores piezas de equipamiento y alinearlas con el proyecto
- Identificar las condiciones únicas para ser consideradas en la siguiente fase

#### **5. Contratista principal**

- Retroalimentación continua de los costes usando información extraída del modelo (en esta fase, la mayoría de los elementos pueden ser conceptuales)
- Validación del coste objetivo
- Refinamiento del programa de construcción

- Aspectos de constructibilidad
- Discusión inicial de tolerancias y opciones de prefabricación

#### **6. Contratistas secundarios**

- Validar coste objetivo para el alcance del trabajo
- Validar programa para el alcance del trabajo
- Proveer tolerancias y opciones de prefabricación
- Verificar la compatibilidad con el diseño y el trabajo de otros integrantes

#### **7. Proveedores**

- Validar coste objetivo para diferentes elementos
- Validar tiempos de entrega para equipos de larga entrega
- Proveer tolerancias para elementos y oportunidades de prefabricación

#### **8. Administración Pública**

- Requerimientos de aplicación de permisos y programa
- Validación de programas en cuestión de seguridad y salud

## **Diseño detallado**

### **1. Promotor**

- Proveer decisión y guía a todas las alternativas
- Aprobar el diseño antes de la fase de implementación de la documentación
- Ser el árbitro en cambios de diseño y en particular aceptarlos de acuerdo al rendimiento

### **2. Coordinador del equipo**

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación, organización y dirección del equipo
- Coordinar las alternativas para su presentación al promotor
- Coordinar y controlar el rendimiento del equipo

- Asegurar la compatibilidad del diseño con los requerimientos del proyecto
- Dirigir la revisión de rendimiento de los sistemas de forma integrada

### **3. Diseñador principal**

- Coordinar entregables a los interesados y asegurar el cumplimiento con los requerimientos del proyecto
- Detallar ideas conceptuales a formas construibles
- Cumplimiento de normas y códigos

### **4. Consultor en Diseño**

- Completar diseño de sistemas de construcción
- Verificar el rendimiento de los sistemas

### **5. Contratista principal**

- Retroalimentación continua de los costes usando información extraída del modelo. Todas las cantidades están basadas en cantidades de proveedores y de contratistas secundarios
- Verificar que el coste incluye todo y es preciso
- Verificar las decisiones de prefabricación

- Verificar el programa de construcción
- Finalizar la coordinación de sistemas de construcción, incluyendo MEP's
- Verificar tolerancias

### **6. Contratistas secundarios**

- Proveer entregables para coordinación y resolución de conflictos
- Proveer modelos detallados para el alcance del trabajo, ajustar los modelos para coordinar con otros sistemas
- Verificar el coste de su trabajo
- Verificar programa de su trabajo

### **7. Proveedores**

- Proveer entregables para coordinación y resolución de conflictos
- Proveer modelos para elementos específicos
- Verificar coste de elementos específicos
- Validar tiempos para equipos de larga entrega
- Verificar tolerancias para elementos específicos

### **8. Administración Pública**

- Revisar cumplimiento de normas y estándares

## **Documentación a implementar**

### **1. Promotor**

- Verificar las metas de rendimiento del proyecto y el caso de negocio
- Aprobación final de los alcances y las mediciones del proyecto

- Coordinar los requerimientos financieros para comenzar la construcción
- Facilitar revisiones y aprobaciones para usuario final

- Iniciar la transición de planeamiento para la operación del proyecto
- Establecer el proceso de atracción de los usuarios
- Finalizar las especificaciones para el equipo mayor
- Definir los requerimientos para control de la Seguridad y Salud

## **2. Coordinador del equipo**

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación, organización y dirección del equipo
- Coordinar los requerimientos legales del proyecto mientras se relacionan con el proceso de adquisición del promotor
- Coordinar las entradas del equipo y facilitar el programa y presupuesto a lo largo del tiempo de las adquisiciones

## **3. Diseñador principal**

- Finalizar el modelo para los principales sistemas constructivos
- Proveer información descriptiva de fabricación y construcción de los principales sistemas constructivos
- Finalizar las especificaciones

## **4. Consultor en Diseño**

- Finalizar el modelo para los sistemas relacionados con su alcance
- Proveer información descriptiva de fabricación y construcción relacionados con su alcance
- Finalizar las especificaciones

## **5. Contratista principal**

- Finalizar el modelo de construcción 4D (Tiempo)
- Finalizar el modelo de construcción 5D (Costes)
- Completar información de Compras, ensamblaje, planos, programa detallado, Información de procedimientos (pruebas de arranque y puesta en marcha)
- Asegurarse que todo el trabajo esté considerado

## **6. Contratistas secundarios**

- Finalizar el programa y coste aplicable a su alcance
- Asegurarse que el modelo y las especificaciones contienen información suficiente y no ambigua para completar su trabajo
- Algunos proveedores pueden incluir un modelo extra vinculado o planos para fabricación o ensamblaje
- Desarrollar nivel de implementación para su alcance en taller

## **7. Proveedores**

- Finalizar el coste y programa de elementos específicos
- Proveedores técnicamente sofisticados pueden aumentar su diseño
- Desarrollo de información de implementación para taller

## **8. Administración Pública**

- Verificar que la información está completa para otorgar los permisos

## Revisión de la administración

### 1. Promotor

- Arbitro final en la estrategia de dirección, de acuerdo a negociaciones con la administración, para la entrega de permisos
- Facilitar respuestas a modificaciones requeridas por la administración
- Obtener los permisos y autorizaciones

### 2. Coordinador del equipo

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación, organización y dirección del equipo
- Coordinar y gestionar el proceso de revisión de la administración

### 3. Diseñador principal

- Reunirse con un representante de la administración para

asegurar que el cumplimiento de la normatividad esté comprendido

### 4. Consultor en Diseño

- Reunirse con un representante de la administración para asegurar que el cumplimiento de la normatividad esté comprendido

### 5. Contratista principal

- Coordinar las aplicaciones para los permisos relativos a la construcción (Grúas, cierre de calles, entre otros)

### 6. Contratistas secundarios

### 7. Proveedores

### 8. Administración Pública

- Revisar y aprobar plan de diseño y construcción

## Procura

### 1. Promotor

- Arbitro final en los requerimientos para precalificación, definir los requerimientos de las organizaciones
- Participar en conferencias de pre-licitación y proveer a las organizaciones requerimientos que afecten a los licitantes

### 2. Coordinador del equipo

- Facilitación de los requerimientos del equipo,

coordinación, organización y dirección del equipo

### 3. Diseñador principal

- Responder a los cuestionamientos de participantes en las licitaciones del proyecto
- Responder a los estudios de prefabricación para asegurar la integridad de los diseños

### 4. Consultor en Diseño

- Responder a los cuestionamientos de los

participantes en las licitaciones del proyecto

- Responder a los estudios de prefabricación para asegurar la integridad de los diseños

#### **5. Contratista principal**

- Asegurarse que el comisionamiento de todos los trabajos está en su lugar para completar el proyecto

- Paquetes de trabajo pueden ser licitados basados en las cuantificaciones del proyecto
- Coordinación y gestión de los procesos de compras

#### **6. Contratistas secundarios**

#### **7. Proveedores**

#### **8. Administración Pública**

## **Construcción**

### **1. Promotor**

- Monitorear la organización para cambios basados en el caso de negocio
- Gestión de las obligaciones contractuales del promotor
- Gestión de los procesos de toma de decisión y de las revisiones internas
- Gestión del proceso de transición para ocupar y arrancar el proyecto completado
- Organizar el comisionamiento de equipos y las etapas de construcción

### **2. Coordinador del equipo**

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación, organización y dirección del equipo

### **3. Diseñador principal**

- Responsabilidad del contrato de construcción desde el punto de vista del diseño
- Responder a las requisiciones de información

- Coordinar requisiciones de información de todos los proveedores
- Proveer actualizaciones al BIM respondiendo a necesidades de campo o de las consultas de diseño
- Coordinar modificaciones BIM
- Gestionar cambios de diseño por modificaciones de último momento o peticiones de cambio del promotor
- Revisar requisiciones de cambio para confirmar su validez
- Trabajar con el constructor principal para verificar que el proyecto está en conformidad con el diseño
- Ejecutar documentos As Built

### **4. Consultor en Diseño**

- Responder a las requisiciones de información
- Proveer actualizaciones al BIM respondiendo a necesidades de campo o de las consultas de diseño
- Coordinar modificaciones BIM

- Gestionar cambios de diseño por modificaciones de último momento o peticiones de cambio del promotor
- Revisar requisiciones de cambio para confirmar su validez
- Trabajar con el constructor principal para verificar que el proyecto está en conformidad con el diseño
- Ejecutar documentos As Built

#### **5. Contratista principal**

- Coordinar contratistas secundarios, proveedores y el trabajo realizado por su organización para asegurar la finalización del proyecto
- de acuerdo al presupuesto, al programa y a las metas de

calidad definidas por el por el equipo

- Asegurar la seguridad de todo el personal en el sitio
- Mantener buena relación con los vecinos
- Coordinar las inspecciones requeridas por la administración
- Coordinar las pruebas requeridas

#### **6. Contratistas secundarios**

- Coordinar sus actividades con las del proyecto para asegurar eficiencia en el ritmo de trabajo

#### **7. Proveedores**

- Coordinar fabricación y entrega de materiales/ ensamblajes, o equipamiento para asegurar eficiencia en el ritmo de trabajo

#### **8. Administración Pública**

## **Cierre**

#### **1. Promotor**

- Entrenamiento de la operación al personal de mantenimiento
- Completar los requerimientos legales de ocupación
- Iniciar el monitoreo continuo del proyecto respecto a metas y métricas de rendimiento

#### **2. Coordinador del equipo**

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación, organización y dirección del equipo

#### **3. Diseñador principal**

- Trabajar con el promotor en las necesidades del modelo BIM

para su uso en el ciclo de vida del proyecto

- Documentar y/o analizar cualquier retroalimentación post-ocupación

#### **4. Consultor en Diseño**

- Trabajar con el promotor en las necesidades del modelo BIM para su uso en el ciclo de vida del proyecto
- Documentar y/o analizar cualquier retroalimentación post-ocupación

#### **5. Contratista principal**

- Finalizar el modelo BIM para su correspondencia con las condiciones construidas

**6. Contratistas secundarios**

- Proveer información de operación y mantenimiento de acuerdo a su alcance de trabajo

**7. Proveedores**

- Proveer información de operación y mantenimiento de acuerdo a su alcance de trabajo

**8. Administración Pública**

## Contratación en IPD

IPD menciona diferentes estrategias de contratación, de acuerdo a las particularidades de un proyecto, se podrá seleccionar entre 3 diferentes estrategias: Alianzas de proyecto, entidades con propósito único y contratos relacionales. Estas estrategias nos pueden ayudar en la toma de decisiones, en la elaboración de compensaciones y en la resolución de conflictos durante la contratación de los principales interesados en un proyecto IPD, las formas son las siguientes:

**Alianzas de proyecto:** Formada por entidades independientes, el promotor garantiza los costes directos del resto de los interesados, pero el pago del beneficio, y los bonos son de acuerdo al desempeño general del proyecto. La toma de decisiones puede ser decidida por consenso facilitado, forzando a los interesados a negociar entre ellos. Este método es creado para redistribuir el riesgo en proyectos con rendimientos pobres y crear incentivos para alcanzar el éxito del proyecto. Se basa en un sistema de 3 costes.

El primer coste es referente al coste directo de los proyectos, tanto en diseño como en construcción. El segundo es la utilidad que tienen cada uno de los interesados (sin contar al promotor) basado en proyectos anteriores, y la tercera es la utilidad compartida que es el bonus obtenido por las partes en caso de que el proyecto tenga un mejor rendimiento que el inicialmente planeado.

Las compensaciones están directamente vinculadas al rendimiento del proyecto por lo que los participantes deben de cooperar para maximizar sus beneficios individuales. (Department Of Treasury and finance State of Victoria, 2006)

**Entidades con propósito único:** SPE por sus siglas en inglés (Single Purpose Entity) es una estructura independiente, temporal, y para un proyecto en específico. Los participantes tienen participación en el capital social. Por lo general, a los accionistas se les paga por los servicios prestados a la SPE, sin embargo, se añade una compensación ligada al resultado global del proyecto. SPE, al ser independiente, añade costes en impuestos, formalidades corporativas y gestión. La toma de decisiones se hace por medio de la junta de administración de la SPE.

Las compensaciones son divididas en 2 áreas, la primer área refleja los pagos de la SPE a cada participante, normalmente se paga costo mas comisión. La segunda parte está ligada al éxito del proyecto.

En primera instancia, cuando la SPE es la dueña, se refleja con el valor del capital social tomado cuando la SPE vende el proyecto o con las utilidades de la operación. En el caso de que la SPE no sea la dueña del proyecto, a cada interesado se le deberá de dar un bonus por cada servicio prestado.

**Contratos relacionales:** Formada por entidades independientes, las partes pueden acordar limitar su responsabilidad mutua, tienen incentivos basados en proyectos, pero puede existir una responsabilidad colectiva por los sobrecostes del proyecto. Las decisiones son tomadas por el equipo en un consenso facilitado, aunque el promotor mantiene la decisión final en ausencia de consenso.

Las compensaciones en cada interesado varían en función de las necesidades y la creatividad, sin embargo, principalmente se basa en coste directo, una suma por utilidad para cada participante y un bonus basado en rendimiento. Las compensaciones deben estar vinculadas al rendimiento del proyecto en lugar de a las metas individuales. El proyecto puede o no estar vinculado a un precio máximo garantizado, para el proyecto o para alguna de sus partes.

## **V.3.2. Herramientas para la gestión de proyectos**

### **V.3.2.1. Building Information Modelling (BIM)**

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción, su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en plano ya que incorpora información geométrica (3D), de costes (4D) y de costes(5D). El uso de BIM va mas allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación. (Buildingsmart.es, 2018).

Con la tecnología BIM, se crean modelos virtuales mas precisos de una infraestructura construida digitalmente, apoyando el diseño a través de sus fases, lo que permite un mejor análisis y control de procesos manuales. Cuando se han completado, estos modelos informáticos generados, contienen la geometría y los datos necesarios para apoyar la construcción, la fabricación y hasta pueden llegar a apoyar las actividades de cuantificación y presupuestación a través de las cuales se materializa el edificio. (Ruiz López, 2017).

De acuerdo al Building and Construction Productivity Partnership de Nueva Zelanda y a su manual BIM, la tecnología de este añade valor a los proyectos. Sin embargo, como todas las herramientas necesita tener el uso adecuado para tener los mejores resultados. (Construction Productivity Partnership, 2014).

La clave principal de los beneficios que ofrece BIM, no está en un proceso único o en la creación de un modelo 3D aislado de las otras herramientas digitales que se usan en el proyecto. El éxito de los resultados está en estar atentos a la información necesaria por otros mientras que ejecutas tu parte del trabajo.

Un modelo BIM puede contener información o datos del diseño, construcción, logística, operación, mantenimiento, presupuesto, programa, entre muchos otros. La información contenida en el modelo ayuda a enriquecer el análisis más que en procesos tradicionales, de la misma manera, puede utilizarse para futuras etapas en el ciclo de vida del proyecto y reutilizarse para diferentes efectos.

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

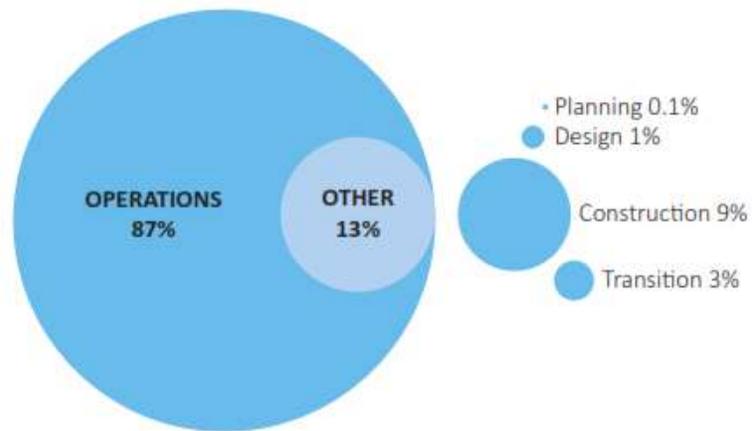


Figura 10 Distribución de costes en un proyecto de infraestructura (Construction Productivity Partnership, 2014)

Tabla 2 Usos del BIM (Elaboración propia)

	Establecimiento del proyecto	Diseño				Construcción	Operación
		Diseño Conceptual	Diseño preliminar	Desarrollo del diseño	Diseño detallado		
Modelado de las condiciones iniciales							
Estimación de costos							
Planeación de programa							
Programación espacial							
Análisis del sitio							
Revisión del diseño							
Autorización del diseño							
Análisis de Ingeniería							
Evaluación de la sostenibilidad							
Validación de normas							
Coordinación 3D							

	Establecimiento del proyecto	Diseño				Construcción	Operación
		Diseño Conceptual	Diseño preliminar	Desarrollo del diseño	Diseño detallado		
Planeación de la utilización del sitio							
Diseño de sistemas de construcción							
Fabricación Digital							
Planeación y control 3D							
Registro del modelo							
Gestión de estudios							
Programa de mantenimiento							
Análisis de los sistemas							
Rastreo y manejo espacial							
Planeación de desastres							

#### V.3.2.1.1. Plan de ejecución BIM (BEP)

El plan de ejecución BIM, es el documento clave en el cual se define el éxito de la implementación BIM en un proyecto, es desarrollado de forma colaborativa por el equipo del mismo, una vez que estos sean incluidos en él y previo a comenzar el diseño. El BEP, es un documento vivo, que puede ser actualizado a lo largo de su diseño, construcción y operación.

Se desarrolla de acuerdo a cada una de las metas del promotor y a la manera en que se espera alcanzarlas. El BEP, debe fijar responsabilidades clave y definir el proceso, los procedimientos y a las herramientas utilizadas. Se puede ver un ejemplo de lo requerido en un plan de ejecución BIM en el Anexo 1 (Plan de ejecución BIM).

### V.3.2.2. LEAN

LEAN se refiere a un término proveniente del Sistema de producción Toyota o TPS por sus siglas en inglés, creado por los ingenieros japoneses Sakichi Toyoda, Ki'chiro Toyoda y Taiichi Ohno con el fin de eliminar todos los desperdicios ocurridos durante la producción. (Rewers, Trojanowska, & Chabowski, 2016).

El TPS está compuesto por dos pilares fundamentales: el Just In Time y el Jikoda y se sustenta a través de interacción de trabajo estandarizado y Kaizen o mejora continua, seguido de un plan de acción a través de un PDCA.(Pons, 2014)

**Las 5 “S”s** es una técnica definida por 5 principios para mantener el orden a lo largo del tiempo en un espacio de trabajo, llamada así con las iniciales de los nombre en japonés, las 5 Ss se definen en la tabla siguiente:

**Tabla 3 Las 5 “S”s (Elaboración propia)**

Nombre	Significado	Concepto	Objetivo
Seiri	Clasificación	Separar lo innecesario	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
Seiton	Orden	Situar lo innecesario	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Seiso	Limpieza	Suprimir la suciedad	Mantener limpia la zona de trabajo
Seiketsi	Estandarización	Señalizar anomalías	Prevenir la aparición de suciedad y desorden
Shitsuke	Disciplina	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en la mejora continua

**Jikoda** significa proveer a las máquinas y a los trabajadores la habilidad de detectar cuando ocurre una condición fuera de lo normal e inmediatamente parar el trabajo para identificar la causa raíz.

**Just In Time:** es un sistema de producción que fabrica y entrega justo lo que se necesita, cuando se necesita y en la cantidad que se necesita. Es un sistema que permite controlar la sobreproducción.

**Value Stream Mapping** es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas; Value Stream Mapping es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados.

**PDCA** son las siglas en inglés de Plan-Do-Check-Act o Planear-Hacer-Revisar-Actuar en español, también conocido como ciclo de Deming por su autor y se refiere a que todo en un sistema de producción debe de ser llevado con ese orden, Planear, Diseñar, Revisar y Ejecutar las acciones con el fin de tener las menores pérdidas al finalizar la producción.



Figura 11 Circulo de la improductividad (Pons, 2014)

### Las siete pérdidas

La meta principal del sistema propuesto por Toyota, describe un desperdicio o pérdida, como toda aquella actividad que consume recursos y que no genera valor para el producto final. Los 7 tipos de pérdidas son los siguientes:

1. Sobreproducción: es la mayor fuente de pérdidas
2. Transporte (de materiales): nunca genera valor añadido en el producto
3. Procesamiento innecesario y reprocesamiento
4. Acopios, almacenamiento y reservas

5. Re-trabajo por defectos
6. Movimiento (del operador o máquina)
7. Espera (Del operador o máquina)

#### **V.3.2.2.1. Construcción sin Pérdidas (Lean Construction)**

La aplicación de los principios y las herramientas Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de la construcción, desde su concepción, hasta su puesta en servicio, lo entendemos como Lean Construcción o construcción sin pérdidas en español, y es una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse a todas las fases de un proyecto.

El LCI define Lean Construction, como un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto; una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. Lean Construction maximiza en valor y minimiza los desperdicios.

Como resultado de la aplicación de Lean Construction en un proyecto, se puede estar como resultado:

- Mejor cumplimiento del presupuesto
- Menor número de órdenes de cambios y pedidos
- Rendimiento mas alto de entregas a tiempo
- Menor número de accidentes
- Menor número de demandas y reclamaciones
- Mayor entrega de valor al cliente
- Mayor grado de colaboración

**Last planner system (LPS)** o el ultimo planificador, faculta a la última persona capaz de asegurar un flujo de trabajo predecible para conseguir compromisos de entrega en base a la situación real en lugar de hacerlo en base a planes teóricos.

Se trata de un sistema Pull en donde se la cadena o flujo de valor lo marca el ritmo y tira de la demanda, evitando así cuellos de botella, exceso de inventarios y esperas innecesarias entre otros desperdicios.

Normalmente, el LPS se desarrolla en una sesión, llamada **Pull Session**, llevada a cabo cada mes (para la programación intermedia) y periódicamente para la programación semanal con los involucrados en la producción actual del proyecto, delimitando la planificación en una programación intermedia (4 a 6 semanas) y una programación inmediata (1 semana), logrando con ello comprobar el avance con respecto a lo inicialmente planificado y a generar compromisos reales en esa planificación intermedia e inmediata.

### **V.3.2.3. Plataformas útiles para la gestión en proyectos de construcción**

Con la creciente necesidad de tener una mayor colaboración entre los interesados de los proyectos, una solución que puede facilitar el trabajo de un proyecto es la utilización de plataformas virtuales para la gestión de proyectos. Estas plataformas permiten tener la documentación de un proyecto, y en algunos casos, modelos 3D en un solo sitio virtual y al alcance de todos los interesados en el proyecto.

Existen diversas alternativas en el mercado actual que permiten una gestión coordinada del proyecto, algunas de estas plataformas son mencionadas a continuación.

**Aconex:** Es una plataforma de colaboración desarrollada por Oracle y creada para grandes proyectos, permitiendo el acceso a todos los interesados y el ingreso de todos los documentos necesarios para la ejecución del mismo. Aconex provee una gestión de licitaciones, facilitando la gestión de adquisiciones del proyecto. Otra de sus ventajas es la inclusión de herramientas de gestión BIM, permitiendo que los documentos se puedan visualizar desde la plataforma, y poder hacer comentarios y marcas sobre los mismos.

**Procore:** Se trata de una herramienta diseñada principalmente para la gestión de proyectos, por lo cual cuenta con una serie de herramientas útiles para este fin. Su gestión de documentos y dibujos son similares a los de Aconex, aunque Procore no cuenta con la integración de BIM.

**Isetia:** es un sistema de gestión de proyectos basado en módulos, que contiene gestión y rastreo de información colaborativo y puede ayudar en la gestión de riesgos y de cambios en el proyecto. Isetia tiene un sistema para la generación de reportes y soporta diferentes proyectos. Esta plataforma no cuenta con una integración de BIM.

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

**Newforma:** Se trata de una plataforma desarrollada por la consultora Deloitte. Ofrece un portafolio de herramientas integradas para manejar la parte creativa y colaborativa del modelo BIM. Para el manejo de documentación, se puede manejar en diferentes versiones y puede ser sincronizada con el modelo de Revit.

**ThinkProject!:** Se trata de una plataforma colaborativa en la cual se puede trabajar con herramientas útiles para la gestión de proyectos, la gestión de correos y tareas, además de herramientas de medición para saber el estado actual del proyecto. La plataforma cuenta con la integración del modelo BIM.

#### **V.4. Conclusiones del marco teórico**

Actualmente existen una gran diversidad de modelos de contratación, siendo los métodos colaborativos por los que mas se apuesta últimamente, para la gestión de proyectos complejos, IPD resulta una estrategia flexible a diversos interesados y con una estrategia de comunicación que es interesante analizar para proyectos como “Punta Colorada”.

Así mismo, las prácticas recomendadas por el PMI son de interés para la gestión de proyectos de todo tipo, aunque se recomienda ver la validez de cada una de estas de forma individual para cada proyecto.

BIM es una tecnología en vanguardia lo cual apuntan las tendencias a irse implementando cada vez mas a nivel mundial.

LEAN y LEAN construction son filosofías de trabajo que ayudan a mantener el orden y la claridad en los proyectos, por lo cual resulta de interés su análisis en proyectos y se recomienda su implementación en la ejecución de los proyectos.

## **VI. MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS INTEGRADOS: APLICACIÓN AL PROYECTO “PUNTA COLORADA”**

### **VI.1. Aplicabilidad de IPD al proyecto**

De acuerdo a la metodología IPD descrita anteriormente, y debido a que involucra diversos actores que no participan en una metodología común de desarrollo de proyectos de infraestructura, a la implementación de herramientas tecnológica y a la cantidad de esfuerzo necesario para la gestión en esta metodología, se da por entendido que su implementación resulta costosa y que esta debe de aplicarse a proyectos de gran tamaño, alta complejidad y con requerimientos de entrega pronta (KPMG, 2013).

Incluir a un Asesor BIM (American Institute of Architects California Council, 2007) en proyectos IPD es recomendable, principalmente en proyectos que se desarrollen en regiones en las que los interesados del proyecto puedan no estar familiarizados con la forma de trabajo BIM; así como en proyectos en los cuales la carga de trabajo debida a la cantidad de información a conjuntar en el modelo.

Así mismo, la inclusión de un agente que funja como Coordinador del equipo, puede resultar conveniente en proyectos complejos, como se definió en los interesados en IPD, el coordinador del proyecto ejecutará la función de un facilitador para el equipo, llevando también los indicadores del proyecto y ayudando al promotor a generar los lineamientos del proyecto para el entendimiento de todo el equipo.

El proyecto “Punta Colorada” al ser un proyecto de grandes dimensiones y al estar compuesto por diversos sistemas que requieren la participación de diferentes interesados en cada uno de estos sistemas, es considerado que IPD es el método adecuado para su contratación y ejecución.

### **VI.2. Identificación de herramientas útiles en la gestión del proyecto**

#### **VI.2.1. Aplicabilidad del PMBOK al proyecto**

El PMI, ofrece una serie de herramientas y buenas prácticas totalmente aplicable a la gestión de proyectos de infraestructura. Es prudente revisar y analizar la metodología en cada proyecto para su aplicación particular. Es de interés analizar a profundidad las fases

de inicio, planificación, monitoreo y control y cierre para su aplicabilidad particular en un proyecto de infraestructura, En el caso en particular, al implementar un modelo de gestión IPD en el proyecto "Punta Colorada", resulta interesante correlacionar las actividades que se están proponiendo en el modelo de gestión del proyecto para comprobar su compatibilidad y para proponer medidas que mejoren la función de optimizar el proyecto y sus actividades de gestión.

### VI.2.2. Aplicabilidad de BIM al proyecto

Como se ha visto, BIM es una tecnología que ofrece grandes beneficios para los proyectos de infraestructura. Basándose en un entorno de modelado 3D como base, y a la integración entre los equipos que participan en el desarrollo de un proyecto, ayudan a detectar fallos y errores de coordinación entre diversos sistemas en una etapa previa a la construcción.

Con BIM es posible manejar toda la información perteneciente al modelo en un entorno digital, creando con ello una facilidad para los equipos que no se encuentran ubicados en la misma región geográfica.

En el caso en particular del proyecto "Punta Colorada", al ser un proyecto complejo, participan diferentes equipos de trabajo tanto europeos como de América, siendo con esto que BIM puede ayudar a la integración y al entendimiento correcto del proyecto a los agentes que intervienen en su diseño y posteriormente en su construcción. Una implementación de la tecnología BIM puede llevar a tener beneficios interesantes.

**Tabla 4 Usos del BIM en el proyecto "Punta Colorada" (Elaboración propia)**

Uso del BIM	Interesados	Acciones	Beneficio
<b>Modelado de las condiciones actuales</b>	Diseñadores	<p>Modelar los resultados de los estudios previos (Topografía, Batimetría, vegetación, cuerpos de agua, entre otros)</p> <p>Definir zonas de trabajo y acopio durante la construcción</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entendimiento de las condiciones actuales</li> <li>• Entender las afectaciones al entorno y con ello entender las necesidades del proyecto (movimientos de tierra, transporte de sedimentos, afectación de la flora endémica, necesidades de riego y mantenimiento, entre otros)</li> </ul>

Uso del BIM	Interesados	Acciones	Beneficio
	Contratista	Revisar las características actuales del sitio para comprobar los procedimientos de construcción y volúmetrías del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entendimiento de las condiciones actuales</li> <li>Retroalimentación a los diseñadores sobre posibles mejoras al procedimiento de construcción</li> <li>Detección de problemas previo a la construcción</li> </ul>
	Administración Pública	Revisar la información del estado actual del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender el impacto para facilitar los permisos y licencias necesarias para la construcción y operación del proyecto</li> </ul>
Estimación de costes	Promotor	Integrar los costes al plan de negocio que se tiene para el proyecto Llevar un control de costes a lo largo de la vida útil del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar la factibilidad del proyecto previo, durante y al final de la construcción. (también se podrían incluir los costes de operación)</li> <li>Tomar las previsiones económicas necesarias para hacer frente a los riesgos del proyecto</li> <li>Realizar las gestiones necesarias para obtener el financiamiento del proyecto en tiempo y cantidad necesarios.</li> </ul>
	Entidades financieras y/o inversionistas	Entender el coste del proyecto y el desglose de los mismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otorgar en el tiempo y cantidad adecuados la inversión necesaria para el proyecto</li> <li>Facilitar el entendimiento del destino de los recursos del proyecto (Transparencia)</li> </ul>
	Diseñadores	Integrar los costes de cada elemento al modelo durante la etapa previa a la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener una mayor claridad en el presupuesto del proyecto</li> <li>Obtener retroalimentación de costes de otros interesados en el proyecto (contratista, proveedores, promotor, etc.)</li> </ul>

Uso del BIM	Interesados	Acciones	Beneficio
	Contratistas	<p>Generar retroalimentación de costes a los diseñadores previo a la construcción</p> <p>Integrar en el modelo los costes reales de la construcción</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prever los costes y detectar errores, previo a la construcción</li> <li>• Controlar los costes y compararlos con los costes planeados durante la construcción</li> <li>• Verificar el coste final de construcción</li> </ul>
Planeación del programa	Promotor	<p>Planear la meta temporal del proyecto</p> <p>Verificar en las diferentes etapas del proyecto el cumplimiento de la meta temporal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer una meta temporal del proyecto</li> <li>• Controlar la meta temporal del proyecto</li> </ul>
	Diseñadores	<p>Diseñar el programa de obra de acuerdo a los procedimientos de construcción a utilizar</p> <p>Recibir retroalimentación de los contratistas para ajustar la planeación temporal a la realidad</p> <p>Analizar la coordinación de trabajos y verificar que no existan interferencias entre ellos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer con precisión la planificación temporal del proyecto</li> <li>• Eliminar las interferencias entre los trabajos previo al inicio de la obra</li> </ul>
	Contratistas	<p>Retroalimentar al diseñador para ajustar el programa a la realidad</p> <p>Verificar la coordinación de trabajos para que no exista interferencias entre ellos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer con precisión el programa de trabajo</li> <li>• Eliminar las interferencias entre los trabajos previo al inicio de la obra</li> </ul>
Revisión de diseño	Promotor	<p>Aprobar el diseño, pudiéndolo revisar desde los archivos digitales y en tiempo real y vía remota</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectar cuestiones de diseño que no cumplan con los requisitos del promotor a tiempo</li> <li>• Poder proponer mejoras al diseño</li> <li>• Mejor entendimiento del diseño</li> </ul>
	Diseñadores	<p>Mostrar en tiempo real y en vía remota los avances del diseño</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar en tiempo real del diseño los posibles defectos y corregirlos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar el diseño</li> </ul> </li> </ul>

Uso del BIM	Interesados	Acciones	Beneficio
		Obtener retroalimentación de otros interesados	
	Contratistas	Retroalimentar a los diseñadores con observaciones sobre la constructibilidad del diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conseguir un pleno entendimiento del diseño por la representación 3D</li> <li>• Optimizar el diseño y corroborar su constructibilidad</li> </ul>
	Administración Pública	Verificar el cumplimiento del diseño en cuestión de normas y estándares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de que no existan contratiempos para el otorgamiento de permisos</li> <li>• Evitar solicitudes de información adicional y retrasos en permisos y licencias</li> </ul>
<b>Análisis de Ingeniería</b>	Diseñadores	<p>Coordinar las diferentes disciplinas y sistemas e integrarlas en el modelo</p> <p>Detectar las colisiones y acercamientos de diferentes sistemas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección temprana de colisiones</li> </ul>
	Contratistas	Analizar los diferentes sistemas y retroalimentar al diseñador sobre posibles errores de constructibilidad o funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección temprana de colisiones</li> <li>• Corrección temprana de sistemas no construibles</li> </ul>

Algunos retos que se tienen al implementar BIM en el proyecto “Punta Colorada” son los siguientes:

- Al tener participantes en el desarrollo del equipo tanto en Europa como en América, la comunicación y la coordinación puede ser complicada
- La implementación BIM, puede ser complicada por la escasa experiencia de algunos participantes
- La delimitación del alcance y los usos dados al modelo, en caso de no estar bien definidos al inicio del proyecto pueden llevar a una confusión
- La entrega de documentación para la revisión de la administración en Cuba, sus formatos y maneras de ser entregados puede diferir de los que se resulten del uso del modelo, por ejemplo, pueden solicitar planos en CAD
- El presupuesto planteado para el diseño del proyecto puede limitar el alcance del modelo BIM
- La accesibilidad a medios informáticos en la región del proyecto puede ser limitada.

### VI.2.3. Aplicabilidad de Lean al proyecto

Como se puede observar, Lean es una herramienta que nace como apoyo para optimizar todo proceso de producción, y en los últimos años, se ha generado un esfuerzo en enfocar el enfoque lean hacia el sector de la construcción, generando el término de “Lean Construction” o construcción sin pérdidas en su traducción al español.

Al modelo planteado para el proyecto de punta colorada, se propondrán acciones que estén orientadas a seguir la filosofía Lean, aplicándolo a los procesos de gestión y recomendando se hagan para optimizar en sí el diseño y la construcción.

A continuación, se observa una tabla con las herramientas Lean previamente descritas y la utilidad que pueden tener para el proceso de gestión.

**Tabla 5 Implementación de las herramientas Lean al proyecto "Punta Colorada" (Elaboración propia)**

Herramienta	Implementación	Observaciones
Las 5 “S”s	La clasificación, el orden, la limpieza, la estandarización y la disciplina son factores que <i>per se</i> dan a la gestión del proyecto al tener un modelo. El modelo debe de poder definir la forma de trabajo y con ello lograr una filosofía de trabajo colaborativa manteniendo estos principios.	Es importante mantener en el desarrollo y la implementación del modelo una estructura clara; definir las comunicaciones, el orden de trabajo y convenir plataformas y formatos deben de dar las directrices de trabajo en el proyecto. También debe de ser importante durante la implementación, actuar de manera congruente al plan y actualizarlo de acuerdo a las necesidades en cada etapa del proyecto.
Jikoda	Al realizarse un modelo de forma colaborativa, utilizando herramientas como BIM que permitan la cooperación entre los involucrados en tiempo real junto con la definición del flujo de comunicación adecuada, crearán un sistema que permita detectar fallos en etapas tempranas del proyecto, permitiendo al sistema y a los interesados tener la habilidad de detectar fallos en el momento en el que ocurra una condición fuera de lo normal e identificando la causa raíz del problema	Se debe de tener siempre claro durante el desarrollo del proyecto, que se trata de un trabajo colaborativo, por lo cual mantener una estrecha comunicación y retroalimentación entre los interesados es lo que conllevará a reconocer las anomalías del proyecto en la fase mas temprana posible.

Herramienta	Implementación	Observaciones
Value Stream Mapping	El Value Stream Mapping se puede desarrollar en todos los procesos tanto de gestión, como en los propios procesos del proyecto para redefinir las acciones que generan valor.	
Just In time y LPS	Just in time, se deberá aplicar en los procesos de diseño y construcción, por medio de la metodología del último planificador para optimizar el tiempo de entrega.	

### VI.3. Desglose de sistemas dentro del proyecto

El proyecto “Punta Colorada”, como se explicó anteriormente se trata de un complejo turístico que contempla la construcción de diferentes áreas y que puede ser analizado como una serie de sistemas de tal manera que el trabajo se pueda dividir en subsistemas y los interesados del proyecto puedan ser identificados con mayor claridad.

La intención de desglosar el proyecto en subsistemas es el de definir con una mayor certeza las responsabilidades y el alcance de cada una de las partes del proyecto, además de poder controlar con mayor facilidad el trabajo realizado durante las etapas del proyecto.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto se subdividirá en:

1. Marina
  1. Dragado
  2. Pilotaje
  3. Plataformas flotantes
  4. Plataformas Fijas
  5. Edificaciones
  6. Señalización
  7. Equipamiento
2. Hoteles
  1. Fase 1
  2. Fase 2
  3. Fase 3
    1. Cimentaciones
    2. Estructura
    3. Acabados
    4. Instalaciones
    5. Equipamiento
    6. Limpieza
    7. Piscinas
3. Casas
  1. Fase 1
  2. Fase 2
  3. Fase 3
    1. Cimentaciones
    2. Estructura
    3. Acabados
    4. Instalaciones
    5. Equipamiento
    6. Limpieza
4. Edificios especiales
  1. Restaurantes
    1. Cimentaciones
    2. Estructura
    3. Acabados
    4. Instalaciones
    5. Equipamiento
    6. Limpieza
  2. Monumentos
1. Cimentaciones
2. Estructura
3. Acabados
4. Instalaciones
5. Equipamiento
6. Limpieza
3. Centro de convenciones
  1. Cimentaciones
  2. Estructura
  3. Acabados
  4. Instalaciones
  5. Equipamiento
  6. Limpieza
5. Canal de navegación
  1. Protección de taludes
  2. Impermeabilizaciones
  3. Construcción de playas
6. Paisajismo
  1. Tala
  2. Plantaciones
  3. Vivero
7. Campo de golf
  1. 1-9
  2. 10-18
  3. 19-27
  4. 28-36
    1. Green
    2. Césped
    3. Trampas de arena
    4. Sistema de riego
    5. Equipamiento
8. Caminos
  1. Bases
  2. Ductos e instalaciones
  3. Aceras
  4. Pavimentos
  5. Iluminación
9. Sistema eléctrico
  1. Granja solar
  2. Planta de biogás
  3. Almacenamiento

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>4. Distribución</li> <li>5. Subestaciones</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>4. CCTV</li> <li>5. Riego</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>10. Agua potable           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Planta de potabilización</li> <li>2. Tuberías de distribución</li> <li>3. Válvulas</li> <li>4. Sistemas de medición y control</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>6. Delimitación perimetral</li> <li>13. Movimiento de tierras           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Cortes y rellenos</li> <li>2. Transporte</li> </ul> </li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>11. Drenaje sanitario           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Tuberías</li> <li>2. Pozos</li> <li>3. Planta de tratamiento</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>14. Campamento provisional           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Almacenes</li> <li>2. Oficinas</li> <li>3. Sanitarios portátiles</li> <li>4. Telecomunicaciones</li> <li>5. Seguridad (RRHH y sistemas)</li> <li>6. Dormitorios</li> <li>7. Cocina y comedor</li> <li>8. Centro de primeros auxilios</li> </ul> </li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>12. Urbanización           <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Lotización y trazos</li> <li>2. Iluminación</li> <li>3. Drenaje pluvial</li> </ul> </li> </ul>   |   |

#### VI.4. Mapa de fases y tareas para “Punta Colorada” desde el punto de vista de la gestión del proyecto con IPD

De acuerdo a las recomendaciones de la AIA, se elaboró una tabla con las actividades que deben de desarrollarse en cada uno de los sistemas durante las diferentes etapas de maduración en cada fase.

**Tabla 6 Actividades por sistema (Elaboración propia)**

	Actividad	Conceptualización	Diseño por criterio	Diseño detallado	Documentación a implementar	Revisión de la administración	Procura	Construcción	Cierre
<b>Metas</b>	Establecimiento de metas y definición de requerimientos								
	Alinear metas de sustentabilidad								
	Establecer requerimientos de rendimiento								
	Asegurar la compatibilidad del diseño con los requerimientos								
	Definir requerimientos de SyS								

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto "Punta Colorada" ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

	Actividad	Conceptualización	Diseño por criterio	Diseño detallado	Documentación a implementar	Revisión de la administración	Procura	Construcción	Cierre
	Revisar el cumplimiento de metas y requisitos								
Contratación	Determinar el método de contratación								
	Coordinar las adquisiciones para completar el alcance								
	Gestionar los contratos y adquisiciones								
Normatividad	Recabar limitaciones normativas y regulaciones								
	Verificación de estándares y normas								
	Integrar requerimientos normativos al diseño								
Presupuesto	Generar un presupuesto base								
	Identificar diseños de sustentabilidad que impactan en el coste								
	Identificar posibles costes adicionales								
	Actualización del coste								
	Verificar que el coste incluye todo y es preciso								
	Finalizar modelo con integración de costes								
	Controlar y verificar los costes								
Diseño	Generar estudios para el diseño								
	Estudio de oportunidades y opciones								
	Definir el emplazamiento								
	Verificar la constructibilidad								
	Toma de decisiones sobre opciones existentes								
	Revisión y aprobación de diseños								

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto "Punta Colorada" ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

	Actividad	Conceptualización	Diseño por criterio	Diseño detallado	Documentación a implementar	Revisión de la administración	Procura	Construcción	Cierre
	Confirmar la experiencia del usuario con el diseño								
	Proponer tolerancias y opciones de fabricación								
	Verificar compatibilidad con el resto de los sistemas								
	Aprobación del diseño								
	Detallar ideas conceptuales a formas construibles								
	Completar el diseño de cada sistema								
	Toma de decisiones sobre prefabricación								
	Finalizar modelo								
	Completar información de compras, ensamblajes, planos, programa detallado, información de procedimientos								
	Gestión del proceso de transición para el arranque y operación								
	Gestionar las solicitudes de Información								
	Actualizar el modelo BIM								
	Ejecutar documentos "As Built"								
Programa	Generar un programa base								
	Generar un programa de adquisiciones								
	Identificar elementos de entrega de largo plazo								
	Actualización del programa								
	Finalizar modelo con integración del programa								
	Controlar y verificar el programa								

De la misma manera, se identificaron actividades que involucran a más de un sistema o que pertenecen puramente a la gestión del proyecto. De esta manera, se puede focalizar el proyecto como la conjunción de estos sistemas y se puede planificar y controlar el proyecto en términos generales.

**Tabla 7 Actividades generales del proyecto (Elaboración propia)**

	Actividad	Conceptualización	Diseño por criterio	Diseño detallado	Documentación a implementar	Revisión de la administración	Procura	Construcción	Cierre
Presupuesto	Obtener un plan de inversión con hitos financieros críticos								
	Actualización del coste del proyecto								
	Validación del coste objetivo								
	Verificar que el coste incluye todo y es preciso								
	Aprobación final del coste								
Organización	Selección del equipo								
	Obtener parámetros de pólizas de seguros								
	Establecimiento de procesos internos								
	Asignación de responsabilidades, acciones y requerimientos								
	Coordinación y control del rendimiento del equipo								
	Realizar conferencias de pre-licitación								
	Asegurarse que todas las adquisiciones estén programadas para completar el proyecto								
	Gestión del proceso de transición para el arranque y operación								
	Gestionar las solicitudes de Información								

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto "Punta Colorada" ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

	Actividad	Conceptualización	Diseño por criterio	Diseño detallado	Documentación a implementar	Revisión de la administración	Procura	Construcción	Cierre
	Coordinar contratistas y proveedores								
	Asegurar la seguridad en todo momento								
	Entrenamiento de la operación al personal								
Programa	Generar un programa general del proyecto								
	Actualización del programa general del proyecto								
	Aprobación final del programa								
Modelo BIM	Generar un modelo general del proyecto (LOD 100)								
	Actualización del modelo								
	Aprobación final del modelo								
	Actualizar el modelo BIM								
	Optimización del modelo BIM para su uso durante la operación								
Metas	Establecimiento de metas generales del proyecto								
	Verificar las metas de rendimiento y el caso de negocio								
	Obtener un plan de mitigación en Seguridad y salud.								
	Revisión de metas y objetivos de rendimiento								
Diseño	Identificar requerimientos que intervienen en los entregables								
	Establecer criterios de decisión sobre el diseño								
	Confirmar la experiencia del usuario con el diseño								
	Alinear metas de sustentabilidad								
	Proponer opciones de fabricación								

	Actividad	Conceptualización	Diseño por criterio	Diseño detallado	Documentación a implementar	Revisión de la administración	Procura	Construcción	Cierre
	Verificar compatibilidad entre los sistemas								
	Revisar el rendimiento de los sistemas de forma integrada								
	Detallar ideas conceptuales a formas construibles								
	Completar el diseño								
	Toma de decisiones sobre prefabricación								
	Verificar la coordinación de los sistemas								
	Aprobación final del diseño								
Permisos	Obtención de permisos y autorizaciones del proyecto								
	Obtención de permisos relativos a la construcción (Grúas, cierre de calles, etc.)								

Debido a la magnitud del proyecto, y al largo tiempo de planificación y ejecución requerido en el proyecto, el promotor ha tomado la decisión de dividir el proyecto en 3 Fases, contemplando cada una de estas las partes mostradas en la siguientes figuras y tablas.

**Tabla 8 Distribución del proyecto en fases (Elaboración propia)**

Cod.	Sistema	Fase 1	Fase 2	Fase 3
1	Marina			
1.1	Dragado			
1.2	Pilotaje			
1.3	Plataformas flotantes			
1.4	Plataformas Fijas			
1.5	Edificaciones			
1.6	Señalización			

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

<b>Cod.</b>	<b>Sistema</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>
1.7	Equipamiento			
2	Hoteles			
2.1	Fase 1			
2.2	Fase 2			
2.3	Fase 3			
3	Casas			
3.1	Fase 1			
3.2	Fase 2			
3.3	Fase 3			
4	Edificios especiales			
4.1	Restaurantes			
4.2	Monumentos			
4.3	Centro de convenciones			
5	Canal de navegación			
5.1	Protección de taludes			
5.2	Impermeabilizaciones			
5.3	Construcción de playas			
6	Paisajismo			
6.1	Tala			
6.2	Plantaciones			
6.3	Vivero			

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

Cod.	Sistema	Fase 1	Fase 2	Fase 3
<b>7</b>	<b>Campo de golf</b>			
7.1	Hoyos 1-9			
7.2	Hoyos 10-18			
7.3	Hoyos 19-27			
7.4	Hoyos 28-36			
<b>8</b>	<b>Caminos</b>			
8.1	Bases			
8.2	Ductos e instalaciones			
8.3	Aceras			
8.4	Pavimentos			
8.5	Iluminación			
<b>9</b>	<b>Sistema eléctrico</b>			
9.1	Granja solar			
9.2	Planta de biogás			
9.3	Almacenamiento			
9.4	Distribución			
9.6	Subestaciones			
<b>10</b>	<b>Agua potable</b>			
10.1	Planta de potabilización			
10.2	Tuberías de distribución			
10.3	Válvulas			

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

<b>Cod.</b>	<b>Sistema</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>
10.4	Sistemas de medición y control			
11	Drenaje sanitario			
11.1	Tuberías			
11.2	Pozos			
11.3	Planta de tratamiento			
12	Urbanización			
12.1	Lotización y trazos			
12.2	Iluminación			
12.3	Drenaje pluvial			
12.4	CCTV			
12.5	Riego			
12.6	Delimitación perimetral			
13	Movimiento de tierras			
13.1	Cortes y rellenos			
13.2	Transporte			
14	Campamento provisional			
14.1	Almacenes			
14.2	Oficinas			
14.3	Sanitarios portátiles			
14.4	Telecomunicaciones			
14.5	Seguridad (RRHH y sistemas)			

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

Cod.	Sistema	Fase 1	Fase 2	Fase 3
14.6	Dormitorios			
14.7	Cocina y comedor			
14.8	Centro de primeros auxilios			

Al dividir el proyecto en fases, cada una de estas serán ejecutadas de manera diferente, siendo temporalmente independientes el diseño, la construcción y el inicio de la operación y pudiendo modificarse el equipo de trabajo para cada una de estas.

Visto desde ese enfoque, el proyecto puede ser analizado como 3 subproyectos en donde, la conceptualización corresponde al diseño del plan maestro. A continuación, se muestra un ejemplo conceptual de las fases y sus etapas de maduración.

**Tabla 9 Conceptualización de las fases del proyecto (Elaboración propia)**

		Punta Colorada																											
			Fase 1							Fase 2							Fase 3												
Fase	Actividades	Conceptualización	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	Cierre					
	Conceptualización																												
Fase 1	Actividades por sistema																												
	Actividades generales																												
Fase 2	Actividades por sistema																												
	Actividades generales																												
Fase 3	Actividades por sistema																												
	Actividades generales																												
	Cierre del proyecto																												

**Nota: los números del 1 al 7 representan las etapas de maduración siguientes:**

- 1: Diseño por criterio
- 2: Diseño detallado
- 3: Documentación a implementar
- 4: Revisión de la administración
- 5: Procura
- 6: Construcción
- 7: Cierre

## **VI.5. Mapa de interesados (stakeholders)**

### **VI.5.1. Identificación de organizaciones y agentes externos que intervienen en el proyecto**

La gestión de los interesados es fundamental en el desarrollo de un modelo de gestión, los interesados serán aquellas personas que participan de manera directa o indirectamente en el proyecto. La guía de IPD de la AIA, subdivide los interesados de un proyecto en 7 interesados, pero como se ha explicado anteriormente, es interesante involucrar también a un modelador BIM del proyecto por las complicaciones técnicas que puedan tener los otros interesados y para facilitar la integración de la mayor parte de información posible al proyecto.

Los actores en un proyecto en IPD son importantes de definir, puesto que es necesario gestionar y tener una comunicación muy abierta entre los interesados, así como una coordinación para realizar las diferentes actividades del mismo.

En IPD, al ser una metodología integrada, los actores tienen que actuar como un conjunto, velando por las metas del proyecto y no las individuales. La comunicación debe de ser un factor clave en el proyecto, la información fluye desde al promotor hasta los proveedores con apertura.

Los interesados en un proyecto deben de salir de la metodología tradicional en donde solamente trabajan en una etapa para participar en todas las etapas, teniendo el liderazgo

en su área de desempeño, por ejemplo, el diseñador principal dirigirá los esfuerzos en la etapa de diseño y el constructor principal será el que dirija los esfuerzos durante la construcción y como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 12 Relación de los interesados en un proyecto (Elaboración propia)**

Tal como se dividió el proyecto en el capítulo anterior, los sistemas y subsistemas del proyecto fueron analizados individualmente a profundidad para ver los posibles interesados en cada uno de ellos, de la misma manera, se analizó un caso excepcional para la

conceptualización. Posteriormente, se determinaron los interesados globales del proyecto. Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 10 Interesados en la fase de conceptualización (Elaboración propia)**

Conceptualización								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador general golf								
Diseñador general marina								
Contratista principal								

**Tabla 11 Interesados marina (Elaboración propia)**

1. Marina								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador general marina								
Contratista principal								

1. Marina								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Empresa de dragado								
Empresa de pilotaje								
Proveedor de señalización marítima								

**Tabla 12 Interesados hoteles (Elaboración propia)**

2. Hoteles								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Contratista principal								
Proveedores de instalaciones de hoteles								
Proveedores de equipamiento de hoteles								

**Tabla 13 Interesados casas (Elaboración propia)**

3. Casas								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Contratista principal								
Proveedores de instalaciones de casas								
Proveedores de equipamiento de casas								

**Tabla 14 Interesados edificios especiales (Elaboración propia)**

4. Edificios Especiales								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Contratista principal								
Proveedores de instalaciones Ed. Especiales								
Proveedores de equipamiento Ed. Especiales								

**Tabla 15 Interesados canal de navegación (Elaboración propia)**

5. Canal de navegación								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Contratista principal								
Proveedor de geomembrana								
Proveedor de señalización marítima								

**Tabla 16 Interesados paisajismo (Elaboración propia)**

6. Paisajismo								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Contratista principal								
Paisajista								
Proveedor de flora								

**Tabla 17 Interesados campo de golf (Elaboración propia)**

7. Campo de golf								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador general golf								
Contratista de golf								
Proveedor de césped								
Proveedor de sistema de riego								
Proveedores de equipamiento de golf								

**Tabla 18 Interesados caminos (Elaboración propia)**

8. Caminos								
Actor/Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Contratista principal								
Proveedores de ductos								
Proveedores de instalaciones de caminos								
Proveedor de pavimento								
Proveedor de señalización vial								

**Tabla 19 Interesados sistema eléctrico (Elaboración propia)**

9. Sistema Eléctrico								
Actor/Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador de granja solar								
Diseñador de planta de biogás								
Diseñador de sistema de almacenamiento eléctrico								

9. Sistema Eléctrico								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Diseñador del sistema de distribución								
Diseñador de subestación								
Contratista principal								
Contratista de granja solar								
Contratista de planta de biogás								
Proveedor de paneles solares								
Proveedor de equipamiento de biogás								
Proveedor de celdas de almacenamiento eléctrico								
Proveedor de equipo eléctrico								

**Tabla 20 Interesados agua potable (Elaboración propia)**

10. Agua potable								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador de planta de potabilización								
Contratista principal								
Proveedor de equipo de potabilización								
Proveedor de tuberías								
Proveedor de válvulas								
Proveedor de sistema de medición y control								

**Tabla 21 Interesados drenaje Sanitario (Elaboración propia)**

11. Drenaje Sanitario								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador de planta de tratamiento								
Contratista principal								
Proveedor de tuberías								
Proveedor de prefabricados sanitarios								
Proveedor de equipo de tratamiento								

**Tabla 22 Interesados urbanización (Elaboración propia)**

12. Urbanización								
Actor/Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Contratista principal								
Contratista de topografía								
Proveedor de iluminación								
Proveedor de tuberías								
Proveedor de prefabricados sanitarios								
Proveedor de cctv								
Proveedor de sistema de riego								

**Tabla 23 Interesados movimiento de tierras (Elaboración propia)**

13. Movimiento de tierras								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador general golf								
Diseñador general marina								
Contratista principal								
Transportista								
Proveedor de maquinaria								

**Tabla 24 Interesados campamento provisional (Elaboración propia)**

14. Campamento provisional								
Actor\Rol	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador general de ingeniería								

Por medio de este análisis, se logró identificar un total de 52 interesados diferentes, divididos en:

- 1 promotor
- 1 coordinador del equipo
- 1 coordinadores BIM
- 2 diseñadores principales
- 9 consultores en diseño
- 2 contratistas principales
- 7 contratistas secundarios
- 29 proveedores

Estos se encuentran descritos en la siguiente tabla:

**Tabla 25 Resumen global de interesados (Elaboración propia)**

Nombre.	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Promotor								
Gerente del proyecto								
Coordinador BIM								
Diseñador general de ingeniería								
Diseñador general de arquitectura								
Diseñador de granja solar								
Diseñador de planta de biogás								
Diseñador de sistema de almacenamiento eléctrico								
Diseñador del sistema de distribución								
Diseñador de subestación								
Diseñador general golf								
Diseñador general marina								
Diseñador de planta de potabilización								
Diseñador de planta de tratamiento								

Nombre.	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Contratista principal								
Contratista de golf								
Empresa de dragado								
Empresa de pilotaje								
Paisajista								
Contratista de granja solar								
Contratista de planta de biogás								
Contratista de topografía								
Transportista								
Proveedor de señalización								
Proveedores de instalaciones de hoteles								
Proveedores de equipamiento de hoteles								
Proveedores de instalaciones de casas								
Proveedores de equipamiento de casas								
Proveedores de instalaciones Ed. Especiales								
Proveedores de equipamiento Ed. Especiales								
Proveedor de geomembrana								
Proveedor de flora								
Proveedor de césped								
Proveedor de sistema de riego								
Proveedores de equipamiento de golf								
Proveedores de ductos								
Proveedores de instalaciones de caminos								
Proveedor de pavimento								
Proveedor de paneles solares								

Nombre.	Promotor	Coordinador del equipo	Coordinador BIM	Diseñador principal	Consultor en diseño	Contratista principal	Contratista secundario	Proveedor
Proveedor de equipamiento de biogás								
Proveedor de celdas de almacenamiento eléctrico								
Proveedor de equipo eléctrico								
Proveedor de equipo de potabilización								
Proveedor de tuberías								
Proveedor de válvulas								
Proveedor de sistema de medición y control								
Proveedor de prefabricados sanitarios								
Proveedor de equipo de tratamiento								
Proveedor de iluminación								
Proveedor de cctv								
Proveedor de maquinaria								
Proveedor de señalización vial								

### VI.5.2. Identificación de responsabilidades

Como se pudo identificar, se cuentan con interesados en 8 roles diferentes en las distintas etapas de maduración del proyecto, desde la conceptualización, hasta el arranque y la operación del proyecto.

Estos roles ejecutan todas partes importantes en el proyecto y su pronta intervención es de vital importancia para la mejora del resultado de rendimiento del proyecto. Las responsabilidades que surgen a partir de los 8 roles analizados son las siguientes:

#### Promotor:

- Delimitar las metas del proyecto
- Determinar de asegurar el éxito financiero del proyecto
- Determinación de la forma de contratación del proyecto
- Último decisor en la selección del equipo

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto "Punta Colorada" ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

- Ultimo decisor sobre alternativas de diseño (también es el encargado de las aprobaciones)
- Encargado de obtener todos los permisos y autorizaciones del proyecto

**Coordinador del equipo:**

- Facilitación de los requerimientos del equipo, coordinación y dirección del equipo
- Realización del programa general del proyecto
- Coordinación y asignación de responsabilidades
- Gestionar las requisiciones de información

**Coordinador BIM:**

- Elaboración del BEP
- Modelado 3D
- Integración del programa al modelo 3D (4D)
- Integración de los costes al modelo 3D (5D)
- Ejecutar el modelo "As Built"
- Implementar el modelo para su uso en la operación

**Diseñador Principal:**

- Identificar y proponer opciones de diseño
- Integración del programa general de obra
- Diseño de anteproyecto
- Diseño de detalle
- Plan de calidad
- Plan de Seguridad y Salud
- Diseño de los principales sistemas
- Proyecto de ejecución
- Gestionar las requisiciones de cambio

**Consultor en Diseño:**

- Estudiar la legislación aplicable
- Completar diseños de los sistemas
- Memorias descriptivas de su alcance
- Gestionar requisiciones de cambios

**Contratista principal:**

- Programa de construcción
- Presupuesto de construcción
- Plan de arranque y puesta en marcha
- Gestionar permisos relativos a la construcción
- Coordinar los trabajos de construcción
- Asegurar la seguridad de la obra
- Coordinar inspecciones y visitas de obra
- Coordinar pruebas de calidad requeridas

**Contratistas secundarios:**

- Presupuesto de su alcance
- Programa de su alcance
- Proveer tolerancias y opciones de prefabricación
- Proveer modelos de su alcance
- Elaborar un plan de fabricación y construcción de taller
- Coordinar sus trabajos con el resto de los equipos

**Proveedores**

- Presupuesto de su alcance
- Programa de su alcance
- Proveer tolerancias y opciones de prefabricación
- Proveer modelos de su alcance
- Elaborar un plan de fabricación y construcción de taller
- Coordinar sus trabajos con el resto de los equipos

**VI.6. Integración y análisis de mapas de fases, tareas e interesados**

En la identificación de las fases y las tareas del proyecto, se pudo identificar que hay una relación intrínseca entre estos; de la misma manera, en el mapeo de los interesados del proyecto, se identificó que existe una coexistencia de funciones y responsabilidades de estos para cada uno de los sistemas del proyecto, por lo cual, es necesario definir un flujo de trabajo para cada sistema y en cada una de las fases de maduración.

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

A partir de lo anterior, se elaboró un flujo de trabajo en donde se puedan definir la relación entre las tareas y los involucrados del proyecto a lo largo de todo el ciclo del mismo, como se muestra en el mapa que se ejemplifica a continuación y que se muestra en el anexo 2.

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorado” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

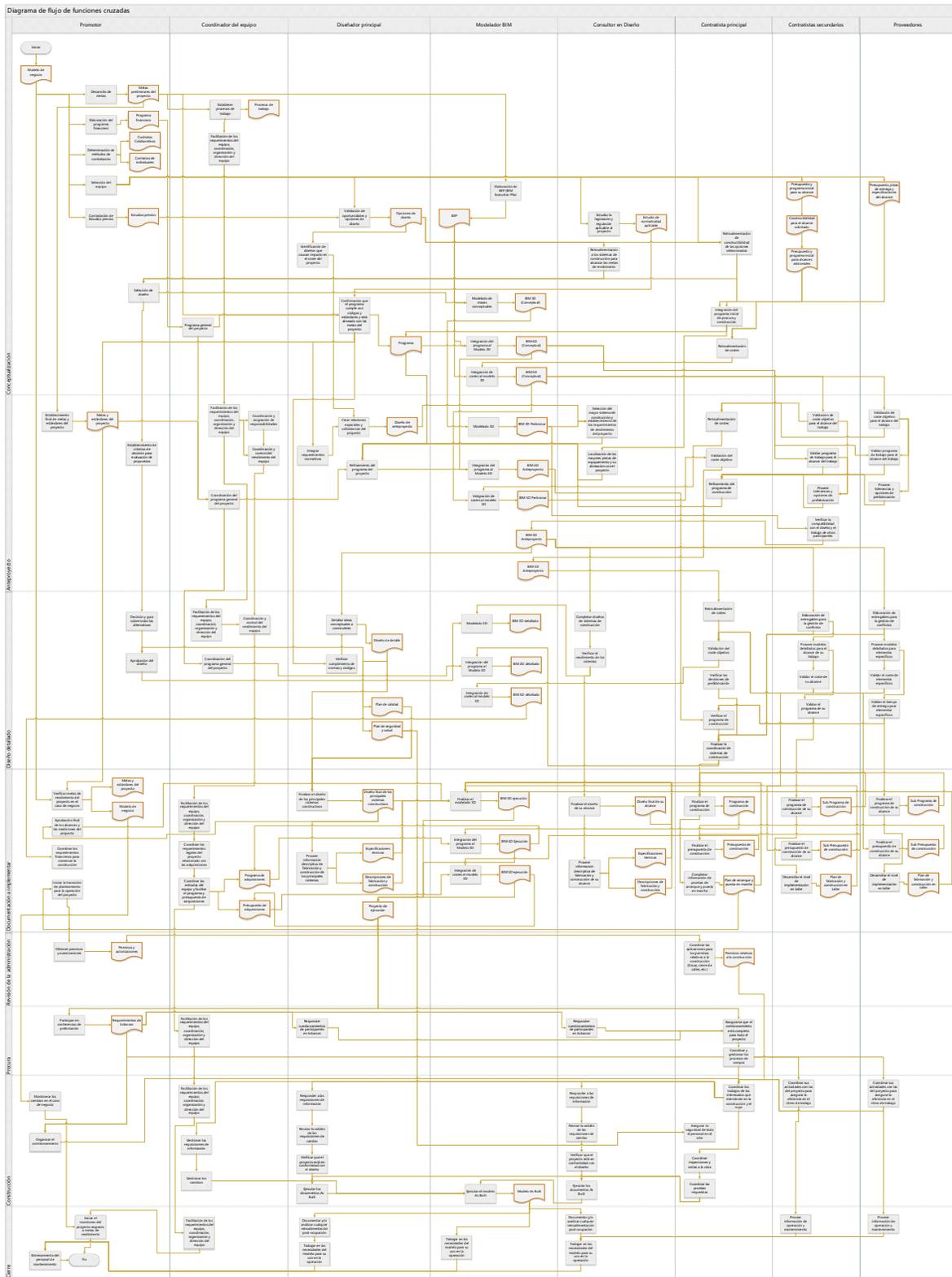


Figura 13 Ejemplo del mapa de fases, tareas e interesados (Elaboración propia)

### **VI.6.1. Responsabilidades adicionales de los involucrados**

Como se pudo observar en el mapa anterior, las tareas que se ejecutan en la gestión de un proyecto, están vinculadas a través de dependencias, por lo cual para la ejecución de estas, es necesario crear una responsabilidad conjunta de los interesados para lograr un flujo de trabajo adecuado.

La responsabilidad que tienen los interesados en las diferentes etapas de maduración del proyecto está relacionada no solamente con los esfuerzos que tienen que hacer, sino con la secuencia de las actividades y con la retroalimentación de otros interesados.

Las responsabilidades adicionales en el mapa son las siguientes.

#### **Fase de diseño Conceptual**

##### **Promotor**

- Al ser el promotor el iniciador del proyecto, y su éxito estar definido por los objetivos y supuestos por el mismo en el modelo de negocio, es necesario que el promotor redacte las metas del proyecto, elabore un programa de hitos financieros, determine el método de contratación para cada uno de los tipos de interesados y delimite los requerimientos para la selección del equipo.
- El promotor debe de asegurarse de tener listos y proveer los estudios preliminares en tiempo y forma para que el equipo de diseño pueda diseñar con la precisión requerida y para que el resto de los interesados den sus observaciones de constructibilidad y diseño.

##### **Coordinador del equipo**

- El coordinador del equipo, al ser un facilitador en todas las etapas del proyecto, con base a las metas del proyecto debe de diseñar y definir los procesos de trabajo, esto deberá ser útil a lo largo de todas las fases para definir las responsabilidades de los interesados, llevar los indicadores del proyecto.
- Fungir como un facilitador del equipo de trabajo, mejorando las comunicaciones y encaminando el proyecto a obtener las metas planteadas por el promotor.

### **Diseñador principal**

- Proporcionar opciones de diseño, recibir opciones de otros interesados y recopilarlas para presentar las mejores opciones.
- Identificar las opciones de diseño que causan impacto en el coste global del proyecto.
- Conformar la concordancia de los estándares y normas, así como su alineación con las metas del proyecto.

### **Coordinador BIM:**

- Elaborar un BEP que servirá de guía para conocer los usos BIM que se le darán al proyecto y fungir como un apoyo al resto de los interesados para elaborar el modelo BIM.
- Integrar los diseños del resto de interesados.

### **Consultor en Diseño**

- Elaborar un estudio de normatividad aplicable al proyecto.
- Retroalimentar al diseñador con sus observaciones respecto a las opciones de diseño para optimizarlas y alinearlas a las metas del proyecto.

### **Contratista principal**

- Retroalimentar al diseñador con sus observaciones respecto a las opciones de diseño para optimizarlas y alinearlas a las metas del proyecto.
- Por medio de los presupuestos, plazos de entrega y programas de los contratistas secundarios y proveedores y de su experiencia, debe integrar el presupuesto y el programa de obra y proporcionarlos para su integración al programa general y al presupuesto general.

### **Contratista secundario**

### **Proveedores**

### **Fase de diseño de criterio**

### **Promotor**

- Una vez teniendo definida la opción de diseño a realizar, el promotor debe de poder definir las metas y estándares del proyecto de tal manera que se pueda cumplir o mejorar el plan de negocio.
- Establecer criterios para la selección de propuestas en cada uno de los sistemas principales.

#### **Coordinador del equipo**

- Coordinar y controlar el rendimiento del equipo para asegurar el cumplimiento de las metas propuestas.
- Dar seguimiento y controlar el programa general del proyecto.

#### **Diseñador Principal**

- Tomados de la fase anterior, el diseño seleccionado debe de ser integrado con el estudio normativo y se deben crear las relaciones espaciales y las colindancias del proyecto y de cada sistema principal para integrarlo en un diseño de anteproyecto.
- Con el modelo 4D de la fase anterior y con la retroalimentación del contratista principal se debe refinar el programa del proyecto.

#### **Coordinador BIM**

- Una vez seleccionado el diseño, el coordinador BIM deberá de detallarlo y publicarlo para trabajar de manera colaborativa.
- Con la retroalimentación del contratista secundario sobre la compatibilidad del diseño con su trabajo y el de los proveedores, se podrá definir el modelo BIM 3D Anteproyecto.
- Con el refinamiento del programa y de los costes por parte del diseñador principal y contratista principal respectivamente, se integrará el modelo 4D y 5D a nivel de anteproyecto.

#### **Consultor en diseño**

- Con el diseño seleccionado, el consultor en diseño deberá establecer los requerimientos de rendimiento de los subsistemas.

- Con el programa de procura y construcción, se deben de identificar las mayores piezas de equipamiento para prevenir riesgo de sobrecostos o problemas para su adquisición.

#### **Contratista principal**

- Con la validación de los costes y programas de su alcance y del de los contratistas secundarios y proveedores, deberá retroalimentar al diseñador principal con estos y validar que se cumple el coste objetivo.

#### **Contratista secundario**

- Con respecto a su alcance en el diseño seleccionado, deberá de validar el coste objetivo y programa. También puede proveer tiempos y costes de trabajos adicionales.

#### **Proveedores**

- Con respecto a su alcance en el diseño seleccionado, deberá de validar el coste objetivo y programa. También puede proveer tiempos y costes de trabajos adicionales.

### **Fase de diseño detallado**

#### **Promotor**

- La responsabilidad principal del promotor en la etapa de diseño detallado es la toma de decisiones en las alternativas que surjan y la aprobación del diseño.

#### **Coordinador del equipo**

- Coordinar y controlar el rendimiento del equipo para asegurar el cumplimiento de las metas propuestas.
- Dar seguimiento y controlar el programa general del proyecto.

#### **Diseñador Principal**

- En esta fase, el diseñador principal debe detallar las ideas conceptuales a sistemas construibles, revisando el cumplimiento de normas y estándares y con esto obtener el diseño de detalle.

- Con el diseño de detalle, el diseñador principal puede elaborar el plan de calidad y el plan de seguridad y salud.

### **Coordinador BIM**

- Una vez realizado el diseño de detalle por el diseñador principal y aprobado por el promotor, puede ser terminado el modelo 3D detallado
- Con la Validación del coste objetivo y la coordinación final de los sistemas constructivos por parte del contratista principal, pueden ser concluidos los modelos 4D y 5D a nivel de detalle.

### **Consultor en diseño**

- Verificar y completar los sistemas constructivos de su alcance.

### **Contratista principal**

- Con la validación de los costes y programas de su alcance y del de los contratistas secundarios y proveedores, deberá retroalimentar al diseñador principal con estos y validar que se cumple el coste objetivo.
- Deberá de finalizar la coordinación de los sistemas de construcción y proporcionárselo al modelador BIM.

### **Contratista secundario**

- Debe detallar sus propuestas y definir cualquier duda para la coordinación de los sistemas.
- Elaborar los modelos necesarios para su integración en el modelo BIM
- Validar el coste y alcance de su trabajo.

### **Proveedores**

- Debe detallar sus propuestas y definir cualquier duda para la coordinación de los sistemas.
- Elaborar los modelos necesarios para su integración en el modelo BIM
- Validar el coste y alcance de su trabajo.

## **Documentación a implementar**

### **Promotor**

- En esta etapa, el promotor puede verificar las metas y rendimientos del proyecto para tener la versión final del mismo, así como la actualización del modelo de negocio.
- El promotor debe dar la aprobación final de los alcances y de las medidas del proyecto.
- En esta etapa se deben de coordinar los requerimientos financieros para tenerlos listos en el momento que se requieran.
- A partir de aquí se puede iniciar el plan de transición entre la construcción y la operación del proyecto.

### **Coordinador del equipo**

- Coordinar y controlar el rendimiento del equipo para asegurar el cumplimiento de las metas propuestas.
- Dar seguimiento y controlar el programa general del proyecto.
- Integrar y facilitar el programa y presupuesto de adquisiciones.

### **Diseñador Principal**

- En esta etapa se deben de definir el diseño final de los principales sistemas de construcción.
- El diseñador principal deberá integrar las especificaciones técnicas y las descripciones de fabricación y construcción.
- El diseñador principal es el encargado de integrar el proyecto de ejecución a partir del modelo BIM

### **Coordinador BIM**

- A partir del diseño final se debe finalizar el modelo 3D de ejecución
- Se debe de actualizar el modelo 4D y 5D de ejecución.

### **Consultor en diseño**

- Debe finalizar el diseño de su alcance.
- Una vez terminado el diseño, debe proporcionar las especificaciones técnicas y la descripción de fabricación y construcción.

### **Contratista principal**

- Debe finalizar el programa de construcción, siendo retroalimentado por el subprograma de los contratistas secundarios y proveedores
- Debe finalizar el presupuesto de construcción, siendo retroalimentado por el subprograma de los contratistas secundarios y proveedores.
- Debe completar la información de pruebas de arranque y puesta en marcha de todos los sistemas.

### **Contratista secundario**

- Deberá elaborar y finalizar el subprograma de construcción, el presupuesto del alcance de construcción y el plan de fabricación y construcción en taller.

### **Proveedores**

- Deberá elaborar y finalizar el subprograma de construcción, el presupuesto del alcance de construcción y el plan de fabricación y construcción en taller.

## **Revisión de la administración**

### **Promotor**

- El promotor es el encargado de obtener los permisos y autorizaciones para la construcción y operación del proyecto.

### **Coordinador del equipo**

- Deberá de gestionar las solicitudes de información de la administración.

### **Diseñador Principal**

- Deberá responder a las solicitudes de información de la administración.

### **Coordinador BIM**

### **Consultor en diseño**

- Deberá responder a las solicitudes de información de la administración.

### **Contratista principal**

- Deberá responder a las solicitudes de información de la administración.

- Es el encargado de gestionar todos los permisos necesarios para la ejecución de la obra (Maniobras, grúas, cierre de calles, etc.)

#### **Contratista secundario**

#### **Proveedores**

### **Procura**

#### **Promotor**

- Realizar los requerimientos de licitación para las adquisiciones del proyecto
- Participar en conferencias de licitación.

#### **Coordinador del equipo**

- Gestionar las solicitudes de información en las licitaciones.

#### **Diseñador Principal**

- Responder a las solicitudes de información de las licitaciones.

#### **Coordinador BIM**

#### **Consultor en diseño**

- Responder a las solicitudes de información de las licitaciones.

#### **Contratista principal**

- Asegurarse que todas las adquisiciones están completas para todo el proyecto.

#### **Contratista secundario**

#### **Proveedores**

### **Construcción**

#### **Promotor**

- Monitorear los cambios en el caso de negocio.
- Organizar las adquisiciones.
- Coordinar la entrega de la obra para la operación.

### **Coordinador del equipo**

- Gestionar las requisiciones de información.
- Gestionar las requisiciones de cambios.

### **Diseñador Principal**

- Revisar la validez y verificar la validez de las requisiciones de cambios.
- Ejecutar los documentos As Built.

### **Coordinador BIM**

- Ejecutar el modelo As Built.

### **Consultor en diseño**

- Revisar la validez y verificar la validez de las requisiciones de cambios.
- Ejecutar los documentos As Built.

### **Contratista principal**

- Coordinar sus trabajos junto a los de los contratistas secundarios y proveedores.
- Asegurar la seguridad del sitio en todo momento.
- Coordinar las inspecciones y visitas, así como las pruebas requeridas.
- Ejecutar las pruebas de arranque y coordinar la entrega para la operación.

### **Contratista secundario**

- Coordinar su trabajo con el del contratista principal y proveedores.

### **Proveedores**

- Coordinar su trabajo con el del contratista principal y contratistas secundarios.

### **Cierre**

#### **Promotor**

- Iniciar el monitoreo del proyecto a las metas de rendimiento

- Entrenamiento del personal de mantenimiento y operación

#### **Coordinador del equipo**

- Generar los informes finales de rendimiento del equipo
- Gestionar la garantía de construcción

#### **Diseñador Principal**

- Documentar cualquier información post-ocupación
- Trabajar en las necesidades del modelo para su uso durante la operación

#### **Coordinador BIM**

- Trabajar en las necesidades del modelo para su uso durante la operación

#### **Consultor en diseño**

- Documentar cualquier información post-ocupación
- Trabajar en las necesidades del modelo para su uso durante la operación

#### **Contratista principal**

- Responder a la garantía de construcción

#### **Contratista secundario**

- Proveer información de operación y mantenimiento

#### **Proveedores**

- Proveer información de operación y mantenimiento

### **VI.6.2. Conclusiones de la integración de fases, actividades e interesados**

Como se pudo observar, realizar un mapeo de todas las actividades relacionadas con la gestión del proyecto, y vincularlas a las etapas del proyecto, así como a los interesados del mismo.

A partir de este, se pudieron detectar las relaciones que existen entre ellos y las comunicaciones que serán necesarias para la óptima ejecución del proyecto, así como las responsabilidades adicionales que tienen los interesados del proyecto.

## VII. CONCLUSIONES

En la actualidad existen diversas herramientas, tecnológicas y de gestión, que pueden ser muy útiles para el desarrollo de un proyecto; Es importante conocer los beneficios y las limitaciones de cada herramienta y alinearlos con las metas que se tengan para los proyectos. De la misma manera, es de suma importancia revisar la aplicabilidad de estas herramientas para la situación de cada proyecto, las limitaciones y los retos que pueden implicar la implementación de una nueva, puede llevar a un sobre coste y a que no sea utilizado para los fines previstos.

En el proyecto “Punta Colorada” se analizó la utilización de IPD, las buenas prácticas del PMBOK, BIM, LEAN, y Plataformas tecnológicas de gestión, y tras un análisis de su aplicabilidad, podemos ver que IPD y las buenas prácticas del PMBOK al ser herramientas de gestión y no necesitar mas que de una disciplina y un orden de trabajo, su aplicabilidad es recomendable al igual que LEAN; por otra parte, al utilizar BIM debe de analizarse bien los usos que se le pueden dar al modelo, ya que varios de sus alcances pueden ser excesivos y la implementación de las herramientas en un país donde el acceso al internet es limitado puede ser perjudicial para los resultados del proyecto.

Al tener un proyecto que involucra tantas variables, sumado ha la complejidad y magnitud del proyecto, es interesante dividir el mismo en sistemas y en fases; de esta manera, el proyecto puede gestionarse por paquetes de trabajo en cada uno de los sistemas y divididos temporalmente por sus fases.

Como se pudo observar, al realizar un mapeo de todas las actividades relacionadas con la gestión del proyecto, y vincularlas a sus etapas, se les identificaron responsabilidades adicionales a todos los interesados que servirán como apoyo para mejorar el flujo de información entre ellos. Además, se pudieron identificar entregables que no fueron considerados en un inicio y que servirán como entradas de posteriores procesos.

A partir de este se pudieron detectar las relaciones que existen entre ellos y las comunicaciones que serán necesarias para la óptima ejecución del proyecto.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- American Institute of Architects California Council. (2007). Integrated Project Delivery : A Guide. *The American Intitute of Architects*, 1(1), 62. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002>
- Assaf, S. A., & Al-hejji, S. (2006). PROJECT Causes of delay in large construction projects, 24, 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010>
- Beckgroup. (2012). An Analysis of Design / Build vs . Design-Bid-Build.
- Construction Productivity Partnership. (2014). New Zealand BIM Handbook, (July).
- Department Of Treasury and finance State of Victoria. (2006). Project Alliancing Practitioners' Guide (2006).
- Hassan, M. (2013). Assessing the impact of lean/integrated project delivery system on final project success, 1–241. Retrieved from <http://digilib.gmu.edu/xmlui/handle/1920/8280>
- KPMG. (2013). Integrated Project Delivery, 1–8.
- Lichtig, W. A. (2006). The Integrated Agreement for Lean Project Delivery, 26(3), 1–8.
- McKinsey&Company. (2015). The construction productivity imperative, (June).
- Pons, J. F. (2014). Introduccion a Lean Construction. *Fundación Laboral de La Construcción*, 74. Retrieved from file:///C:/Users/Paola/Downloads/Introducción al Lean Construction (1).pdf
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®)*. Project Management Institute, Inc. <https://doi.org/HD69.P75G845.2013.658.4'04--dc23.2012046112>
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and Methods of Lean Manufacturing - A Literature Review. *7th International Technical Conference Technological Forum 2016*, (June), 0–6.
- Ruiz López, L. I. (2017). inclusión de BIM para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño.
- Sanz, A. (2015). Influencia del comportamiento colaborativo en la construcción de edificios residenciales de promoción privada en españa. Comparativa con la experiencia

Modelo para la gestión de proyectos integrados (Integrated Project Delivery). Aplicación al proyecto “Punta Colorada” ubicado en la provincia de Pinar del Río, Cuba.

norteamericana.

Weisberg, B. J. L., & Krauze, R. M. (2018). Opening Communication Lines : Evolving Project Delivery Methods to Promote Collaboration, *38*(2), 14–21.